



СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНА. ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ

Абрамов А.В. Анализ глобальных трендов и долгосрочное планирование в области разработки активных систем протезирования нижних конечностей	4
Абусева А.С., Шабанов Д.С., Нурмагомедова П.М., Исаева Р.Х., Апаидиева С.Б. Сибирская язва в Республике Дагестан: старые очаги и новые вызовы в условиях паводковой ситуации 2026 года	8
Багинский А.Л. Заболевания тканей пародонта у лиц испытывающие пиковые нагрузки: распространенность, факторы риска, патогенез и профилактика. Обзор литературы	11
Бочарова К.А., Зеленова Е.Д., Шевцова К.С., Горбачева Е.А., Бурцев А.Р. Кишечная микробиота как фактор колонизационной резистентности: роль <i>Faecalibacterium Prausnitzii</i> (обзор)	15
Калинин Р.Г., Мартынова Н.А., Веселков И.Р., Сергеева С.С., Семаков А.Е. Дополнительные возможности изучения топографической анатомии и оперативной хирургии с использованием современных технологий	18
Каллаев Н.О., Атаев А.Р., Мирзоев Н.Э., Ганиев М.Х., Османов Р.Т. Тактика лечения инфицированных повреждений стопы	22
Веселков И.Р., Сергеева С.С., Семаков А.Е., Полтаракова К.М., Пакулин М.С. Двойная дуга аорты: обзор литературы и клинических случаев	25
Фидаров Ф.А., Каллагова М.К., Касаев Д.Э., Пагиева М.К. Прогностическая роль объема церебральной ишемии при полушарном инсульте: предикторы злокачественного течения и эффективность декомпрессионной хирургии	29
Клышников К.Ю., Митрофанова К.С., Онищенко П.С., Овчаренко Е.А. Оптимизация каркаса протеза клапана сердца с учетом гидродинамического демпфирования	32
Кузнецов П.С. Корпоральная акупунктура и электроакупунктура в реабилитации после ишемического инсульта: клинические эффекты и границы применимости	37
Ауман М.Е., Авдюк Г.А., Лузан О.Д., Козак Ю.В., Стариков Н.В. Ожирение как фактор риска развития гинекологической патологии, приводящий к возникновению аномальных маточных кровотечений	40
Мельничук А.В., Мельничук Н.В., Мельничук В.И., Мельничук А.В., Лазутин А.С. Комплексная предоперационная реабилитация с применением абдоминальной декомпрессии у пациентов с идиопатическим коксартрозом при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава	44
Богатырева Л.Н., Бустанов С.Ф., Рузиев С.Д., Бустанов У.Ф., Мишвелов А.Е. Кубические пессарии при пролапсе тазовых органов: качество жизни и самостоятельный уход	47
Погорелова И.В., Ривас В.Д. Численное моделирование теплового действия ультразвука в неоднородной среде зуба: авторская модель и оценка критических зон перегрева	50
Полукаров Н.В., Астапов И.Г., Куклев А.Д., Анамези Т.Г. Морфофункциональные особенности свода стопы у пациентов с плантарным фасциитом по данным мультипозиционного 3D-сканирования	54
Гатагажева З.М., Узденова З.Х., Мисирова М.М., Гатагажева М.М., Мишвелов А.Е. Опыт использования кубических пессариев Dr. Agarín как альтернативы хирургическому лечению пролапса тазовых органов	58
Тарасов М.С., Сергеева А.В., Хажмурадов Х.Р., Соломанина О.О., Микуляк Н.И. Ранняя манифестация психических нарушений в эмоционально-волевой сфере при хорее гентингтона в молодом возрасте	62

Издание зарегистрировано Роскомнадзором, регистрационный номер:

ПН № ФС77-76398 от 26.07.2019

Индекс Роспечати 65002

ISSN 2686-9365

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Учредитель: ООО «Городец»

Издаётся с 2010 года

Издатель: ООО «Издательство КНОРУС»

Адрес редакции и издателя: 117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2

E-mail: tapz@list.ru Сайт: www.medsociofil.ru

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Агапов Платон Валериевич, канд. соц. наук, доц., МГУ имени М.В. Ломоносова; Аликханов Халлар Абуумуслимович, д-р мед. наук, проф., Государственная классическая академия им. Маймонида; Аликханов Багдади Абуумуслимович, д-р мед. наук, проф., Центральная клиническая больница РАН; Багдасарьян Надежда Гегамовна, д-р филос. наук, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана; Барков Сергей Александрович, д-р соц. наук, проф., зав. кафедрой социологии организаций и менеджмента социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; Бородин Владимир Иванович, д-р мед. наук, проф., ФГБУ «Государственный научный центр социальной и судебной психиатрии им. В.П. Сербского» Минздрава России; Бурмыкина Ирина Викторовна, д-р соц. наук, проф., Липецкий государственный педагогический университет; Волков Юрий Григорьевич, д-р филос. наук, проф., ФГБУ «Государственный научный центр социального и судебного психиатрии им. В.П. Сербского» Минздрава России; Грабелных Татьяна Ивановна, д-р соц. наук, проф., Иркутский государственный университет; Добрынькова Екатерина Владимировна, д-р соц. наук, проф., МГУ имени М.В. Ломоносова; Желтов Виктор Васильевич, д-р филос. наук, проф., Сибирский институт социально-политических исследований; Каплунова Вера Юрьевна, д-р мед. наук, гл. научный сотрудник НИО «Метаболический синдром» НИЦ Московского мед. исследовательского ун-та им. И.М. Сеченова; Кравченко Альберт Иванович, д-р соц. наук, проф., Мамедов Агамали Кулам-Оглы, д-р соц. наук, проф., зав. кафедрой социологии коммуникативных систем социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; Маршак Аркадий Львович, д-р филос. наук, проф., главный научный сотрудник Института социологии РАН; Найдыш Вячеслав Михайлович, д-р филос. наук, проф., зав. кафедрой онтологии и теории познания Российского ун-та дружбы народов; Овсянников Сергей Александрович, д-р мед. наук, проф., МГМСУ; Осипов Александр Михайлович, д-р соц. наук, проф., главный научный сотрудник Научно-исследовательского центра, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого; Петров Владимир Николаевич, д-р соц. наук, проф., заведующий кафедрой социологии Кубанского государственного университета; Петрова Татьяна Эдуардовна, д-р соц. наук, проф. кафедры социологии молодежи и молодежной политики Санкт-Петербургского государственного университета; Пятницкий Николай Юрьевич, канд. мед. наук, доц., в.н.с. ФГБНУ НЦПЗ; Рахманов Азат Борисович, д-р филос. наук, доц., социологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова; Садохин Александр Петрович, д-р культурологии, проф., почетный работник высшего профессионального образования, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; Самыгин Сергей Иванович, д-р соц. наук, проф., Южный федеральный университет; Силласте Галина Георгиевна, д-р филос. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, зав. кафедрой «Социология» Финансового университета при Правительстве Российской Федерации; Сычев Андрей Анатольевич, д-р филос. наук, проф., кафедра философии Мордовского государственного ун-та им. Н.П. Огарева; Терентьев Александр Александрович, д-р мед. наук, проф., чл.-корр. РАН, проф. кафедры биохимии Российского исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова

СОСТАВ МЕЖДУНАРОДНОГО СОВЕТА

Ахметов Сайранбек Махсумович, д-р тех. наук, проф., академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик РАЕН; Вукичевич Слободан, проф., факультет философии, Университет Черногории; Кропп Фредрик, декан факультета Монтеррейского университета (США); Митрович Любиша, проф., факультет философии, Университет г. Ниш (Сербия); Титаренко Лариса Григорьевна, д-р соц. наук, проф., факультет философии и социальных наук, Белорусский государственный университет (Республика Беларусь); Фарро Антонио Луиджи, д-р социологии, проф., Римский университет Сапиенца; Чжан Шуухуа, директор Института научной информации Академии общественных наук Китая; Соколова Галина Николаевна, д-р филос. наук, проф., заведующий отделом экономической социологии и социальной демографии Института социологии НАН Беларуси (Минск); Ари Палениус, проф., директор кампуса г. Керва Университета прикладных наук Лауреа (Финляндия); Джун Гуан, проф., зам. декана Института экономики и бизнесадминистрирования, Пекинский технологический университет (Китай); Ли Дешен, проф., декан Института экономики и бизнесадминистрирования, Пекинский технологический университет (Китай); Марек Вочозка, проф., ректор Техничко-экономического института в Чешских Будеювицах (Чехия); Христиан Мундт, доктор медицины, директор психиатрической клиники (г. Гейдельберг, Германия); Она Гражина Рахаускиене, проф., Университет им. Миколаса Ромериса (Литва)

Главный редактор:

Бородин В.И., д-р мед. наук, проф.

Отпечатано в типографии ООО «Русайнс», 117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2

Тираж 300 экз. Формат А4. Дата выхода в свет: 30.09.2026 Цена свободная

Все материалы, публикуемые в журнале, подлежат внутреннему и внешнему рецензированию

Издание не подлежит маркировке согласно п. 2 ст. 1 Федерального закона от 29.12.2010 № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Стяжкина С.Н., Козлов Я.Н., Коробейников В.Н., Миннегулов Р.Р. Межсистемное поражение при остром ишемическом инсульте: клиничко-инструментальная динамика нейрорадиальных, гемодинамических и системных нарушений – клинический случай.....	66
Куница В.В., Токи Н.И. Идиопатический легочной фиброз в терапевтической практике	68
Самуткина М.Г., Фишер И.И., Фоменко Е.Д., Серяпин К.М. Разработка и клиническая апробация тренажера для отработки навыков анестезии в стоматологии.....	72
Стяжкина С.Н., Чугаев Е.А., Шарафутдинов И.Р., Самиков Н.Р., Халимов А.Р. Особенности диагностики острого аппендицита у детей раннего возраста: обзорное исследование	75
Харланова К.С., Селихов А.В., Андрианов В.А., Мишин В.В. Трехпараметрический комплекс для мониторинга жизненно важных функций человека.....	79

ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА, ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА, КУРОРТОЛОГИЯ И ФИЗИОТЕРАПИЯ

Бабенкова А.Н., Макаревская Ю.Э., Погодина Т.Г. Современные представления о влиянии резко-континентального климата на состояние здоровья	83
Гао Ган, Ван Синьжу, Чжан Хунмэй, Тан Цзе Исследование знаний и эволюционных трендов в области двигательной активности для укрепления здоровья зрения у детей и подростков на основе наукометрического анализа	87
Кузнецов П.С. Выбор методов физической реабилитации после ишемического инсульта: функциональные цели и достоверность доказательств.....	90
Шестакова Т.А., Уварова С.В. Эффективность воздействия высокоинтенсивных интервальных тренировок на развитие кардиореспираторной выносливости у любителей бега.....	94

ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Васильева Е.И. ПТСР, сексуальное функционирование и интимные отношения у военнослужащих и ветеранов: интегративный обзор психосексуального восстановления	98
Гавронская В.С. Химические факторы профессионального риска при окрашивании и обесцвечивании волос обзор опубликованных данных и риск-ориентированная модель профилактики	103
Ахмеров Р.Р., Гусева В.А., Ахмеров Т.Р., Нагуманов К.Э. Применение PRP-терапии в клинической практике	107
Крымова Д.А. Психопатические акцентуации и клиническая психопатия: грань между нормой и патологией.....	111
Куровский С.В., Мишин Д.А., Заболоцкая В.М. Клинико-гигиеническая оценка факторов риска неудовлетворительной гигиены полости рта как основа персонализированной профилактики стоматологических заболеваний.....	115
Гаврилова Т.А., Левин А.В. Рефлексотерапия в комплексном лечении пациентов с детским церебральным параличом.....	120

ФАРМАКОЛОГИЯ

Джиоева А.С., Арлыт А.В., Кобин А.А., Мамлеев А.В. Сравнительная оценка влияния интраназальных иммуномодуляторов на показатели мукозального иммунитета и мукоцилиарного клиренса.....	123
Етобаева И.Г., Линхоева Е.Г., Тыхеева Н.А., Роднаева О.А. Фармакоэкономическая оценка применения разных схем лечения при сахарном диабете 2 типа	126
Куровский С.В., Мишин Д.А., Голованов В.Г. Полипрагмазия у пациентов пожилого и старческого возраста: клиничко-фармакологические риски и медико-социальные факторы	128

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ОХРАНЕ ЗДОРОВЬЯ

Сухотерина Е.Г., Холод Е.А., Каскаева Д.С., Гаврилова Ю.А., Ташлыкова Н.Ю. Искусственный интеллект для оптимизации работы приемного отделения и сортировки пациентов	133
Уйбо П.А., Наумов И.А., Мальцева Н.Б. Роль терапевтического обучения в формировании приверженности лечению у пациентов с сахарным диабетом и диабетической полиневропатией.....	136
Сухотерина Е.Г., Смыкова А.Н., Каскаева Д.С., Каскаева С.А., Ташлыкова Н.Ю. Искусственный интеллект для прогнозирования распространения эпидемий и пандемий	140

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Соловьев В.А., Самольянов О.А., Малахова Е.В. Человекоцентричность: для кого? Баланс интересов руководителей, сотрудников и потребителей услуг в контексте применения цифровых технологий и искусственного интеллекта.....	143
--	-----

ФИЛОСОФСКИЕ МИРОВОЗЗРЕНИЯ

Волков С.Н. Метафизические основания в познании трудно объяснимого: от науки до фольклора.....	147
Чуганская А.А. Феноменология цифрового присутствия: коммуникативная активность пользователей социальных сетей в зеркале современных социально-гуманитарных исследований	150

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Абалдуев В.М., Новолоцкая Д.Д., Карасёв А.И., Рачеева А.Е., Лифанова О.Ю. Нутритивная поддержка при циррозе печени: современные доказательства и клинические рекомендации	156
Куклев А.Д., Астапов И.Г., Полукаров Н.В., Анамези Т.Г. Клинический случай применения ретрокальканеального валика в комплексном консервативном лечении энтезопатии ахиллова сухожилия и плантарной фасциопатии.....	159
Надкерничная Е.В., Сёмин В.Е., Перминова А.А., Паркс С.А. Фотодинамическая терапия в онкологии: современные агенты, клиническая эффективность и барьеры к масштабированию.....	163
Салимова Л.М., Молоствовова А.Ф., Горбунова Е.С., Свержевская А.Д. Антифосфолипидный синдром глазами терапевта	166

TABLE OF CONTENTS

MEDICINE. APPLIED RESEARCH AND METHODS

<i>Abramov A.V.</i> Analysis of global trends and long-term planning in the field of active lower limb prosthetics development.....	4
<i>Abusueva A.S., Shabanov D.S., Nurmagomedova P.M., Isaeva R.Kh., Apandjeva S.B.</i> Anthrax in the Republic of Dagestan: persistent foci and new challenges under the 2026 flood conditions	8
<i>Baginsky A.L.</i> Periodontal diseases in individuals subject to peak physical loads: prevalence, risk factors, pathogenesis, and prevention. A literature review.....	11
<i>Bocharova K.A., Zelenova E.D., Shevtsova K.S., Gorbacheva E.A., Burtsev A.R.</i> Intestinal microbiota as a factor of colonization resistance: the role of faecalibacterium prausnitzii (review)	15
<i>Kalinin R.G., Martynova N.A., Veselkov I.R., Sergeeva S.S., Semakov A.E.</i> Additional opportunities for studying topographic anatomy and operative surgery using modern technologies	18
<i>Kallaev N.O., Ataev A.R., Mirzoev N.E., Ganiev M.Kh., Osmanov R.T.</i> Treatment Tactics for Infected Foot Injuries	22
<i>Veselkov I.R., Sergeeva S.S., Semakov A.E., Poltarakova K.M., Pakulin M.S.</i> Double arch of the aorta: a review of literature and clinical cases	25
<i>Fidarov F.A., Kallagova M.K., Kasaev D.E., Pagieva M.K.</i> The prognostic role of the volume of cerebral ischemia in hemispheric stroke: predictors of a malignant course and the effectiveness of decompression surgery	29
<i>Klyshnikov K., Mitrofanova K., Onishchenko P., Ovcharenko E.</i> Optimization of the support frame of a heart valve prosthesis considering hydrodynamic damping.....	32
<i>Kuznetsov P.S.</i> Body acupuncture and electroacupuncture in rehabilitation after ischemic stroke: clinical effects and limits of applicability	37
<i>Auman M.E., Avdiyuk G.A., Luzan O.D., Kozak J.V., Starikov N.V.</i> Obesity as a risk factor for gynecological pathology leading to abnormal uterine bleeding.....	40
<i>Melnichuk A.V., Melnichuk N.V., Melnichuk V.I., Melnichuk A.V., Lazutin A.S.</i> Comprehensive preoperative rehabilitation using abdominal decompression in patients with idiopathic coxarthrosis following total hip arthroplasty.....	44
<i>Bogatyreva L.N., Bustonov S.F., Ruziev S.D., Bustonov U.F., Mishvelov A.E.</i> Cube pessaries for pelvic organ prolapse: quality of life and self-management	47
<i>Pogorelova I.V., Rivas Velsquez Daniel Alejandro</i> Numerical simulation of the thermal effect of ultrasound in a heterogeneous tooth medium: the author's model and assessment of critical overheating zones.....	50
<i>Polukarov N.V., Astapov I.G., Kuklev A.D., Toochukwu Henry Anamazi, Trubetskaya St.</i> Morphofunctional characteristics of the foot arch in patients with plantar fasciitis based on multi-position 3D scanning	54
<i>Gatagazheva Z.M., Uzdanova Z.Kh., Misirova M.M., Gatagazheva M.M., Mishvelov A.E.</i> Experience of using Dr. Arabin cube pessaries as an alternative to surgical treatment of pelvic organ prolapse	58
<i>Tarasov M.S., Sergeeva A.V., Khazhmuradov Kh.R., Solomanina O.O., Mikulyak N.I.</i> Early manifestation of mental disorders in the emotional – volitional sphere in huntington's chorea at a young age	62
<i>Styazhkina S.N., Kozlov Ya.N., Korobeynikov V.N., Minnegulov R.R.</i> Multisystem Involvement in Acute Ischemic Stroke: Clinical and Instrumental Dynamics of Neurocardiac, Hemodynamic, and Systemic Disorders – A Case Report.....	66
<i>Kunitsa V.V., Toki N.I.</i> Idiopathic pulmonary fibrosis in therapeutic practice.....	68
<i>Samutkina M.G., Fisher I.I., Fomenko E.D., Seryapin K.M.</i> Development and clinical testing of a simulator for practicing anesthesia skills in dentistry	72
<i>Styazhkina S.N., Chugaev E.A., Sharafutdinov I.R., Samikov N.R., Khalimov A.R.</i> Features of diagnosis of acute appendicitis in young children: a review study	75
<i>Kharlanova K.S., Selikhov A.V., Andrianov V.A., Mishin V.V.</i> Development, modeling and experimental evaluation of a hardware and software complex for multiparametric monitoring of vital human functions	79

REHABILITATION AND SPORTS MEDICINE, THERAPEUTIC PHYSICAL CULTURE, RESORT MEDICINE AND PHYSIOTHERAPY

<i>Makarevskaya Yu. E., Babenkova A.N., Pogodina T.G.</i> Modern concepts of sharply continental climate's impact on human health.....	83
--	----

<i>Gao Gang, Wang Xinrui, Tang Jie</i> A Scientometric Analysis of Knowledge and Evolutionary Trends in Physical Activity for Vision Health Promotion in Children and Adolescents	87
<i>Kuznetsov P.S.</i> Selection of physical rehabilitation methods after ischemic stroke: functional goals and certainty of evidence.....	90
<i>Shestakova T.A., Uvarova S.V.</i> Effectiveness of high-intensity interval training for the development of cardiorespiratory endurance in amateur runners.....	94

THERAPEUTIC AND PREVENTIVE TECHNOLOGIES

<i>Vasilyeva E.I.</i> PTSD, sexual functioning and intimate relationships in military personnel and veterans: an integrative review of psychosexual recovery	98
<i>Havronskaya V.S.</i> Chemical occupational risk factors in hair colouring and bleaching a review of published evidence and a risk-based prevention model	103
<i>Akhmerov Renat Rashievich, Veronika Andreevna Guseva, Akhmerov Timur Renatovich, Adilova Aziza, Nagumanov Karim Eduardovich</i> Application of PRP therapy in veterinary practice.....	107
<i>Krymova D.A.</i> Psychopathic accentuations and clinical psychopathy: the borderline between norm and pathology	111
<i>Kurovsky S.V., Mishin D.A., Zabolotskaia V.M.</i> Clinical and hygienic assessment of risk factors for poor oral hygiene as a basis for personalized prevention of dental diseases	115
<i>Gavrilova T.A., Levin A.V.</i> Reflexotherapy in the comprehensive treatment of patients with cerebral palsy	120

PHARMACOLOGY

<i>Dzhioeva A.S., Arlt A.V., Kobin A.A., Mamleev A.V.</i> Comparative assessment of the effects of intranasal immunomodulators on mucosal immunity and mucociliary clearance	123
<i>Etobaeva I.G., Linkhoeva E.G., Tyheeva N.A., Rodnaeva O.A.</i> Pharmacoeconomic assessment of the use of different treatment regimens in type 2 diabetes mellitus	126
<i>Kurovsky S.V., Mishin D.A., Golovanov V.G.</i> Polypharmacy in elderly and senile patients: clinical and pharmacological risks and medical and social factors	128

MODERN APPROACHES TO HEALTH CARE

<i>Sukhoterina E.G., Kholod E.A., Kaskayeva D.S., Gavrilova Yu.A., Tashlykova N. Yu.</i> Artificial Intelligence for Optimizing Emergency Department Operations and Patient Triage	133
<i>Uybo P.A., Naumov I.A., Maltseva N.B.</i> Role of therapeutic education in fostering treatment adherence among patients with diabetes mellitus and diabetic polyneuropathy	136
<i>Sukhoterina E.G., Smykova A.N., Kaskayeva D.S., Kaskaeva S.A., Tashlykova N.Yu.</i> Artificial intelligence for predicting the spread of epidemics and pandemics	140

SOCIAL PROBLEMS OF SOCIETAL DEVELOPMENT

<i>Soloviev V.A., Samolyanov O.A., Malakhova E.V.</i> Humancentricity: for whom? Balancing the interests of leaders, employees, and service consumers in the context of digital technologies and artificial intelligence.....	143
---	-----

PHILOSOPHICAL WORLDVIEWS

<i>Volkov S.N.</i> Metaphysical foundations in the understanding of what is difficult to explain: from science to folklore.....	147
<i>Chuganskaya A.A.</i> The phenomenology of digital presence: the communicative activity of social media users in the light of contemporary socio-humanitarian research	150

INTERDISCIPLINARY RESEARCH

<i>Abalduev V.M., Novolotskaya D.D., Karasev A.I., Racheeva A.E., Lifanova O.U.</i> Nutritional support in liver cirrhosis: modern evidence and clinical guidelines	159
<i>Kuklev A.D., Astapov I.G., Polukarov N.V., Toochukwu Henry Anamezi</i> A clinical case of retrocalcaneal bolster application in comprehensive conservative treatment of achilles tendon enthesopathy and plantar fasciopathy	162
<i>Nadkernichnaya E.V., Semin V.E., Perminova A., Parts S.</i> Photodynamic therapy in oncology: modern agents, clinical effectiveness, and barriers to scaling	166
<i>Salimova L.M., Molostova A.F., Gorbunova E.S., Sverzhetskaya A.D.</i> Antiphospholipid syndrome in the eyes of a therapist	169

Анализ глобальных трендов и долгосрочное планирование в области разработки активных систем протезирования нижних конечностей

Абрамов Артем Валерьевич,

аспирант, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»
E-mail: abramov2001@list.ru

Актуальность работы обусловлена глобальным ростом числа ампутаций нижних конечностей (свыше 40 млн человек) и критическим недостатком существующих микропроцессорных протезов стопы, которые функционируют по реактивному принципу, не используют электромиографические сигналы пользователя и не обеспечивают активную пропульсию, что увеличивает когнитивную нагрузку и энергозатраты пациента. Суть исследования заключается в разработке и экспериментальной проверке алгоритмов предиктивного управления протезом стопы на основе слияния кинематических данных и поверхностных миографических сигналов (sEMG). Для этого спроектирован лабораторный стенд на базе микроконтроллера Arduino Mega 2560, аналогового ЭМГ-датчика и сервопривода, проведены испытания контура «сокращение мышц – поворот стопы» с оценкой задержки отклика, а также выполнен форсайт-анализ глобальных технологических трендов. Основные выводы: экспериментально подтверждена работоспособность схемы, однако зафиксированы критические ограничения прототипа – частота дискретизации ниже 500 Гц, задержка 150–200 мс и ложные срабатывания, что делает его непригодным для носимых устройств. На основе форсайт-анализа определены четыре направления модернизации на 3–5 лет: переход на 32-битные платформы с нейросетевыми алгоритмами, внедрение BLDC-приводов с рекуперацией, использование многоканальных HD-sEMG-матриц и интеграция тактильной обратной связи, что позволит снизить задержку до 10 мс и обеспечить распознавание двигательных намерений.

Ключевые слова: протез стопы, система управления, поверхностная электромиография (sEMG), форсайт-анализ.

Анализ глобальных технологических трендов

и конъюнктуры рынка протезов нижних конечностей

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Международного общества протезирования и ортезирования (ISPO), в мире насчитывается свыше 40 миллионов человек, перенесших ампутацию конечностей. Ежегодно регистрируется более 1 миллиона новых случаев ампутации нижних конечностей – это эквивалентно примерно одной ампутации каждые 30 секунд.

В Российской Федерации ежегодное количество ампутаций нижних конечностей варьируется в диапазоне от 70 000 до 90 000 операций. При этом демографический профиль пациентов имеет выраженную специфику: порядка 70–75% ампутаций приходится на лиц старшего возраста, тогда как до 25% составляют пациенты трудоспособного возраста и молодые люди. Последняя категория включает жертв дорожно-транспортных происшествий, производственных травм и участников военных действий – именно эти группы выступают ключевыми потребителями бионических протезов, предъявляя повышенные требования к функциональности и адаптивности протезных систем [1].

Этиология ампутаций и её значение для формирования требований к протезу

Причины ампутации нижних конечностей определяют не только клинический портрет пациента, но и ключевые требования к системе управления протезом.

Сосудистые заболевания и сахарный диабет (70–80% всех случаев). Основными этиологическими факторами выступают синдром диабетической стопы и облитерирующий атеросклероз, приводящие к ишемическому некрозу тканей. Для данной категории пациентов, преимущественно пожилого возраста со сниженным мышечным тонусом, приоритетными являются максимальная автономность протеза, плавный характер движения и наличие интеллектуальной системы поддержки равновесия, направленной на минимизацию риска падений [2].

Травмы и катастрофические события (15–20% случаев). К данной группе относятся дорожно-транспортные происшествия, производственный травматизм, а также минно-взрывные и огнестрельные ранения. Пациенты этой категории, как правило, являются молодыми и физически активными людьми, что обуславливает необходимость реализации в протезе адаптивных алгоритмов управления, обеспечивающих возможность передвижения по пересечённой местности, быстрого бега и выполнения прыжков, а также повышенной механической прочности электронных компонентов.

Онкологические заболевания и врождённые аномалии (2–5% случаев), представленные преимущественно саркомами костей и мягких тканей, а также пороками развития.

Распределение видов ампутаций в процентном соотношении можно увидеть на рис. 1.

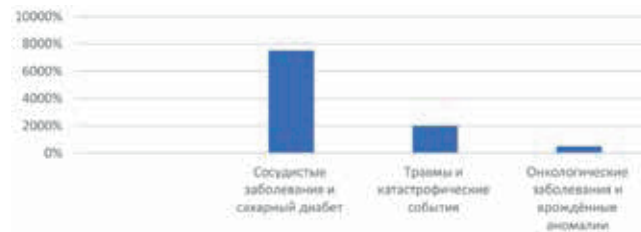


Рис. 1. Статистика ампутаций: распределение по категориям в процентном выражении

Существующие системы управления

Переходя от медицинской статистики к инженерной реализации проекта, необходимо проанализировать существующие архитектурные подходы

к построению систем управления. Несмотря на то, что базовые принципы съема сигналов универсальны для всей бионики, в рамках данного форсайт-исследования разрабатываемая электронная система управления рассматривается исключительно в контексте ее применения на протезе стопы. Проектирование электроники для голеностопного узла имеет жесткую специфику, кардинально отличающую ее от коленных модулей.

В рамках форсайт-анализа эволюции протезных систем целесообразно рассмотреть текущую типологию протезов стопы, отражающую дифференциацию решений в зависимости от уровня активности пользователя и целевых эксплуатационных характеристик.

Механические протезы стопы выступают в качестве базового технологического сегмента, реализующего опорную и стабилизирующую функции без интеграции сложных электронных либо гидравлических подсистем. Конструктивно такие изделия включают жесткое несущее основание и амортизирующий компонент, обеспечивающие перераспределение нагрузки на культю и способствующие приближению кинематики походки к естественной. Данный класс протезов ориентирован на пациентов с низким уровнем двигательной активности, для которых определяющими критериями выбора являются простота эксплуатации и экономическая доступность. Типичным представителем сегмента являются шарнирные одноосевые стопы (см. рис. 1), характеризующиеся минимальной функциональной избыточностью при сохранении базовых биомеханических свойств [3].

На современном этапе в сегменте механических решений наблюдается смещение акцента в сторону энерговозвращающих конструкций, в частности – карбоновых моделей. Такие протезы ориентированы на пользователей с повышенной двигательной активностью и обеспечивают возврат части энергии, затрачиваемой в цикле шага, за счет упругих свойств композитных материалов. В конструкции применяются пружинные элементы из углепластика, реализующие двухфазный режим работы: упругую деформацию в момент контакта пятки с опорной поверхностью и последующую рекуперацию энергии при переходе в фазу переноса. Дополнительным преимуществом карбоновых стоп является повышенная эластичность, позволяющая компенсировать микронеровности опорной поверхности и обеспечивать стабильность локомоторного акта [4].

Отдельным технологическим направлением являются протезы стопы с гидравлической системой управления, представляющие собой решения повышенного функционального уровня. В данных устройствах регулирование кинематических параметров осуществляется посредством жидкостного механизма, обеспечивающего автоматическую адаптацию к изменяющимся условиям передвижения. Ключевыми эксплуатационными преимуществами гидравлических систем выступают возможность плавной регулировки скорости движения и вариативная амортизация, что позволяет минимизировать пиковые ударные нагрузки и повысить комфорт пользователя. Биомеханическая адекватность таких протезов достигается за счет имитации естественных траекторий движения сегментов нижней конечности, что особенно значимо для лиц, ведущих активный образ жизни. Вместе с тем применение гидравлических решений сопряжено с необходимостью регулярного технического обслуживания, включающего контроль уровня рабочей жидкости и диагностику герметичности и функциональности гидросистемы. Указанные требования формируют дополнительную эксплуатационную нагрузку и увеличивают совокупную стоимость владения изделием. Тем не менее, протезы с гидравлическим приводом сохраняют востребованность как сбалансированное решение, сочетающее расширенную функциональность с высоким уровнем эргономики.

Микропроцессорные системы управления протезами стопы

Качественным этапом развития ассистивных технологий стало появление микропроцессорных протезов стопы (МПС), классифицируемых как полуактивные адаптивные системы со следящей обратной связью. В отличие от механических аналогов, МПС в режиме реального времени адаптируют кинематические характеристики голеностопного узла под индивидуальный паттерн локомоции пользователя. Встроенный микропроцессорный модуль с частотой 500–1000 Гц осуществляет сбор и обработку телеметрических потоков данных, поступающих от инерциальных измерительных датчиков и тензометрических элементов, с последующим регулированием сопротивления электронно-управляемых гидравлических клапанов в фазах опоры и переноса конечности (примерами на рынке служат модули *Ottobock Meridium* и *Össur Proprio Foot*) [5].

Несмотря на коммерческий успех существующих систем, их архитектура обладает рядом критических научно-инженерных ограничений:

- Изоляция от центральной нервной системы (отсутствие sEMG-интерфейсов). Главным деструктивным фактором существующих си-

стем управления является отсутствие контура регистрации и дешифрации электромиографических сигналов (ЭМГ) с сохраненных мышечных групп культы голени. Аппаратно-программный комплекс не верифицирует интенциональные (намеренные) двигательные команды пользователя. Адаптация исполнительных механизмов под геометрию опорной поверхности происходит реактивно – только после механического контакта стопы с рельефом и фиксации изменения вектора реакции опоры. Данный разомкнутый контур управления (Open-Loop) существенно увеличивает когнитивную нагрузку на пациента и исключает возможность предиктивного изменения угла дорсифлексии (например, при преодолении препятствий или в безопорном положении) [6].

- Отсутствие активной биомеханической пропульсии. Конструктивные особенности микропроцессорных систем текущего поколения ориентированы исключительно на диссипацию (рассеивание) энергии посредством гидравлических приводов. Отсутствие функции генерации положительной мощности для обеспечения активного толчка стопы (имитация работы трехглавой мышцы голени) сохраняет кинематическую асимметрию ходьбы и повышает энергозатраты организма на 20–30% относительно физиологической нормы.

- Высокая импортозависимость компонентной базы. Производственный цикл отечественных микропроцессорных систем до сих пор критически зависит от импорта зарубежных интегральных микросхем архитектуры ARM (STMicroelectronics, Texas Instruments) и прецизионной датчиковой аппаратуры. В условиях санкционных ограничений данный фактор формирует высокие риски для серийного выпуска устройств [7].

Позиционирование разрабатываемой системы управления и ее текущие технологические ограничения

Для первичной верификации алгоритмов распознавания двигательных намерений пользователя и тестирования биомеханических гипотез научно-инженерной группой был спроектирован экспериментальный прототип аппаратно-программного комплекса (TRL 3). Аппаратная архитектура текущего макета построена на базе трех ключевых функциональных узлов:

1. Вычислительный модуль. В качестве центрального процессора использован микроконтроллерный модуль на базе 8-битной архитектуры AVR (тактовая частота 16 МГц, объем флеш-памяти 256 КБ). Данный модуль осуществляет опрос аналоговых периферийных устройств, выполняет первичную цифровую фильтрацию сигналов и формирует управляющий ШИМ-сигнал для исполнительного механизма.

2. Сенсорный контур регистрации sEMG. Съём биоэлектрической активности сохраненных мышечных групп культы голени реализуется посредством одноканального аналогового модуля поверхностной электромиографии, оснащенного электродом сравнения. Модуль включает в себя двухкаскадный инструментальный усилитель и аппаратный полосовой фильтр, осуществляющий сглаживание и интегрирование сигнала (получение огибающей ЭМГ) перед подачей на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) контроллера.

3. Исполнительный приводной узел. Моделирование динамических усилий голеностопного сустава (дорсифлексии и подошвенного сгибания) на лабораторном стенде осуществляется с помощью сервомеханизма с металлическим редуктором, обеспечивающего пиковый крутящий момент до 10–12 кг/см при времени отклика в диапазоне 150–200 мс.

Критическая оценка и обоснование необходимости модернизации

Данная аппаратная конфигурация успешно выполняет лабораторную функцию проверки контура «активация мышцы → движение привода», однако обладает критическими ограничениями, исключающими ее применение в реальных носимых устройствах:

- Низкая вычислительная мощность вычислительного узла. 8-битная архитектура и низкая тактовая частота процессора делают невозможным запуск многомерных фильтров Калмана и нейросетевых классификаторов (CNN/RNN) в режиме реального времени. Частота опроса датчиков ограничена, что не удовлетворяет требованиям миллисекундного отклика (500–1000 Гц).

- Недостаточная помехозащищенность аналогового тракта. Одноканальный метод съема ЭМГ чрезвычайно чувствителен к артефактам движения, наводкам от питающей сети и изменению импеданса кожи. Отсутствие цифровой изоляции приводит к ложным срабатываниям привода при малейшем смещении датчика.

• Избыточное энергопотребление и низкий ресурс привода. Используемый сервопривод обладает низким КПД, высоким током удержания и ограниченным ресурсом коллекторного двигателя, что приводит к разряду лабораторного источника питания за несколько часов работы и делает систему неавтономной.

Прогнозный горизонт: ключевые направления развития рынка бионического протезирования (3–5 лет)

Анализ текущего состояния отрасли и запросов целевых групп позволяет с высокой степенью достоверности констатировать, что в прогнозируемом горизонте 3–5 лет мировой рынок бионических протезов осуществит переход от парадигмы «замещающих конструкций» к парадигме «интегрированных нейромоторных интерфейсов». Указанная трансформация обуславливается четырьмя взаимосвязанными технологическими трендами, находящими эмпирическое подтверждение в экспериментальных разработках ведущих исследовательских лабораторий и в потребительских запросах.

Первостепенным трендом выступает отказ от пороговых алгоритмов и реактивной логики управления в пользу локальных нейросетевых моделей, реализуемых на энергоэффективных 32-битных процессорах с аппаратными ИИ-ускорителями. Существующие решения на базе 8-битных контроллеров характеризуются вынужденным упрощением обработки сигналов, что обуславливает их низкую устойчивость к вариациям типа опорной поверхности и темпа локомоции. В среднесрочной перспективе (3–5 лет) отраслевым стандартом станет мультисенсорное слияние данных (IMU, тензометрия, многоканальная ЭМГ) с частотой дискретизации не менее 1000 Гц, обеспечивающее время отклика до 10 мс – на физиологически релевантном уровне. Данная конфигурация позволит реализовать адаптацию протеза к различным типам поверхностей (асфальт, песок, обледенелые покрытия, лестничные марши) в режиме реального времени без прерывания локомоторного акта и без вовлечения пользователя в процесс управления [8].

Второй тренд связан с эволюцией приводной системы: наблюдается смещение рыночного спроса от пассивных амортизирующих элементов и коллекторных сервомоторов к высокоэффективным бесколлекторным BLDC-двигателям, оснащённым волновыми редукторами и электрогидравлическими актуаторами. Ключевым технологическим достижением в данном направлении выступает внедрение параллельного упругого актуирования, при котором привод генерирует положительную мощность исключительно в фазе активного толчка стопы, воспроизводя функциональную динамику икроножной мышцы. Такой подход обеспечивает восстановление биомеханики естественной ходьбы, снижает метаболические затраты пользователя и увеличивает продолжительность автономной работы протеза за счёт рекуперации энергии упругой деформации карбонового основания – параметра, критически значимого для лиц с высокой двигательной активностью [9].

Третий тренд отражает трансформацию интерфейса управления: одноканальные ЭМГ-датчики, отличающиеся повышенной чувствительностью к смещению электродов и влиянию потоотделения, уступают место многоканальным HD-sEMG-матрицам на гибких шлейфах, осуществляющим одновременную регистрацию биоэлектрической активности с десятков анатомических точек. Комбинация указанных сенсоров с нейросетевыми классификаторами паттернов обеспечивает распознавание двигательного намерения пользователя на ранних этапах его формирования в центральной нервной системе, что позволяет реализовать интуитивное управление угловым положением стопы как в динамических, так и в статических режимах (в том числе при управлении транспортным средством или удержании конечности в подвешенном состоянии). Достижимый уровень сенсорной детализации способствует интеграции протеза в соматосенсорную систему пользователя, трансформируя устройство из механического компенсатора в функциональное продолжение тела.

Четвёртый, наиболее перспективный тренд, который в течение ближайших пяти лет станет обязательным компонентом протезных систем верхнего ценового сегмента, заключается во внедрении двунаправленной тактильной обратной связи. Речь идёт о формировании замкнутого нейропротезного контура: датчики давления, интегрированные в носочную и пяточную зоны стопы, в реальном времени преобразуют параметры нагрузки в микротоковые импульсы, транслируемые через накожные или подкожные электроды на сохранённые нервные окончания культи. Реализация данного механизма является единственным способом компенсации «сенсорного голода», восстановления проприоцептивной обратной связи и, как следствие, снижения интенсивности фантомных болей и риска потери равновесия. Отсутствие указанного компонента детерминирует функциональную ограниченность протеза,

сводя его роль к механическому компенсаторному устройству вне рамок полноценной бионической системы [10].

Совокупность обозначенных направлений определяет формирующуюся технологическую норму, универсальную для отрасли независимо от геополитических факторов. С позиции стратегического планирования это предопределяет необходимость целенаправленного инвестирования в разработку собственной компонентной базы – от алгоритмов машинного обучения и топологии печатных плат до протоколов тактильной стимуляции. Реализация указанных направлений в горизонте 3–5 лет позволит не только достичь паритета с ведущими мировыми разработчиками, но и сформировать собственный стандарт протезирования, базирующийся на принципах предиктивности, энергоэффективности и сенсорной полноты, – стандарт, в рамках которого протез адаптируется к индивидуальным особенностям пользователя, а не наоборот.

Литература

1. Яровенко А.М., Субботин А.Ю., Ступак В.С., Димова О.А. Ампутиации нижних конечностей: анализ госпитализаций пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей в Хабаровском крае. Ретроспективное исследование // Здравоохранение Дальнего Востока. 2025. № 1. С. 45–50.
2. Андреев А.С., Петров И.В. Сравнительный анализ механических, гидравлических и микропроцессорных систем управления в протезах стопы // Вестник биомеханики. 2023. Т. 27. № 2. С. 112–119.
3. Описание продукта Meridium // Ottobock. 2022. URL: <https://www.ottobock.com/en-ca/product/1B1-2-61052> (дата обращения: 31.08.2026). [citational:6]
4. Российская микропроцессорная стопа: разработка Центра «Техномаш» // Техносфера Россия. 2026. 10 апреля. URL: <https://tehnoomsk.ru/archives/24726> (дата обращения: 31.08.2026). [citational:5]
5. Steplife: 80% деталей для протезов ног производится в России // РБК Компании. 2025. 26 марта. URL: <https://companies.rbc.ru/news/4j12QNms2k/80-detalej-dlya-rotezov-nog-proizvoditsya-v-rossii/> (дата обращения: 31.08.2026). [citational:8]
6. Солодимова Г. А., Спиркин А.Н. Информационно-измерительная система бионического протеза нижней конечности // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2018. № 1 (23). С. 67–73. DOI: 10.21685/2307-5538-2018-1-9.
7. Кабанов А.А. Разработка системы классификации жестов руки на основе сигналов электромиографии // Омский научный вестник. 2021. № 3 (177). С. 79–84. DOI: 10.25206/1813-8225-2021-177-79-84. (Про обработку ЭМГ и классификацию паттернов – это к тренду про отказ от пороговых алгоритмов и переход к нейросетевым/машинным методам.)
8. Петров М. А., Чибизов П.Е., Мелихова Е.В. и др. Алгоритмические стратегии обработки сигналов ЭМГ для обеспечения бионического управления протезами верхних конечностей // Биомедицинская радиоэлектроника. 2024. № 6. С. 23–31. DOI: 10.18127/j15604136-202406-03. (Прямо про алгоритмы и машинное обучение для ЭМГ – подходит к первому и третьему трендам про нейросетевые модели и многоканальные интерфейсы.)

ANALYSIS OF GLOBAL TRENDS AND LONG-TERM PLANNING IN THE FIELD OF ACTIVE LOWER LIMB PROSTHETICS DEVELOPMENT

Abramov A.V.

The Bonch-Bruевич St. Petersburg State University of Telecommunications

The relevance of the work is driven by the global rise in lower limb amputations (over 40 million people) and a critical drawback of existing microprocessor-controlled prosthetic feet, which operate on a reactive principle, do not utilize the user's electromyographic signals, and fail to provide active propulsion, thereby increasing the patient's cognitive load and energy expenditure. The essence of the study lies in the development and experimental testing of predictive control algorithms for a prosthetic foot based on the fusion of kinematic data and surface myographic signals (sEMG). For this purpose, a laboratory testbed was designed based on an Arduino Mega 2560 microcontroller, an analog EMG sensor, and a servo drive; tests of the “muscle contraction – foot rotation” loop were conducted with response delay evaluation, and a foresight analysis of global technological trends was performed. The main findings: the experimental results confirmed the operational feasibility of the proposed scheme; however, critical limitations of the prototype were identified – sampling rate below 500 Hz, response delay of 150–200 ms, and false triggering due to noise, rendering it unsuitable for wearable devices. Based on the foresight analysis, four modernization directions for a 3–5 year horizon were determined: transition to 32-bit platforms with neural network algorithms, implementation of BLDC actuators with energy recovery, utilization of multichannel HD-sEMG arrays, and integration of tactile feedback, which would reduce the response delay to 10 ms and enable the recognition of motor intentions.

Keywords: prosthetic foot, control system, surface electromyography (sEMG), foresight analysis.

References

1. Yarovenko A.M., Subbotin A.Yu., Stupak V.S., Dimova O.A. Lower limb amputations: analysis of hospitalizations for patients with lower limb arterial disease in Khabarovsk Krai. A retrospective study // Healthcare of the Far East. 2025. No. 1. P. 45–50.
2. Andreev A.S., Petrov I.V. Comparative analysis of mechanical, hydraulic, and microprocessor control systems in prosthetic feet // Bulletin of Biomechanics. 2023. Vol. 27. No. 2. P. 112–119.
3. Meridium product description // Ottobock. 2022. URL: <https://www.ottobock.com/en-ca/product/1B1-2-61052> (accessed: 31.08.2026). [citational:6]
4. Russian microprocessor-controlled foot: development by the Technomash Center // Technosphere Russia. 2026. April 10. URL: <https://tehnoomsk.ru/archives/24726> (accessed: 31.08.2026). [citational:5]
5. Steplife: 80% of leg prosthesis components are manufactured in Russia // RBC Companies. 2025. March 26. URL: <https://companies.rbc.ru/news/4j12QNms2k/80-de-talej-dlya-protezov-nog-proizvoditsya-v-rossii/> (accessed: 31.08.2026). [citational:8]
6. Solodimova G. A., Spirkin A.N. Information-measuring system for a bionic lower-limb prosthesis // Measurement. Monitoring. Management. Control. 2018. No. 1 (23). P. 67–73. DOI: 10.21685/2307-5538-2018-1-9.
7. Kabanov A.A. Development of a hand gesture classification system based on electromyography signals // Omsk Scientific Bulletin. 2021. No. 3 (177). P. 79–84. DOI: 10.25206/1813-8225-2021-177-79-84. (Regarding EMG processing and pattern classification—this relates to the trend of moving away from threshold-based algorithms toward neural network and machine learning methods.)
8. Petrov M. A., Chibizov P.E., Melikhova E.V., et al. Algorithmic strategies for EMG signal processing to enable bionic control of upper-limb prostheses // Biomedical Radioelectronics. 2024. No. 6. P. 23–31. DOI: 10.18127/j15604136-202406-03. (Focuses specifically on algorithms and machine learning for EMG—aligns with the first and third trends regarding neural network models and multichannel interfaces.)

Сибирская язва в Республике Дагестан: старые очаги и новые вызовы в условиях паводковой ситуации 2026 года

Абусеува Аида Сагадуллаевна,

к.м.н., доцент кафедры инфекционных болезней имени академика
Г.П. Руднева, ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
E-mail: aida39@list.ru

Шабанов Даниял Сундарович,

студент, ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
E-mail: daniyal_shabanov@mail.ru

Нурмагомедова Патина Магомедовна,

студент Российского национального исследовательского медицинского
университета им. Н.И. Пирогова
E-mail: patina.nurmagomedova1203@mail.ru

Исаева Рукият Халилбаиновна,

ассистент кафедры эпидемиологии, ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
E-mail: rukiyat.isaeva.85@mail.ru

Апандиева Соледа Бадрутдиновна,

студент ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России
E-mail: soleda77@mail.ru

Статья посвящена анализу эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Дагестан в условиях паводковой ситуации 2026 года. Республика Дагестан является энзоотичной территорией с высоким риском активизации почвенных очагов, чему способствуют наличие неучтённых скотомогильников и бесконтрольный убой скота в частных хозяйствах. В 2018–2022 гг. зарегистрировано 12 случаев заболевания среди людей, все – у непривитых лиц. С 2023 года лабораторно подтверждённых случаев среди людей не отмечено, однако эпизоотологическая обстановка остаётся напряжённой. Катастрофические паводки 2026 года затронули девять районов с наибольшим эпизоотологическим потенциалом, что создаёт угрозу размыва многолетних почвенных очагов. По данным на 2025 год, план вакцинации был перевыполнен (140,4%), однако ревакцинация выполнена лишь на 39,6%, что критически мало для поддержания иммунитета у контингентов риска. Проверки медицинских организаций выявили отсутствие оборудованных дезплощадок, неработающие дезинфекционные камеры в отдельных учреждениях, а также недостаток лекарственных средств в шести ЦРБ. Авторы делают вывод о необходимости инвентаризации скотомогильников, организации выездных прививочных бригад и завершения дооснащения стационаров для предотвращения групповых вспышек.

Ключевые слова: сибирская язва, *Bacillus anthracis*, почвенные очаги, паводки, вакцинопрофилактика, эпизоотологический мониторинг, Республика Дагестан, стационарно неблагополучные пункты, готовность медицинских организаций.

Введение

Сибирская язва (антракс) – особо опасная зоонозная инфекция с почвенным резервуаром, которая на протяжении десятилетий остаётся одной из ключевых проблем санитарно-эпидемиологического благополучия Республики Дагестан. Регион относится к числу наиболее неблагополучных территорий Северо-Кавказского федерального округа по сибирской язве, что обусловлено наличием большого количества стационарно неблагополучных пунктов, неучтённых скотомогильников и активным животноводством в частном секторе. Особую остроту проблеме придают природно-климатические особенности республики, а в 2026 году – катастрофические паводки, вызванные обильными ливневыми дождями. В зону затопления попали районы с высоким эпизоотологическим потенциалом, что создаёт реальную угрозу размыва многолетних почвенных очагов и возникновения как спорадических, так и групповых случаев заболевания среди людей и животных.

Цель исследования – представить анализ эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Дагестан в условиях паводковой ситуации, с учётом оценки динамики заболеваемости, распространённости, структуры передачи, а также показателей вакцинопрофилактики.

Материалы и методы

Исследование основано на данных официальной статистической отчётности Управления Роспотребнадзора по Республике Дагестан и Министерства здравоохранения РД, представленных в сводной справке о готовности медицинских организаций к проведению мероприятий при регистрации ООИ (по состоянию на 28.04.2026 г.). Проанализированы многолетние данные заболеваемости, результаты эпизоотологического мониторинга, сведения о вакцинации контингентов риска, а также материалы проверок противоэпидемической готовности медицинских организаций в зонах паводкового риска.

Результаты исследования

Республика Дагестан является энзоотичной по сибирской язве территорией с высоким риском активизации очагов. За последние годы регистрируются как спорадические, так и групповые случаи заболевания. В 2018 году зарегистрирован один случай в Унцукульском районе. В 2019 году отмечено четыре случая в Новолакском районе, в 2020 году – пять случаев, в 2021 и 2022 годах – по одному случаю, причём все случаи 2020–2022 годов зарегистрированы в Карабудахкентском районе и были связаны с заражением при разделке мяса крупного рогатого скота. В 2023–2025 годах лабораторно подтверждённых случаев среди людей не зарегистрировано, однако эпизоотологическая обстановка остаётся тревожной.

Основными причинами сохранения напряжённой ситуации являются наличие неучтённых скотомогильников, бесконтрольный вынужденный убой больных животных в личных подсобных хозяйствах, а также отсутствие в большинстве населённых пунктов оборудованных мест санитарного убоя и благоустроенных скотомогильников. Наибольшая степень неблагополучия отмечается в двенадцати районах республики, включая Бабаюртовский, Хасавюртовский, Кизилюртовский, Буйнакский, Карабудахкентский, Новолакский, Ботлихский, Ахвахский, Гунибский, Кайтагский, Сулейман-Стальский и Магарамкентский районы.

Паводковая ситуация 2026 года как триггер активизации очагов. Весной 2026 года на территории Республики Дагестан сложилась чрезвычайная паводковая ситуация, вызванная обильными ливневыми дождями. По данным Минздрава РД, в зону затопления попали девять районов с наибольшим эпизоотологическим потенциалом: Бабаюртовский, Буйнакский, Дербентский, Кайтагский, Карабудахкентский, Каякентский, Кизилюртовский, Кизлярский и Хасавюртовский. Паводковые воды способствуют размыву и переносу спор сибирской язви из многолетних почвенных очагов на новые территории, что существенно расширяет зону потенциального риска. Особую опасность представляют неучтённые и бесхозные скотомогильники, точное местоположение которых во многих муниципальных образованиях не документировано. По оценке специалистов, в зоне риска находятся десятки потенциальных источников инфекции.

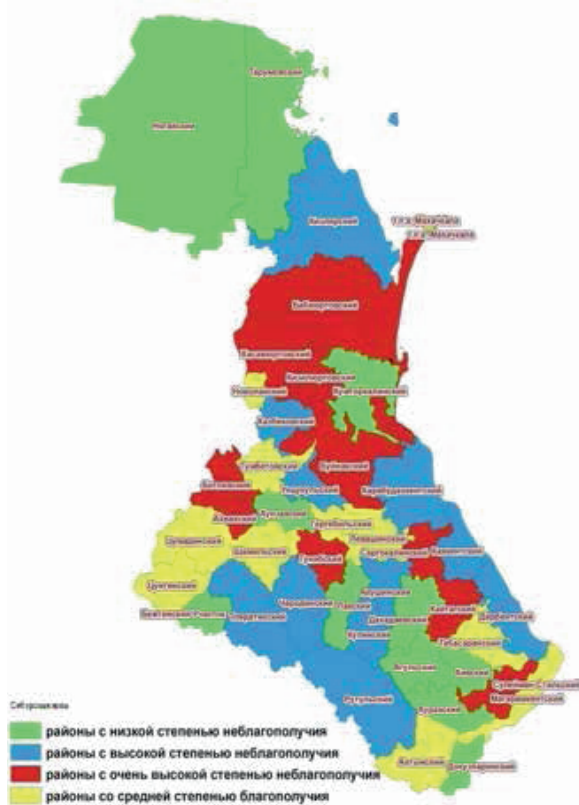


Рис. 1.

Вакцинопрофилактика: тревожные цифры. В условиях высокой эпизоотической напряжённости вакцинация остаётся главным барьером на пути распространения инфекции среди людей. Согласно представленной справке, в 2025 году иммунизация против сибирской язвы проводилась в рамках календаря профилактических прививок по эпидемическим показаниям. Однако результаты настораживают. План по вакцинации выполнен на 140,4% (привито 80 человек при плане 57), что свидетельствует о крайне низких плановых показателях, которые не соответствуют реальным масштабам риска. Ревакцинация выполнена лишь на 39,6% (иммунизировано 55 из запланированных 139), что критически мало для поддержания защитного иммунитета у контингентов риска, к которым относятся ветеринары, зоотехники, фермеры и работники мясокомбинатов. При этом среди заболевших сибирской язвой в предыдущие годы все случаи зарегистрированы у непривитых лиц, что подтверждает высокую эффективность вакцины и необходимость пересмотра объёмов профилактических мероприятий.

В ответ на паводковую угрозу Минздрав РД определил приоритетные контингенты для вакцинации в 2026 году: жители подтопленных районов (особенно сельских), сотрудники коммунальных служб и аварийных бригад, медицинские работники, задействованные в зонах ЧС, фермеры и владельцы личных подсобных хозяйств, а также лица, занятые убоём и переработкой мяса. Однако сроки, объёмы и фактическое выполнение этой программы остаются открытым вопросом, требующим оперативного контроля.

Готовность медицинских организаций. При проверке противозидемической готовности медицинских организаций в 2026 году выявлены системные проблемы, напрямую влияющие на способность купировать возможные вспышки сибирской язвы. Во многих ЦРБ, особенно в отдалённых районах, отсутствуют крытые освещённые асфальтированные площадки для обработки машин скорой помощи с подводкой воды и канализацией. Участки обращения с медицинскими отходами не соответствуют санитарным нормам: нет автономной вытяжной вентиляции, водоснабжения и водоотведения. В ряде учреждений, в частности в Южно-Сухокумской ЦГБ и Кочувейской МСЧ, дезинфекционные камеры имеются, но не подключены или не введены в эксплуатацию. Недостаточный запас лекарственных препаратов, солевых растворов и дезинфицирующих средств отмечен в Каспийской, Буйнакской, Кулинской, Рутульской, Тляринской и Цунтинской ЦРБ.

Санитарно-просветительная работа и обучение персонала. Минздравом РД совместно с Управлением Роспотребнадзора и ФКУЗ «Дагестанская противочумная станция» организованы семинары по сибирской язве для врачей и среднего медицинского персонала. В 2026 году проведён межведомственный семинар с рассмотрением вопросов клиники, диагностики,

лечения и профилактики антракса. Кроме того, проведены занятия с населением в подтопленных районах с разъяснением правил поведения при контакте с павшими животными и рекомендаций по отказу от употребления мяса вынужденно забитых животных без ветеринарного освидетельствования. Тем не менее охват населения остаётся недостаточным, особенно в труднодоступных горных и отгонных территориях, где сохраняются высокие риски контакта с инфицированным материалом.

Выводы и рекомендации

Ситуация по сибирской язве в Республике Дагестан остаётся напряжённой, а паводки 2026 года создали беспрецедентные риски активизации многолетних почвенных очагов на обширных территориях. Уровень вакцинации контингентов риска, особенно ревакцинации (лишь 39,6%), является неудовлетворительным и требует экстренной коррекции с включением в план прививок всех жителей подтопленных населённых пунктов и профессионалов, контактирующих с животными. Материально-техническая база многих медицинских организаций в зонах риска не обеспечивает полноценной противозидемической защиты из-за отсутствия оборудованных дезплощадок, функционирующих дезкамер и достаточного запаса медикаментов.

Для предотвращения групповых вспышек необходимо провести инвентаризацию всех скотомогильников в зонах затопления с их ограждением и дезинфекцией; организовать выездные прививочные бригады в паводкоопасные районы с приоритетной иммунизацией взрослого и детского населения; обеспечить бесперебойный запас противосибирезывенного иммуноглобулина и антибиотиков для этиотропной терапии (пенициллин, доксициклин, ципрофлоксацин) в каждом стационаре; усилить санитарный контроль за убоём скота и реализацией мясной продукции на стихийных рынках; завершить дооснащение дезкамер и площадок для санобработки транспорта в кратчайшие сроки.

Заключение

Сибирская язва – инфекция, которую нельзя недооценивать в условиях природных катаклизмов и сохраняющегося эпизоотического неблагополучия. Республика Дагестан стоит перед реальной угрозой подъёма заболеваемости, и только слаженная работа ветеринарной, санитарно-эпидемиологической и лечебной служб, своевременная вакцинация и информирование населения позволят предотвратить трагические последствия. Медицинские организации должны быть готовы не только на бумаге, но и материально – к приёму больных с этой тяжёлой инфекцией в любой момент.

Литература

1. Шахмарданов М.З., Абусуева А.С., Никифоров В.В., Томили Ю.Н., Бурова С.В. Сибирская язва в Дагестане: клико-эпидемиологическая характеристика групповой вспышки 2019 года, риски и прогнозы // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2019. Т. 24, № 5–6. С. 213–219.
2. Тимофеев В.С., Бахтева И.В., Титарова Г.М., Гончарова Ю.О., Дятлов И.А. Пути распространения сибирской язвы в природных экосистемах // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 3. С. 23–32. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-23-32.
3. Дугаржапова З.Ф., Чеснокова М.В., Гольдапель Э.Г., Косилко С.А., Иннокентьева Т.И., Балахонов С.В. Сибирская язва в азиатской части Российской Федерации. Сообщение 1. Исторические сведения о распространении болезни в Сибири и на Дальнем Востоке // Проблемы особо опасных инфекций. 2017. № 1. С. 54–58. DOI: 10.21055/0370-1069-2017-1-54-58.
4. Ерубаев Т.К., и др. Международное сотрудничество Казахстана в профилактике особо опасных инфекций // Проблемы особо опасных инфекций. 2022. № 3. С. 95–106. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-95-106.
5. Справка о готовности медицинских организаций Республики Дагестан к проведению мероприятий на случай регистрации ООИ. – Махачкала: Министерство здравоохранения РД, 2026. – 47 с.
6. World Health Organization. Guidelines for the surveillance and control of anthrax in human and animals. – Geneva: WHO Press, 2023. – 89 p.

ANTHRAX IN THE REPUBLIC OF DAGESTAN: PERSISTENT FOCI AND NEW CHALLENGES UNDER THE 2026 FLOOD CONDITIONS

Abusueva A.S., Shabanov D.S., Nurmagomedova P.M., Isaeva R.Kh., Apandieva S.B.

Dagestan State Medical University, Pirogov Russian National Research Medical University

The article presents an analysis of the epidemiological situation of anthrax in the Republic of Dagestan under the flood conditions of 2026. The authors emphasize that the region is an enzootic territory with a high risk of activation of soil foci, facilitated by unregistered cattle burial grounds and uncontrolled slaughter in private farms. During 2018–2022, 12 human cases were registered, all in unvaccinated individuals; since 2023, no laboratory-confirmed human cases have been reported. The catastrophic floods of 2026 affected 9 districts with the highest epizootological and epidemiological potential, posing a threat of erosion of long-standing soil foci. As of 2025, the vaccination plan was overfulfilled (140.4% – 80 vaccinated against a plan of 57), but revaccina-

tion reached only 39.6% (55 of 139 planned), critically insufficient for maintaining protective immunity in at-risk groups. Inspections of medical organizations revealed the absence of equipped disinfection platforms, non-functional disinfection chambers in certain facilities, and shortages of medications in six Central District Hospitals. The authors conclude that an inventory of cattle burial grounds, deployment of mobile vaccination teams, and completion of hospital equipping are imperative to prevent cluster outbreaks.

Keywords: anthrax, *Bacillus anthracis*, soil foci, floods, vaccine prophylaxis, epizootological monitoring, Republic of Dagestan, permanently disadvantaged settlements, medical facility preparedness.

References

1. Shakhmardanov M.Z., Abusueva A.S., Nikiforov V.V., Tomilin Yu.N., Burova S.V. Anthrax in Dagestan: clinical and epidemiological characteristics of the 2019 cluster outbreak, risks, and forecasts // *Epidemiology and Infectious Diseases*. 2019. Vol. 24, No. 5–6. P. 213–219.

2. Timofeev V.S., Bakhteeva I.V., Titareva G.M., Goncharova Yu.O., Dyatlov I.A. Pathways of anthrax spread in natural ecosystems // *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2021. No. 3. P. 23–32. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-23-32.

3. Dugarzhapova Z.F., Chesnokova M.V., Goldapel E.G., Kosilko S.A., Innokentyeva T.I., Balakhonov S.V. Anthrax in the Asian part of the Russian Federation. Report 1. Historical data on the spread of the disease in Siberia and the Far East // *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2017. No. 1. P. 54–58. DOI: 10.21055/0370-1069-2017-1-54-58.

4. Yerubayev T.K., et al. Kazakhstan's international cooperation in the prevention of particularly dangerous infections // *Problems of Particularly Dangerous Infections*. 2022. No. 3. P. 95–106. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-95-106.

5. Report on the preparedness of medical organizations in the Republic of Dagestan to respond to cases of especially dangerous infectious diseases. – Makhachkala: Ministry of Health of the Republic of Dagestan, 2026. – 47 p.

6. World Health Organization. Guidelines for the surveillance and control of anthrax in humans and animals. – Geneva: WHO Press, 2023. – 89 p.

Заболевания тканей пародонта у лиц испытывающие пиковые нагрузки: распространённость, факторы риска, патогенез и профилактика. Обзор литературы

Багинский Алексей Леонидович,

к.м.н., Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации

Заболевания пародонта относятся к числу наиболее распространённых стоматологических проблем у лиц, систематически занимающихся спортом. У спортсменов состояние тканей пародонта определяется не только уровнем гигиены полости рта, но и сочетанным влиянием интенсивных физических нагрузок, хронического стресса, особенностей питания, обезвоживания, дыхания через рот, употребления спортивных напитков и ограниченного времени для профилактических стоматологических посещений. Значимую роль могут играть изменения слюноотделения, местного иммунитета, антиоксидантной защиты и системного воспалительного ответа. Современные исследования показывают высокую распространённость гингивита и пародонтита среди спортсменов, однако результаты существенно различаются в зависимости от возраста, вида спорта, уровня спортивной квалификации и применяемых диагностических критериев. По данным систематического обзора и метаанализа, объединённая распространённость гингивита среди элитных спортсменов составила 41,4%, а пародонтита – 10,8%; при этом между исследованиями отмечалась высокая неоднородность. Пародонтальное воспаление может ухудшать качество жизни, затруднять приём пищи, нарушать сон и потенциально отрицательно влиять на тренировочную работоспособность. В статье рассмотрены современные представления о распространённости, факторах риска, патогенетических механизмах, клинической диагностике и профилактике заболеваний пародонта у спортсменов. (1).

Ключевые слова: спортсмены, заболевания пародонта, гингивит, пародонтит, спортивная стоматология, физическая нагрузка, слюна, местный иммунитет, профилактика.

Введение

Интенсивные занятия спортом предъявляют высокие требования к функциональным резервам организма и сопровождаются изменениями нейроэндокринной, иммунной и метаболической регуляции. Полость рта является одной из систем, чувствительных к воздействию физических нагрузок, недостаточной гидратации, особенностей спортивного питания и психоэмоционального напряжения (12,15,16).

Для спортсменов характерно сочетание факторов, способных повышать риск воспалительных заболеваний пародонта:

- нерегулярный режим питания и гигиены полости рта;
- частое употребление углеводных гелей, изотонических и энергетических напитков;
- обезвоживание и снижение слюноотделения;
- дыхание через рот при тренировках;
- хронический стресс и недостаточное восстановление;
- высокая частота микротравм слизистой оболочки и зубочелюстной системы;
- курение, употребление никотинсодержащих продуктов и некоторых стимуляторов;
- ограниченный доступ к стоматологической помощи во время сборов и соревнований.

Ранее заболевания пародонта у спортсменов рассматривались преимущественно как следствие неудовлетворительной гигиены. В настоящее время сформировалось представление о многофакторной природе данной патологии. Бактериальная биоплёнка остаётся основным местным этиологическим фактором, однако выраженность клинических проявлений зависит от состояния иммунной защиты, воспалительной реактивности организма, особенностей тренировочного процесса и индивидуальных факторов риска (17,18,23).

Цель настоящего обзора обобщить данные о распространённости, факторах риска, патогенетических механизмах и профилактике заболеваний пародонта у спортсменов.

Распространённость заболеваний пародонта

Систематический обзор и метаанализ, опубликованный в 2025 г., включил 10 исследований элитных спортсменов. Объединённая распространённость гингивита составила 41,4% с 95% доверительным интервалом 14,7–71,0%, а пародонтита – 10,8% с 95% доверительным интервалом 2,7–23,3%. Авторы подчёркивают, что высокая статистическая неоднородность ограничивает точность итоговых оценок и свидетельствует о необходимости унификации диагностических методик (1,2,4).

В отдельных исследованиях профессиональных и олимпийских спортсменов частота признаков воспаления дёсен была значительно выше. В обзоре литературы сообщается, что кровоточивость или наличие зубного камня выявлялись примерно у 77% спортсменов, а глубина пародонтальных карманов 4 мм и более – у 21,6%. В другой группе олимпийских спортсменов признаки гингивита выявлялись у 76%, а пародонтит – примерно у 15%. Эти показатели необходимо интерпретировать с учётом различий в дизайне исследований и критериях диагностики. (6,7,9).

Среди молодых спортсменов наиболее часто выявляются:

- хронический катаральный гингивит;
- локализованный или генерализованный гингивит;
- начальные формы пародонтита;
- кровоточивость дёсен;
- зубные отложения;
- неприятный запах изо рта;
- рецессии десны и травматические поражения пародонта.

В отечественных исследованиях у подростков-спортсменов были описаны неудовлетворительная гигиена полости рта, выраженная воспалительная реакция тканей пародонта, снижение содержания секреторного иммуноглобулина А и лизоцима в ротовой жидкости после физической нагрузки. Также отмечались нарушения антиоксидантного равновесия, проявлявшиеся изменением активности каталазы и накоплением продуктов перекисного окисления липидов (16,17,18,19,20,21,22).

В исследовании японских студентов-спортсменов положительный риск пародонтальной инфекции выявлен у 25,9% обследованных. Он

ассоциировался с болью, связанной со спортивной деятельностью, а у части спортсменов с ухудшением отдельных показателей качества жизни и субъективной оценки общего состояния здоровья (3).

Таким образом, имеющиеся данные позволяют говорить о значительной распространённости воспалительных заболеваний пародонта у спортсменов, но не дают оснований считать, что сам факт физической активности неизбежно приводит к пародонтиту. Скорее, спортивная деятельность изменяет воздействие уже известных факторов риска и может усиливать их влияние при недостаточном восстановлении и отсутствии профилактического контроля

Бактериальная биоплёнка и гигиена

Основным местным фактором развития гингивита и пародонтита является зубная биоплёнка. Недостаточная гигиена приводит к накоплению пародонтопатогенных микроорганизмов, нарушению микробного равновесия и активации воспалительного ответа.

У спортсменов нерегулярная гигиена может быть связана не столько с отсутствием мотивации, сколько с особенностями режима:

- длительные тренировочные сборы;
- частые переезды;
- проживание в гостиницах;
- ранние утренние и поздние вечерние тренировки;
- ограниченный доступ к полноценной стоматологической помощи;
- использование ортодонтических конструкций или спортивных кап;
- приём пищи и напитков непосредственно во время тренировочного процесса.

Даже при регулярной чистке зубов спортсмен может иметь высокий риск воспаления пародонта, если отсутствует межзубная гигиена и профессиональное удаление зубных отложений (5).

Интенсивные физические нагрузки

Физическая нагрузка оказывает дозозависимое влияние на иммунную систему. Умеренная физическая активность в целом благоприятна для здоровья, тогда как чрезмерные и длительные нагрузки в сочетании с недостаточным восстановлением могут сопровождаться временными нарушениями иммунной регуляции.

У спортсменов с признаками перетренированности описаны изменения местной неспецифической защиты полости рта, включая снижение активности лизоцима, изменение кислотно-основного состояния слюны и нарушение продукции иммуноглобулинов. Эти процессы могут снижать устойчивость тканей пародонта к бактериальной нагрузке.

Важно подчеркнуть, что исследования преимущественно демонстрируют ассоциации, а не прямую причинно-следственную связь между тренировочной нагрузкой и пародонтитом. Наиболее вероятно, что риск повышается при сочетании интенсивных нагрузок с обезвоживанием, недостатком сна, дефицитом энергии и плохой гигиеной.

Обезвоживание и ксеростомия

Во время интенсивной тренировки происходит потеря жидкости, а при дыхании через рот усиливается испарение воды со слизистых оболочек. В результате может снижаться скорость слюноотделения и изменяться защитная функция слюны.

Слюна участвует в:

- механическом очищении зубов;
- нейтрализации кислот;
- реминерализации эмали;
- регуляции микробного состава полости рта;
- поддержании местного иммунитета;
- защите слизистой оболочки.

При ксеростомии увеличивается адгезия микроорганизмов, ухудшается очищение зубодесневой борозды и возрастает риск накопления биоплёнки. Сухость во рту также может усиливать дискомфорт, неприятный запах и склонность слизистой оболочки к микротравмам (12).

Спортивное питание

Спортивные напитки, углеводные гели, энергетические продукты и частые перекусы могут повышать стоматологический риск. Для пародонта наибольшее значение имеют не только количество сахара, но и частота его поступления, длительность контакта с зубами и одновременное снижение слюноотделения.

Спортивные напитки часто содержат сахар и кислоты. Их регулярное употребление прежде всего связано с кариесом и эрозивным поражением зубов, однако косвенно оно может способствовать вос-

палению пародонта через увеличение микробной нагрузки и формирование зубных отложений. Современный обзор подчёркивает, что спортивное питание следует рассматривать как модифицирующий, а не единственный причинный фактор стоматологических заболеваний (5,6,7,8,10).

Дыхание через рот

Ротовое дыхание часто наблюдается при беге, плавании, игровых и циклических видах спорта, особенно при высокой интенсивности нагрузки. Оно способствует высушиванию слизистой оболочки и снижению локальных защитных механизмов.

В исследовании высококвалифицированных спортсменов ротовое дыхание было связано с повышенным риском воспалительных заболеваний пародонта. В одном из современных исследований отношение шансов для связи ротового дыхания с пародонтальными исходами составило 4,22, однако эти данные требуют подтверждения в других популяциях (6).

Психозмоциональный стресс

Соревновательный стресс активирует гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему и может изменять иммунный ответ. Хроническое повышение уровня стрессовых гормонов потенциально влияет на сосудистую реакцию дёсен, заживление тканей и воспалительную активность.

Кроме того, стресс может приводить к:

- ухудшению навыков гигиены;
- бруксизму и повышенной окклюзионной нагрузке;
- нарушению сна;
- курению или употреблению никотинсодержащих продуктов;
- снижению регулярности стоматологических посещений.

Механическая травма

У спортсменов возможны травматические повреждения дёсен и пародонта вследствие контакта, падений, ударов, неправильного использования спортивных кап и привычки удерживать предметы зубами. Хроническая травма может способствовать локальной рецессии десны, повреждению периодонтальных тканей и усилению воспаления (11).

Патогенез заболеваний пародонта у спортсменов

Патогенез воспалительных заболеваний пародонта у спортсменов имеет многофакторный характер. В его основе лежит взаимодействие микробной биоплёнки, иммунного ответа и факторов, изменяющих состояние тканей пародонта.

Местное воспаление

Накопление биоплёнки приводит к активации клеток врождённого иммунитета и высвобождению медиаторов воспаления. В начальной стадии развивается гингивит, который проявляется гиперемией, отёком и кровоточивостью дёсен. При сохранении дисбиотической микробной нагрузки и наличии факторов риска воспаление может распространяться на периодонтальную связку и альвеолярную кость (20).

Изменения местного иммунитета

У спортсменов с высокой тренировочной нагрузкой возможно временное снижение активности факторов местной защиты. К ним относятся лизоцим, секреторный иммуноглобулин А, лактоферрин, компоненты комплемента и клеточные механизмы противомикробной защиты.

Снижение уровня IgA и лизоцима после интенсивной физической нагрузки может увеличивать восприимчивость тканей полости рта к бактериальной колонизации. Однако степень и длительность этих изменений зависят от интенсивности тренировки, уровня тренированности, питания, сна и индивидуальных особенностей организма (13).

Оксидативный стресс

Интенсивная мышечная работа сопровождается усилением образования активных форм кислорода. В норме антиоксидантная система ограничивает их повреждающее действие. При чрезмерных нагрузках, недостатке восстановления и дефиците антиоксидантов может возникать дисбаланс между образованием свободных радикалов и возможностями их нейтрализации.

Оксидативный стресс способен поддерживать воспаление, повреждать клеточные мембраны и нарушать репаративные процессы в тканях пародонта. Его роль особенно значима при сочетании с бактериальной инфекцией, курением и хроническими соматическими заболеваниями.

Системное воспаление и спортивная работоспособность

Пародонтит сопровождается локальным воспалением, которое может быть связано с повышением системных маркеров воспалительной активности, включая С-реактивный белок, интерлейкин-6 и фактор некроза опухоли α . Теоретически хроническое воспаление способно влиять на восстановление мышц, утомляемость и общую переносимость физической нагрузки.

Современные данные указывают на возможную связь между выраженностью пародонтального воспаления и снижением спортивной работоспособности. В исследовании элитных спортсменов лица с признаками пародонтита имели примерно на 5,7% более низкий средний показатель максимального потребления кислорода по сравнению со спортсменами с меньшей выраженностью пародонтального воспаления: $55,9 \pm 6,7$ против $59,3 \pm 7,0$ мл/мин/кг. Однако результаты носят преимущественно наблюдательный характер и не доказывают, что пародонтит непосредственно вызывает снижение физической работоспособности (2).

Клиническая диагностика

Обследование спортсменов должно включать не только оценку зубов, но и полноценный пародонтологический скрининг.

Основные этапы обследования

1. Сбор медицинского и спортивного анамнеза.
2. Оценка гигиены полости рта.
3. Пародонтологическое обследование.
4. Лучевая диагностика.
5. Оценка функциональных факторов.
6. Лабораторные и микробиологические методы.

Профилактика и лечение

Профилактика заболеваний пародонта у спортсменов должна быть интегрирована в систему спортивной медицины. Однократный осмотр перед соревнованиями недостаточен (23).

После употребления кислых напитков не рекомендуется сразу чистить зубы, поскольку механическое воздействие на временно размягчённую эмаль может усиливать износ. В таких ситуациях целесообразно прополоскать рот водой и провести гигиену позже.

Профессиональная стоматологическая помощь

Спортсменам, особенно членам профессиональных клубов и сборных команд, необходимы:

- стоматологический осмотр до начала сезона;
- контроль состояния пародонта в течение сезона;
- лечение гингивита и пародонтита;
- удаление зубных отложений;
- обучение индивидуальной гигиене;
- коррекция спортивного питания совместно со спортивным диетологом;
- оценка сухости во рту и ротового дыхания;
- наблюдение после травм челюстно-лицевой области.

При хроническом гингивите основой лечения является устранение микробного фактора, профессиональная гигиена, обучение пациента и контроль факторов риска. При пародонтите требуется полноценная пародонтологическая терапия с последующим поддерживающим наблюдением (14).

Системное назначение антибиотиков, антисептиков и иммуномодуляторов не должно быть рутинным. Их применение возможно только по клиническим показаниям с учётом медицинского и антидопингового статуса спортсмена.

Командный подход

Оптимальная профилактическая программа должна объединять:

- стоматолога;
- спортивного врача;
- тренера;
- спортивного диетолога;
- физиотерапевта или специалиста по реабилитации;
- при необходимости – оториноларинголога и психолога (23).

Включение стоматолога в медицинскую команду особенно важно для спортсменов с высокой соревновательной нагрузкой. Современные публикации подчёркивают, что стоматологическое здоровье следует рассматривать не только как показатель общего благополучия, но и как потенциально модифицируемый компонент спортивной готовности и восстановления (22,23).

Связь заболеваний пародонта со спортивной работоспособностью

Пародонтит может влиять на спортсмена по нескольким направлениям:

- хроническая боль или кровоточивость снижают комфорт во время тренировок;
- воспаление и неприятный запах изо рта могут ухудшать качество жизни;
- болезненность при жевании способна изменять пищевое поведение;
- ограничения в питании могут ухудшать потребление белка, витаминов и минералов;
- воспалительный процесс потенциально увеличивает нагрузку на восстановительные системы организма;
- стоматологические проблемы могут приводить к пропуску тренировок или соревнований.

В исследовании олимпийских спортсменов примерно треть участников сообщила о влиянии стоматологических проблем на спортивную деятельность, включая боль, трудности участия в тренировках и снижение тренировочного объёма. Вместе с тем значительная часть исследования основана на поперечном дизайне и самооценке, поэтому причинная связь между пародонтитом и объективными показателями спортивной работоспособности остаётся недостаточно доказанной (23).

Исследование японских спортсменов также выявило связь положительного пародонтального риска с болью, связанной со спортом, и отдельными показателями качества жизни, но не доказало, что пародонтальная инфекция является самостоятельной причиной снижения спортивных результатов (4).

Поэтому в научных публикациях следует избегать чрезмерно категоричных формулировок. Корректнее говорить о потенциальном влиянии и ассоциации, а не о доказанном прямом снижении спортивной работоспособности.

Заключение

Заболевания пародонта являются значимой, но недостаточно интегрированной в спортивную медицину проблемой. У спортсменов часто выявляются гингивит, кровоточивость дёсен и начальные формы пародонтита. На риск и выраженность воспаления влияют бактериальная биоплёнка, недостаточная гигиена, обезвоживание, ротовое дыхание, спортивное питание, хронический стресс и недостаточное восстановление.

Современные данные подтверждают высокую распространённость заболеваний пародонта среди спортсменов, однако подчёркивают неоднородность исследований и необходимость более качественных проспективных работ. Возможная связь пародонтита со снижением качества жизни, болью, нарушением питания, восстановлением и спортивной работоспособностью является клинически важной, но требует дальнейшего подтверждения.

Профилактика должна включать регулярный стоматологический скрининг, профессиональную гигиену, обучение спортсменов, коррекцию питьевого и пищевого режима, лечение ротового дыхания и включение стоматолога в междисциплинарную команду спортивной медицины.

Литература

1. Campana Zamudio F., Aleman Soto V.S., Aza edo D., Hernandez V. Prevalence and Severity of Oral Conditions in Elite Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent J (Basel)*. 2025;13(12):589. doi:10.3390/dj13120589.
2. Hollander K., Eshkol-Yogev I., Zech A., Buti J., Needleman I. The influence of oral health on sports performance: an interdisciplinary perspective. *Br Dent J*. 2026;240(4):277–283. doi:10.1038/s41415-025-9348-1.
3. Hamano R., Nakata M., Nakadake M., et al. Periodontal Risk, Self-Reported Quality of Life, and Sports Performance: A Cross-Sectional Study of Japanese University Athletes. *Sports (Basel)*. 2026;14(1):18. doi:10.3390/sports14010018.
4. Needleman I., Ashley P., Fine P., et al. Oral health and elite sport performance. *Br J Sports Med*. 2015;49(1):3–6. doi:10.1136/bjsports-2014-093804.
5. Ashley P., Di Iorio A., Cole E., Tanday A., Needleman I. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2015;49(1):14–19. doi:10.1136/bjsports-2014-093617.
6. Gallagher J., Ashley P., Petrie A., Needleman I. Oral health and performance impacts in elite and professional athletes. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2018;46(6):563–568.
7. Needleman I., Ashley P., Petrie A., et al. Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic Games. *Br J Sports Med*. 2013;47(16):1054–1058. doi:10.1136/bjsports-2013-092633.

8. Needleman I., Ashley P., Meehan L., et al. Poor oral health including active caries, periodontal disease and tooth erosion in professional footballers. *Br J Sports Med.* 2016;50(1):41–45. doi:10.1136/bjsports-2015-094839.

9. Gallagher J., Ashley P., Needleman I. Implementation of a behavioural change intervention to enhance oral health behaviours in elite athletes: a feasibility study. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020;6: e000759. doi:10.1136/bmjsem-2020-000759.

10. Merle C.L., et al. Association between periodontal inflammation and athletic performance in elite athletes. *Journal of Clinical Periodontology.* 2022.

11. McKay A.K.A., Stellingwerff T., Smith E.S., et al. Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17:317–331.

12. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022.

13. Papapanou P.N., Sanz M., Buduneli N., et al. Periodontitis: Consensus report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1): S173–S182. doi:10.1002/JPER.17-0721.

14. Tonetti M.S., Greenwell H., Kornman K.S. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1): S159–S172. doi:10.1002/JPER.18-0006.

15. Свирина О.А., Антонова И.Н. Воспалительные заболевания пародонта у юных спортсменов: значение гормональных сдвигов и местной иммунной защиты ротовой полости. *Пародонтология.* 2003. № 2(27). С. 75–78.

16. Розанов Н.Н. Особенности воспалительных заболеваний пародонта у представителей разных видов спорта. *Пародонтология.* 2009. № 4(53). С. 42–45.

17. Хасанова Л.Э., Ахмедов А.А. Состояние тканей пародонта у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. *Stomatologiya.* 2019.

18. Бусыгин А.А. Особенности заболеваний пародонта у подростков-спортсменов. *Проблемы стоматологии.* 2015.

19. Пономарева А.Г., Костюк З.М., Кривошапов М.В., Царёва Т.В. Методы молекулярной диагностики при выявлении особенностей патологии полости рта у спортсменов. *Российская стоматология.* 2014;7(2):47–49.

20. Розанов Н.Н. Факторы, влияющие на стоматологический статус спортсменов и их роль в обострении воспалительных заболеваний пародонта: дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург; 2010.

21. Русак Ж.И., Багинский А.Л., Милошенко Е.В., Петрова В.В., Артамонов А.А. Влияние стоматологических и ортодонтических заболеваний на физическую работоспособность и выносливость спортсменов-единоборцев высокого класса *Медицина экстремальных ситуаций.* 2025;27(4):550–557.

PERIODONTAL DISEASES IN INDIVIDUALS SUBJECT TO PEAK PHYSICAL LOADS: PREVALENCE, RISK FACTORS, PATHOGENESIS, AND PREVENTION. A LITERATURE REVIEW

Baginsky A.L.

Central State Medical Academy

Periodontal diseases are among the most common dental problems in individuals who engage in regular sports activities. In athletes, the condition of periodontal tissues is determined not only by oral hygiene standards but also by the combined effects of intense physical exertion, chronic stress, dietary habits, dehydration, mouth breathing, sports drink consumption, and limited time for preventive dental visits. Alterations in salivary secretion, local immunity, antioxidant defense, and systemic inflammatory responses may play a significant role.

Current research indicates a high prevalence of gingivitis and periodontitis among athletes; however, results vary considerably depending on age, type of sport, level of athletic proficiency, and the diagnostic criteria employed. According to a systematic review and meta-analysis, the pooled prevalence of gingivitis among elite athletes was 41.4%, and that of periodontitis was 10.8%, with high heterogeneity observed across studies. Periodontal inflammation can impair quality of life, hinder eating, disrupt sleep, and potentially have a negative impact on athletic performance. This article reviews current understanding regarding the prevalence, risk factors, pathogenetic mechanisms, clinical diagnosis, and prevention of periodontal diseases in athletes. (1).

Keywords: athletes, periodontal diseases, gingivitis, periodontitis, sports dentistry, physical exertion, saliva, local immunity, prevention.

References

1. Campana Zamudio F., Aleman Soto V.S., Azañedo D., Hernández-Vásquez A. Prevalence and Severity of Oral Conditions in Elite Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent J (Basel).* 2025;13(12):589. doi:10.3390/dj13120589.

2. Hollander K., Eshkol-Yogev I., Zech A., Buti J., Needleman I. The influence of oral health on sports performance: an interdisciplinary perspective. *Br Dent J* 2026;240(4):277–283. doi:10.1038/s41415-025-9348-1.

3. Hamano R., Nakata M., Nakadake M., et al. Periodontal Risk, Self-Reported Quality of Life, and Sports Performance: A Cross-Sectional Study of Japanese University Athletes. *Sports (Basel).* 2026;14(1):18. doi:10.3390/sports14010018.

4. Needleman I., Ashley P., Fine P., et al. Oral health and elite sport performance. *Br J Sports Med.* 2015;49(1):3–6. doi:10.1136/bjsports-2014-093804.

5. Ashley P., Di Iorio A., Cole E., Tanday A., Needleman I. Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2015;49(1):14–19. doi:10.1136/bjsports-2014-093617.

6. Gallagher J., Ashley P., Petrie A., Needleman I. Oral health and performance impacts in elite and professional athletes. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2018;46(6):563–568.

7. Needleman I., Ashley P., Petrie A., et al. Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic Games. *Br J Sports Med.* 2013;47(16):1054–1058. doi:10.1136/bjsports-2013-092633.

8. Needleman I., Ashley P., Meehan L., et al. Poor oral health including active caries, periodontal disease and tooth erosion in professional footballers. *Br J Sports Med.* 2016;50(1):41–45. doi:10.1136/bjsports-2015-094839.

9. Gallagher J., Ashley P., Needleman I. Implementation of a behavioral change intervention to enhance oral health behaviors in elite athletes: a feasibility study. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020;6: e000759. doi:10.1136/bmjsem-2020-000759.

10. Merle C.L., et al. Association between periodontal inflammation and athletic performance in elite athletes. *Journal of Clinical Periodontology.* 2022.

11. McKay A.K.A., Stellingwerff T., Smith E.S., et al. Defining training and performance caliber: a participant classification framework. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17:317–331.

12. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022.

13. Papapanou P.N., Sanz M., Buduneli N., et al. Periodontitis: Consensus report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1): S173–S182. doi:10.1002/JPER.17-0721.

14. Tonetti M.S., Greenwell H., Kornman K.S. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol.* 2018;89(Suppl 1): S159–S172. doi:10.1002/JPER.18-0006.

15. Svirina O.A., Antonova I.N. Inflammatory periodontal diseases in young athletes: the significance of hormonal changes and local immune protection of the oral cavity. *Periodontology.* 2003. No. 2(27). pp. 75–78.

16. Rozanov N.N. Features of inflammatory periodontal diseases in representatives of different sports. *Periodontology.* 2009. No. 4(53). pp. 42–45.

17. Khasanova L.E., Akhmedov A.A. The condition of periodontal tissues in athletes involved in cyclic sports. *Dentistry.* 2019.

18. Busygin A.A. Features of periodontal diseases in adolescent athletes. *Problems of dentistry.* 2015.

19. Ponomareva A.G., Kostyuk Z.M., Krivoschapov M.V., Tsareva T.V. Methods of molecular diagnostics in identifying the characteristics of oral pathology in athletes. *Russian dentistry.* 2014;7(2):47–49.

20. Rozanov N.N. Factors influencing the dental status of athletes and their role in the exacerbation of inflammatory periodontal diseases: dis. ... cand. honey. Sci. Saint Petersburg; 2010.

21. Rusak Zh.I., Baginsky A.L., Miloshenko E.V., Petrova V.V., Artamonov A.A. The influence of dental and orthodontic diseases on the physical performance and endurance of high-class martial artists. *Medicine of extreme situations.* 2025;27(4):550–557.

Кишечная микробиота как фактор колонизационной резистентности: роль *Faecalibacterium prausnitzii* (обзор)

Бочарова Ксения Александровна,

д.м.н., заведующий кафедрой микробиологии и вирусологии
с курсом клинической иммунологии Белгородского государственного
национального исследовательского университета

Зеленова Елизавета Дмитриевна,

студент, Белгородского государственного национального
исследовательского университета

Шевцова Кристина Сергеевна,

студент, Белгородского государственного национального
исследовательского университета

Горбачева Елизавета Александровна,

студент, Белгородского государственного национального
исследовательского университета

Бурцев Андрей Русланович,

студент, Белгородского государственного национального
исследовательского университета

Кишечная микробиота является важным компонентом колонизационной резистентности и иммунного гомеостаза кишечника. Настоящая работа представляет собой обзор литературы, посвященный роли *Faecalibacterium prausnitzii* и других представителей рода *Faecalibacterium* в поддержании эпителиального барьера, продукции бутирата и модуляции воспалительного ответа. Рассмотрены данные о белке MAM (Microbial Anti-inflammatory Molecule), влиянии бактериальных метаболитов на сигнальный путь NF-κB, экспрессию белков плотных контактов и продукцию интерлейкина-10. Отдельно проанализированы сведения о генетических факторах хозяина: опубликованные ассоциативные исследования у пациентов с воспалительными заболеваниями кишечника выявили связь вариантов NOD2 с уровнем *F. prausnitzii*, однако эти данные не доказывают прямой причинной зависимости и требуют дальнейшего подтверждения. Обсуждаются перспективы использования *F. prausnitzii* как пробиотика следующего поколения, технологические ограничения, связанные с высокой чувствительностью к кислороду, и корректное применение термина «постбиотик». Наиболее убедительная доказательная база касается противовоспалительных и барьер-протективных эффектов; прямых клинических данных о профилактике конкретных инфекций у человека пока недостаточно.

Ключевые слова: *Faecalibacterium prausnitzii*, кишечная микробиота, колонизационная резистентность, бутират, эпителиальный барьер, MAM, NF-κB, NOD2, воспалительные заболевания кишечника, пробиотики следующего поколения, постбиотики.

Введение

Кишечная микробиота участвует в метаболизме пищевых субстратов, помогает созреванию иммунной системы и поддерживает барьерную функцию слизистой оболочки. Среди наиболее изученных представителей здоровой микробиоты обычно выделяют род *Faecalibacterium*: в него входят строго анаэробные бактерии, которые могут продуцировать бутират. Современные данные показывают выраженную внутривидовую и межвидовую неоднородность этого рода, поэтому результаты по отдельным штаммам не стоит автоматически переносить на все *Faecalibacterium* [1]. Снижение содержания *F. prausnitzii* многократно описали при воспалительных заболеваниях кишечника (ВЗК) и при других состояниях, которые сопровождаются дисбиозом [2]. Цель настоящего обзора – систематизировать опубликованные данные о механизмах, через которые *F. prausnitzii* может поддерживать кишечный барьер и иммунный гомеостаз, а еще оценить клиническое значение снижения ее численности и обозначить перспективы микробиом-ориентированных вмешательств.

Биологическая характеристика и место в кишечной микробиоте

Faecalibacterium prausnitzii входит в семейство Oscillospiraceae и остается одним из самых распространенных бутират-продуцирующих комменсальных толстой кишки. Современные геномные исследования показывают, что род *Faecalibacterium* нельзя считать таксономически однородным, потому что он включает несколько видов и много штаммов с разными функциональными свойствами [1]. Для интерпретации клинических исследований это важно принципиально, потому что одно и то же относительное содержание рода еще не дает одинаковый метаболический потенциал. И одинаковый иммуномодулирующий потенциал тоже не дает.

Механизмы участия *F. prausnitzii* в поддержании колонизационной резистентности

Продукция бутирата и эпителиальный барьер

F. prausnitzii ферментирует доступные углеводные субстраты и в итоге образует короткоцепочечные жирные кислоты, прежде всего бутират. Колонocyты используют бутират как значимый энергетический субстрат, плюс он участвует в регуляции барьерной функции, воспалительных сигнальных путей и локального метаболизма [2]. Экспериментальные данные еще показывают, что молекулы, связанные с *F. prausnitzii*, повышают экспрессию белков плотных контактов, включая ZO-1, и уменьшают проницаемость эпителиального монослоя [4]. Отсюда видно, что *F. prausnitzii* вносит свой вклад в резистентность к патогенам в первую очередь через поддержание целостности слизистой оболочки, а не через прямо доказанное уничтожение конкретных возбудителей.

Иммуномодулирующие эффекты

Классическая работа Sokol et al. показала, что *F. prausnitzii* и ее культуральный супернатант дают противовоспалительный эффект в моделях воспаления кишечника [3]. Потом исследователи выделили белок MAM, и он подавляет активацию NF-κB. Современные исследования еще и подтверждают, что активность MAM у разных штаммов различается, это дополнительно подчеркивает, что потенциальные пробиотики нужно оценивать штамм-специфически [5]. Наряду с MAM сейчас обсуждают и другие секретируемые метаболиты, и молекулярные эффекторные соединения. В сумме эти механизмы могут снижать избыточную продукцию провоспалительных медиаторов и поддерживать регуляторные иммунные ответы.

Генетические факторы хозяина и NOD2

Связь между генетикой хозяина и составом микробиоты здесь не стоит подавать как результат собственных экспериментов, если таких экспериментов не было. Исследование Aschard et al. уже публиковали, и оно включало анализ нескольких генетических вариантов риска ВЗК и бактериальных таксонов. Авторы выявили и реплицировали ассоциации между вариантами NOD2 и *F. prausnitzii* [6]. Важно, что это именно

ассоциация, а не доказательство прямого механизма «ген — колонизация». Такая связь может отражать сложное взаимодействие генетической предрасположенности, иммунного ответа, воспаления, питания, терапии и экологических характеристик микробиоты. Поэтому NOD2 логично рассматривать как один из возможных факторов, которые меняют микробный профиль при ВЗК, а не как единственную причину дефицита *F. prausnitzii*.



Рис. 1. Основные механизмы участия *Faecalibacterium* в поддержании кишечного гомеостаза. Схема составлена авторами по данным [1–5, 8]

Клиническое значение снижения *Faecalibacterium*

Наиболее воспроизводимая клиническая ассоциация здесь все еще одна: при болезни Крона и других воспалительных состояниях кишечника снижается *Faecalibacterium*. В исследовании 2025 г. авторы применяли видоспецифичные количественные ПЦР-подходы и у пациентов с болезнью Крона зафиксировали снижение сразу нескольких видов *Faecalibacterium*, причем профиль отличался при обострении и в ремиссии [7]. Эти данные поддерживают идею использовать представителей рода как потенциальные биомаркеры, но они не дают права считать снижение *F. prausnitzii* самостоятельной причиной заболевания.

Но связь *F. prausnitzii* именно с инфекционной заболеваемостью изучили заметно слабее, чем ее связь с ВЗК и воспалением. Теоретически это выглядит понятно: бактерия может усиливать эпителиальный барьер, поддерживать бутиратный обмен и уменьшать избыточное воспаление. За счет этого устойчивость кишечной экосистемы к колонизации патогенами может расти. Что касается клиники — тут хуже. Пока не хватает исследований у человека, где увеличение *F. prausnitzii* надежно снижало бы частоту *Clostridioides difficile*-инфекции, сальмонеллеза или других конкретных инфекций. Поэтому формулировки про «защиту от инфекций» стоит трактовать как перспективное направление, а не как уже установленный лечебно-профилактический эффект.

Пробиотики следующего поколения и перспективы терапевтического применения

Практическое использование живых культур *F. prausnitzii* сильно осложняет их высокая чувствительность к кислороду, плюс отдельно встают требования к культивированию, хранению и доставке в толстую кишку. В 2023 г. Khan et al. показали подход, где *F. prausnitzii* адаптируют к кратковременному воздействию кислорода и одновременно разрабатывают симбиотический продукт с *Desulfovibrio piger*; работа включала доклинический этап и исследование переносимости у человека [8].

Но такие технологии пока только подтверждают саму принципиальную возможность создавать препараты следующего поколения. Дальше все упирается в стандартизацию штаммов, доз и клинических конечных точек.

Функциональные свойства *F. prausnitzii* могут заметно различаться уже на уровне штаммов. Исследование Seo et al. это показало на примере двух изолятов: их противовоспалительная активность различалась, хотя MAM-последовательности оставались высоко сходными [9]. Из-за этого будущие препараты стоит оценивать по конкретному штамму, а не только по видовому названию.

Постбиотики: терминология и место продуктов *F. prausnitzii*

Термин «постбиотик» в литературе используют неоднозначно. Согласно консенсусу International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), постбиотиком стоит называть препарат инактивированных микроорганизмов и/или их компонентов, который приносит доказанную пользу хозяину [10]. Изолированные метаболиты сами по себе, включая очищенный бутират, под это определение не попадают.

Но бесклеточный супернатант *F. prausnitzii* или отдельные молекулы MAM поэтому правильнее описывать как бактериальные метаболиты, секретируемые продукты или молекулярные эффекторы, если сам препарат не отвечает критериям постбиотика. Перспективность рода *Faecalibacterium* при этом сохраняется. Современный обзор 2026 г. относит его к числу важных кандидатов для микробиом-ориентированной профилактики и терапии, и там же авторы отдельно подчеркивают необходимость безопасных систем доставки и подтверждения функциональных эффектов в контролируемых клинических исследованиях [11].

Ограничения имеющихся данных

Интерпретация литературы по *F. prausnitzii* упирается в несколько ограничений. Значительную часть данных исследователи получили на животных моделях колита или вообще *in vitro*, поэтому напрямую переносить это на клиническую профилактику инфекций у человека нельзя.

Относительное содержание этой бактерии заметно зависит от диеты, лекарственной терапии, возраста, географии, а еще от самой методики секвенирования или ПЦР. Современная таксономия рода *Faecalibacterium* тоже добавила проблем, потому что она показала существенную видовую и штаммовую неоднородность [1, 7]. И еще одна вещь: сама ассоциация между низкой численностью *F. prausnitzii* и заболеванием не всегда дает понять, куда идет причинная связь. Причины тут неочевидны.

Выводы

Faecalibacterium prausnitzii и близкие к нему виды занимают важное место в кишечной микробиоте. Их связывают с продукцией бутирата, поддержанием эпителиального барьера и с регуляцией воспалительного ответа. Наиболее сильные механистические данные касаются влияния на NF-κB, на экспрессию белков плотных контактов, на продукцию противовоспалительных медиаторов, а еще на активность MAM [3–5]. Что касается генетики — связь вариантов NOD2 с уровнем *F. prausnitzii* уже описали в опубликованных генетико-микробиомных исследованиях, но принимать это за уже доказанный прямой причинный механизм все же не стоит [6].

Снижение *Faecalibacterium* при болезни Крона подтверждают современные клинические данные [7]. Разработка пробиотиков следующего поколения выглядит перспективно, но здесь нужно учитывать штаммовую специфичность, строгую анаэробность и отдельно клиническую валидацию [8, 9]. Термин «постбиотик» тоже нельзя расширять без границ: его стоит применять так, как это закрепляет международный консенсус, и не подменять им любой бактериальный метаболит [10]. В итоге *F. prausnitzii* можно обоснованно рассматривать как маркер и как потенциальный модификатор здоровой кишечной экосистемы, тогда как доказательств прямой профилактики конкретных инфекций у человека пока мало.

Литература

- Martín R., Rios-Covian D., Huillet E. et al. *Faecalibacterium*: a bacterial genus with promising human health applications // *FEMS Microbiology Reviews*. 2023. Vol. 47, № 4. Art. fuad039. DOI: 10.1093/femsre/fuad039.
- Leylabadlo H.E., Ghotaslou R., Feizabadi M.M. et al. The critical role of *Faecalibacterium prausnitzii* in human health: an overview // *Microbial Pathogenesis*. 2020. Vol. 149. Art. 104344. DOI: 10.1016/j.micpath.2020.104344.
- Sokol H., Pigneur B., Watterlot L. et al. *Faecalibacterium prausnitzii* is an anti-inflammatory commensal bacterium identified by gut microbiota analysis of Crohn disease patients // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2008. Vol. 105, № 43. P. 16731–16736. DOI: 10.1073/pnas.0804812105.
- Xu J., Liang R., Zhang W. et al. *Faecalibacterium prausnitzii*-derived microbial anti-inflammatory molecule regulates intestinal integrity in diabetes mellitus mice via modulating tight junction protein expression // *Journal of Diabetes*. 2020. Vol. 12, № 3. P. 224–236. DOI: 10.1111/1753-0407.12986.
- Auger S., Kropp C., Borrás-Nogues E. et al. Intraspecific diversity of Microbial Anti-Inflammatory Molecule (MAM) from *Faecalibacterium prausnitzii* // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 3. Art. 1705. DOI: 10.3390/ijms23031705.
- Aschard H., Laville V., Tchetgen Tchetgen E. et al. Genetic effects on the commensal microbiota in inflammatory bowel disease patients // *PLoS Genetics*. 2019. Vol. 15, № 3. Art. e1008018. DOI: 10.1371/journal.pgen.1008018.
- McLellan P., Auger S., Goudiaby M.T. et al. *Faecalibacterium* diversity in the gut microbiome of Crohn's disease patients // *United Eu-*

ropean Gastroenterology Journal. 2025. Vol. 13, № 8. P. 1480–1490. DOI: 10.1002/ueg2.70023.

8. Khan M.T., Dwibedi C., Sundh D. et al. Synergy and oxygen adaptation for development of next-generation probiotics // *Nature*. 2023. Vol. 620, № 7973. P. 381–385. DOI: 10.1038/s41586-023-06378-w.

9. Seo B., Jeon K., Kim W.-K. et al. Strain-specific anti-inflammatory effects of *Faecalibacterium prausnitzii* strain KBL1027 in Koreans // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2025. Vol. 17, № 3. P. 1711–1724. DOI: 10.1007/s12602-024-10213-7.

10. Salminen S., Collado M.C., Endo A. et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2021. Vol. 18, № 9. P. 649–667. DOI: 10.1038/s41575-021-00440-6.

11. Sabater C., Vázquez X., Duncan S.H. mGem: *Faecalibacterium*, an important protector of gut health // *mBio*. 2026. Vol. 17, № 1. Art. e0277625. DOI: 10.1128/mbio.02776-25.

INTESTINAL MICROBIOTA AS A FACTOR OF COLONIZATION RESISTANCE: THE ROLE OF *FAECALIBACTERIUM PRÄUSNITZII* (REVIEW)

Bocharova K.A., Zelenova E.D., Shevtsova K.S., Gorbacheva E.A., Burtsev A.R.
Belgorod State National Research University

The intestinal microbiota is an important component of colonization resistance and intestinal immune homeostasis. This narrative review summarizes current evidence on the role of *Faecalibacterium prausnitzii* and related *Faecalibacterium* species in maintaining the epithelial barrier, producing butyrate, and modulating inflammatory responses. Particular attention is given to the microbial anti-inflammatory molecule (MAM), bacterial metabolites affecting NF- κ B signaling, tight-junction proteins, and interleukin-10 production. Host genetic factors are also discussed: association studies in inflammatory bowel disease have linked NOD2 variants with *F. prausnitzii* abundance, but these findings do not establish a direct causal mechanism and require further validation. The review considers the development of *F. prausnitzii* as a next-generation probiotic, technical limitations caused by its extreme oxygen sensitivity, and the appropriate use of the term postbiotic. The strongest evidence currently supports anti-inflammatory and barrier-protective effects, whereas direct clinical evidence that *F. prausnitzii* prevents specific human infections remains limited.

Keywords: *Faecalibacterium prausnitzii*, intestinal microbiota, colonization resistance, butyrate, epithelial barrier, MAM, NF- κ B, NOD2, inflammatory bowel disease, next-generation probiotics, postbiotics.

References

1. Martín R., Rios-Covian D., Huillet E. et al. *Faecalibacterium*: a bacterial genus with promising human health applications // *FEMS Microbiology Reviews*. 2023. Vol. 47, № 4. Art. fuad039. DOI: 10.1093/femsre/fuad039.

2. Leylabadlo H.E., Ghotaslou R., Feizabadi M.M. et al. The critical role of *Faecalibacterium prausnitzii* in human health: an overview // *Microbial Pathogenesis*. 2020. Vol. 149. Art. 104344. DOI: 10.1016/j.micpath.2020.104344.

3. Sokol H., Pigneur B., Watterlot L. et al. *Faecalibacterium prausnitzii* is an anti-inflammatory commensal bacterium identified by gut microbiota analysis of Crohn disease patients // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 2008. Vol. 105, № 43. P. 16731–16736. DOI: 10.1073/pnas.0804812105.

4. Xu J., Liang R., Zhang W. et al. *Faecalibacterium prausnitzii*-derived microbial anti-inflammatory molecule regulates intestinal integrity in diabetes mellitus mice via modulating tight junction protein expression // *Journal of Diabetes*. 2020. Vol. 12, № 3. P. 224–236. DOI: 10.1111/1753-0407.12986.

5. Auger S., Kropp C., Borrás-Nogues E. et al. Intraspecific diversity of Microbial Anti-Inflammatory Molecule (MAM) from *Faecalibacterium prausnitzii* // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 3. Art. 1705. DOI: 10.3390/ijms23031705.

6. Aschard H., Laville V., Tchetgen Tchetgen E. et al. Genetic effects on the commensal microbiota in inflammatory bowel disease patients // *PLoS Genetics*. 2019. Vol. 15, № 3. Art. e1008018. DOI: 10.1371/journal.pgen.1008018.

7. McLellan P., Auger S., Goudiaby M.T. et al. *Faecalibacterium* diversity in the gut microbiome of Crohn's disease patients // *United European Gastroenterology Journal*. 2025. Vol. 13, № 8. P. 1480–1490. DOI: 10.1002/ueg2.70023.

8. Khan M.T., Dwibedi C., Sundh D. et al. Synergy and oxygen adaptation for development of next-generation probiotics // *Nature*. 2023. Vol. 620, № 7973. P. 381–385. DOI: 10.1038/s41586-023-06378-w.

9. Seo B., Jeon K., Kim W.-K. et al. Strain-specific anti-inflammatory effects of *Faecalibacterium prausnitzii* strain KBL1027 in Koreans // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2025. Vol. 17, № 3. P. 1711–1724. DOI: 10.1007/s12602-024-10213-7.

10. Salminen S., Collado M.C., Endo A. et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2021. Vol. 18, № 9. P. 649–667. DOI: 10.1038/s41575-021-00440-6.

11. Sabater C., Vázquez X., Duncan S.H. mGem: *Faecalibacterium*, an important protector of gut health // *mBio*. 2026. Vol. 17, № 1. Art. e0277625. DOI: 10.1128/mbio.02776-25.

Дополнительные возможности изучения топографической анатомии и оперативной хирургии с использованием современных технологий

Калинин Роман Генрихович,

к.м.н., доцент кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии Северного государственного медицинского университета, Россия
E-mail: kalininrom@yandex.ru

Мартынова Наталья Алексеевна,

д.м.н., профессор кафедры топографической анатомии и оперативной хирургии Северного государственного медицинского университета
E-mail: mativala@mail.ru

Веселков Иван Романович,

студент Северного государственного медицинского университета
E-mail: veselievmede@mail.ru

Сергеева Софья Сергеевна,

студент Северного государственного медицинского университета
E-mail: flowerinthesssky@yandex.ru

Семаков Антон Евгеньевич,

студент Северного государственного медицинского университета
E-mail: semakovanton04@mail.ru

Преподавание топографической анатомии и оперативной хирургии в современной медицинской школе сталкивается с системными вызовами: сокращение аудиторных часов, дефицитом трупного материала, этическими ограничениями и необходимостью формирования у студентов устойчивых пространственных представлений о сложных анатомических областях. Требуется унификация критериев оценки эффективности и разработка стандартизированных педагогических шкал.

Ключевые слова: топографическая анатомия, оперативная хирургия, искусственный интеллект, виртуальная реальность, медицинское образование.

Введение

Классическое преподавание топографической анатомии и оперативной хирургии на протяжении десятилетий базировалось на препарировании трупного материала, изучении музейных препаратов и иллюстрированных атласов. Однако современная дисциплина переживает системный кризис: сокращение аудиторных часов, эτικο-правовые ограничения и снижение доступности биологического материала вынуждают искать новые подходы в преподавании и изучении [1]. В настоящее время есть необходимость цифровой трансформации дисциплины с использованием современных технологий, однако их внедрение в российских ВУЗах идет неравномерно, а их педагогический потенциал остается недооцененным [2,3]. Параллельно с этим в мировом медицинском образовании активно развиваются три технологических направления. Первое – искусственный интеллект (ИИ/AI), который способен генерировать клинические вариативные анатомические сценарии, но несет риски «галлюцинаций» при неверной разметке данных [4]. Второе – 3D-визуализация и печать: подтверждается ее высокая эффективность для всех уровней подготовки [5]. Третье – виртуальная реальность (VR), которая улучшает краткосрочные и долгосрочные результаты обучения по сравнению с традиционными методами [6]. Особую значимость приобретают работы, демонстрирующие возможность интеграции этих технологий в единое образовательное пространство. Так, Zhao и соавт. показали, что современное преподавание топографической анатомии и изучение 3D-КТ/МРТ на основе изучения клинических случаев (CBL) статистически значимо повышает как теоретические знания, так и клиническую компетентность студентов [7]. Ramspott и соавт. в пилотном исследовании подтвердили, что VR-симуляционные элементы в топографических областях улучшает понимание послойного строения анатомических структур [8].

Цель исследования: на основе критического анализа доступной литературы определить наиболее эффективные сценарии применения современных технологий (AI, 3D, VR) в преподавании топографической анатомии и оперативной хирургии, а также выявить нерешенные проблемы и перспективные направления.

Материалы и методы

Проведен аналитический обзор публикаций за последние 10 лет. Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, eLibrary, Google Scholar по ключевым словам: «топографическая анатомия», «оперативная хирургия», «искусственный интеллект», «3D-печать», «виртуальная реальность», «медицина», «медицинское образование», «учебная программа», «анатомия», «клиническая анатомия», «хирургическое мышление», «роботизированная хирургия», «стол «Пирогов», «анатомический стол», «моделирование», «интерактивный анатомический атлас», «трехмерная топография органов», «компетенции», «методы обучения» на русском и английском языках. Первичный поиск выявил 87 публикаций, из которых после удаления дубликатов и скрининга по заголовкам и аннотациям отобрано 37 потенциально релевантных работ. После полного текстового анализа в окончательный список включено 17 источников: 4 работы отечественных и 13 иностранных авторов. Критерии включения: прямое отношение к преподаванию топографической анатомии и оперативной хирургии, использование AI, 3D, VR в качестве образовательного инструмента, наличие количественных показателей эффективности (тестовые баллы, время выполнения заданий, частота ошибок, субъективная оценка студентов), публикация в рецензируемом журнале. Критерии исключения: работы, посвященные исключительно диагностике или лечению без образовательного компонента, а также статьи, не содержащие оригинальных данных (кроме авторитетных обзоров), материалы конференции и авторефераты диссертаций. Отобранные статьи распределены по трем блокам: 4 статьи, посвященные искусственному интеллекту, 7 статей – 3D-технологиям, 3 статьи – виртуальной реальности.

Результаты и обсуждение

Искусственный интеллект

Wang и соавт. провели исследование с использованием AI-генеративных визуальных ресурсов для обучения офтальмологической анатомии. В эксперименте участвовали студенты с разным уровнем подготовки. Авторы продемонстрировали, что AI-ресурсы повышают удовлетворенность студентов и их вовлеченность, однако прирост фактических

знаний был умеренным, а когнитивная нагрузка не снижалась. Это указывает на «эффект новизны», который не всегда коррелирует с глубоким усвоением материала. Примечательно, что студенты с клиническим опытом извлекали из AI-ресурсов больше пользы [9].

Более убедительные результаты получены в рандомизированном контролируемом исследовании Nipoti и соавт., в котором участвовали студенты-медики, а авторы оценивали эффективность AI-навигационной системы при обучении лапароскопической холецистэктомии. Студенты, обучающиеся с AI-поддержкой, демонстрировали распознавание анатомических ориентиров (пузырный проток, пузырная артерия, общий желчный проток) на уровне, сопоставимом с группой, обучавшейся под непосредственным руководством хирурга. Разница в точности идентификации структур между группами не достигала статистической значимости ($p > 0.05$), что подтверждает потенциал AI как эффективного заменителя части преподавательских функций [10].

Обзор Lazarus и соавт. сообщает данные о применении AI в клиническом анатомическом образовании. Авторы выделяют три ключевых области: генерация проанализированных анатомических изображений, автоматическая сегментация и маркировка структур на медицинских изображениях, создание интерактивных образовательных сценариев. Однако подчеркиваются и серьезные риски: «галлюцинации» AI (генерация несуществующих анатомических вариантов), этические проблемы использования пациентских данных и необходимость валидации каждой AI-системы перед внедрением в учебный процесс [4].

Shaw и соавт. в скопинг-обзоре 2025 года проанализировали 48 публикаций по эффективности AI в медицинском образовании. Основной вывод: AI наиболее эффективен в задачах пространственной ориентации и визуализации сложных структур, но слабо влияет на развитие моторных навыков и клиническое принятие решений. Авторы призывают к разработке стандартизированных протоколов оценки и предупреждают, что AI должен внедряться как дополнительный, а не замещающий инструмент [11].

3D-технологии

Наибольшее количество доказательств в проанализированной литературе относится к 3D-технологиям. Классическая работа Marconi и соавт. остается референсной: в исследовании с участием студентов-медиков авторы сравнили эффективность 3D-печатных моделей и традиционных атласов при изучении топографической и оперативной хирургии. Группа, работавшая с 3D-моделями, показала 53,9% правильных ответов против 39,2% в контрольной группе ($p < 0.01$), а время выполнения заданий сократилось на 18%. Эти данные легли в основу многих последующих работ [12].

Drevet и соавт. применили 3D-визуализацию и печать для обучения сегментарной анатомии легких. Авторы создали физические модели легких с цветовым кодированием бронхососудистых структур. В пред- и пост-тестировании участвовали 42 студента: прирост знаний составил 28% ($p < 0.001$), причем наибольший эффект отмечен у студентов, ранее не знакомых с торакальной хирургией. Авторы подчеркивают, что 3D-печать особенно ценна для изучения сложных топографических областей с вариантной анатомией [13].

Mohammad и соавт. в обзоре по нейроофтальмологической хирургии акцентируют внимание на мотивационном компоненте: 3D-модели и цифровые технологии значительно повышают интерес студентов к сложным топографическим областям (орбита, хиазма, кавернозный синус). Авторы отмечают, что 3D-визуализация помогает преодолеть «пространственный барьер», характерный для нейроанатомии [14].

Kılıç и соавт. предложили инновационный подход: студенты сами создавали 3D-модели анатомических структур на основе КТ-данных. В рандомизированном исследовании группа «активных создателей» показала на 27% более высокие результаты в тестах по топографической анатомии по сравнению с группой, использовавшей готовые модели. Этот результат указывает на важность вовлечения студентов в процесс конструирования знаний [15].

Мета-анализ Wang и соавт. объединил 21 исследование с участием 1784 студентов и ординаторов. Стандартизированная разница средних (SMD) для 3D-визуализации составила 0.89 ($p < 0.001$) – это высокий уровень эффекта. Наибольший прирост отмечен у студентов младших курсов (пространственное мышление) и у ординаторов (хирургическое планирование). Регрессионный анализ показал, что эффективность зависит от интерактивности: пассивный просмотр 3D-моделей дает меньший эффект, чем возможность манипулировать объектами [5].

Российский опыт представлен работой Тарасовой О.А. и соавт., где интерактивный анатомический атлас «Пирогов» использован для CBL-занятий по топографической анатомии. Студенты отмечали высокую наглядность (9.2 из 10) и возможность быстрой смены клинических сценариев. Преподаватели подчеркнули, что стол позволяет демон-

стрировать как нормальную, так и патологическую анатомию в динамике, что невозможно на трупном материале [16].

Zhao и соавт. провели рандомизированное контролируемое исследование с участием 68 студентов, сравнив традиционное преподавание топографической анатомии с интегрированным курсом, включающим 3D-визуализацию (КТ и МРТ) и CBL-методику. Экспериментальная группа показала статистически значимо более высокие результаты в теоретических тестах (70.2 ± 26.2 против 59.0 ± 16.6 , $p = 0.015$) и в 4 из 5 измерений учебной нагрузки. Особенно выражен эффект у студентов, впервые изучающих анатомию – прирост в распознавании 3D-изображений составил 22% ($p < 0.01$) [7].

Виртуальная реальность

Ramspott и соавт. в пилотном исследовании внедрили VR-технологии для обучения топографической анатомии и оперативной хирургии для 30 студентов-медиков. Участники проходили интерактивную симуляцию по топографическим областям (паховая область, забрюшинное пространство, средостение) с возможностью послойного «разбора» анатомических структур. Вовлеченность студентов оценивалась по шкале IMI (Intrinsic Motivation Inventory) и составила 6.2 из 7, что значительно выше, чем в контрольной группе (4.1). При этом прирост теоретических знаний был умеренным (+11%), но понимание пространственного строения улучшилось на 34% [8].

Систематический обзор Odogwu и соавт. объединил 14 рандомизированных контролируемых исследований по эффективности VR-симуляции в преподавании анатомии. Средний прирост знаний составил 12.3% по сравнению с традиционным обучением, а в практических навыках (время выполнения хирургического доступа) – сокращение на 22% ($p < 0.05$). Наиболее эффективными признаны интерактивные сценарии с тактильной обратной связью и возможностью повторения ошибок без последствий [6].

Мета-анализ Zhao и соавт. уточняет: эффективность VR сильно зависит от дизайна. Пассивный просмотр 3D-видео в VR-гарнитуре дает эффект, сравнимый с просмотром обычного видео (SMD=0.32, $p = 0.08$). Однако интерактивные VR-симуляторы с возможностью манипуляции и обратной связью показывают высокую эффективность (SMD=0.91, $p < 0.001$). Авторы также отмечают, что VR наиболее полезен для «редких» хирургических доступов, которые невозможно отработать на трупе [17].

Проведенный анализ 17 публикаций, отобранных по строгим критериям релевантности, позволяет сформировать целостное представление о современном состоянии и перспективных использованиях цифровых технологий в преподавании топографической анатомии и оперативной хирургии. Прежде всего, следует констатировать, что все три рассмотренных технологических направления – искусственный интеллект, 3D-визуализация и виртуальная реальность – демонстрируют положительные образовательные эффекты, однако степень их доказательности и область оптимального применения существенно различаются. Наиболее убедительная и многочисленная доказательная база на сегодняшний день накоплена в отношении 3D-технологий: от классических работ Marconi и соавт., показавших преимущество 3D-печатных моделей перед традиционными атласами, до мета-анализа Wang и соавт., подтвердившего высокий стандартизированный эффект (SMD=0.89, $p < 0.001$) при использовании 3D-визуализации в анатомическом образовании [12]. Примечательно, что эффективность 3D-инструментов не является однородной: регрессионный анализ, выполненный Wang и соавт. показал, что наибольший прирост знаний наблюдается у студентов младших курсов, у которых пространственное мышление еще находится в стадии формирования, а также у ординаторов, для которых 3D-моделирование становится инструментом хирургического планирования [5]. Это указывает на то, что 3D-технологии решают различные дидактические задачи на разных этапах профессиональной траектории: от базового понимания топографии до предоперационной подготовки.

Особого внимания заслуживает работа Kılıç и соавт., которая смещает акцент с пассивного потребления 3D-контента на активное его создание студентами. В этом исследовании группа студентов, самостоятельно конструировавших 3D-модели на основе КТ-данных, показала на 27% более высокие результаты по сравнению с группой, использовавшей готовые модели. Данный феномен может быть объяснен в рамках теории конструктивизма, согласно которой глубина усвоения материала прямо пропорциональна степени вовлеченности обучающегося в процесс «сборки» знания. Этот вывод имеет прямое методическое значение: внедрение 3D-технологий на кафедрах не должно сводиться к демонстрации готовых моделей – напротив, максимальный педагогический эффект достигается при организации самостоятельной работы студентов с программными средствами сегмента-

ции и визуализации, что, однако, требует дополнительных временных и технических ресурсов.

В свою очередь, технология виртуальной реальности, хотя и имеет менее обширную доказательную базу, демонстрирует уникальные преимущества, которые не могут быть обеспечены другими средствами. Как показано в систематическом обзоре Odogwu и соавт. VR-симуляция дает средний прирост знаний в 12,3% и сокращает время выполнения хирургических приемов на 22%, однако эти цифры значительно варьируют в зависимости от дизайна вмешательства [6]. Мета-анализ Zhao и соавт. вносит важное уточнение: пассивный просмотр стереоскопического видео в VR-гарнитуре дает эффект, сопоставимый с просмотром обычного двухмерного видео ($SMD=0.32$, $p=0.08$), тогда как интерактивные симуляторы с тактильной обратной связью и возможностью многократного повторения манипуляций показывают высокую эффективность ($SMD=0.91$, $p<0.001$). Это различие принципиально для планирования образовательного процесса: приобретение дорогостоящего VR-оборудования оправдано лишь при условии разработки полноценных интерактивных сценариев с обратной связью, а не простой «виртуальной экскурсии» [17]. Пилотное исследование Ramspott и соавт. подтверждает этот тезис: разработанная ими VR-симуляция по топографической анатомии с возможностью последующего «разбора» структур повысил понимание пространственного расположения анатомических структур на 34% при умеренном приросте теоретических знаний (+11%), что свидетельствует о специфическом вкладе VR именно в пространственное, а не фактологическое обучение [8].

Наиболее сложным и дискуссионным направлением представляется применение искусственного интеллекта. В отличие от VR и 3D, чьи образовательные эффекты уже достаточно хорошо измерены, AI находится в фазе активного становления и его место в педагогическом процессе остается предметом оживленных дискуссий. С одной стороны, исследование Ninomiya и соавт. демонстрируют впечатляющие результаты: студенты, обучившиеся с AI-навигацией при лапароскопической холецистэктомии, распознавали критические анатомические ориентиры на уровне, сопоставимом с группой под руководством опытного хирурга. Этот результат открывает перспективы использования AI как эффективного «ассистента преподавателя», способного частично взять на себя функцию контроля и коррекции при отработке практических навыков [10]. С другой стороны, Lazarus и соавт. предостерегают от поспешного внедрения: генеративные AI-модели склонны к «галлюцинациям» — созданию анатомически неверных, но визуально правдоподобных структур, что в контексте топографической анатомии, где вариативность нормы и так велика, может привести к закреплению ошибочных представлений [4]. Shaw и соавт. в своем скопинг-обзоре дополняют эту картину, отмечая, что AI наиболее эффективен в задачах визуализации и пространственной ориентации, но слабо влияет на развитие моторных навыков и клинического мышления. Таким образом, на современном этапе AI целесообразно рассматривать как дополнительный инструмент, требующий обязательного редактирования, проверки и контроля со стороны преподавателя, а не как замену традиционным методам.

Особый интерес представляют работы, выходящие за рамки изолированного применения одной технологии и исследующие эффекты их интеграции. Zhao и соавт. показали, что совместное преподавание топографической анатомии и томографической анатомии (3D-KT, MPT) на основе клинических случаев дает синергетический эффект: экспериментальная группа студентов превзошла контрольную не только по теоретическим тестам (70.2 ± 26.2 против 59.0 ± 16.6 ; $p=0.015$), но и по четырем из пяти измерений субъективной оценки обучения. При этом авторы выявили важный дифференцированный эффект: у студентов, которые впервые начали изучение анатомии, наблюдался наибольший прирост в распознавании 3D-изображений (+22%). Это свидетельствует о том, что гибридные модели обучения позволяют адаптировать содержание под исходный уровень подготовки обучающихся, реализуя принцип персонализации, который при изолированном применении технологий достигается с трудом.

Нельзя обойти вниманием и российский контекст, представленный в анализируемой выборке четырьмя публикациями. Фомин Н.Ф. и соавт. поднимают проблему системного кризиса преподавания топографической анатомии и оперативной хирургии, связывая его с сокращением часов, дефицитом трупного материала и несоответствием между классической программой и запросами клинической практики [1]. Волков С.И. и соавт., описывая современные аспекты преподавания, еще в 2017 году указывали на необходимость цифровой трансформации, однако как показывают данные Мартыновой Н.А. в соавт., реальное внедрение технологий в российских ВУЗах идет медленно и неравномерно [2,3]. Исключением является работа Тарасовой О.В. и соавт., в которой интерактивный анатомический стол «Пирогов» продемон-

стрировал высокий педагогический потенциал при CBL-занятиях: студенты оценили наглядность на 9.2 из 10, а преподаватели отметили возможность демонстрации как нормальной, так и патологической анатомии в динамике. Однако единичный пример не создает системного эффекта и остается открытым вопрос о том, насколько быстро и в каком объеме кафедры ВУЗов смогут интегрировать рассмотренные технологии, учитывая финансовые, организационные и кадровые ограничения.

Сравнивая три технологических кластера между собой, можно выделить их взаимодополняющий характер. 3D-печать дает физическое, тактильное восприятие статичных анатомических структур, что особенно важно на начальных этапах обучения. VR-симуляция позволяет погрузиться в динамическую среду и отрабатывать последовательность действий без риска для пациента. AI-ассистент предоставляет мгновенную обратную связь и адаптирует сложность заданий под уровень конкретного студента. Наиболее перспективным представляется гибридный подход, при котором эти технологии выстраиваются в образовательную траекторию: от 3D-моделей для знакомства с топографией анатомических областей к VR-симулятору для отработки доступа и далее к AI-контролю за правильностью идентификации структур. Такая модель реализует дидактический принцип постепенного наращивания сложности и компенсирует слабые стороны каждой отдельной технологии за счет сильных сторон других.

Вместе с тем проведенный анализ выявил и существенные проблемы, требующие внимания исследователей. Во-первых, отсутствует унифицированная методология оценки эффективности: в проанализированных работах используются различные метрики — от процента правильных ответов до времени выполнения задания и самооценки по шкалам вовлеченности. Это затрудняет сравнение результатов. Zhao и соавт. предложили опросник с высокими психометрическими характеристиками (Cronbach's $\alpha=0.87$, ретестовая надежность 0.90), однако он не получил широкого распространения [16]. Разработка и валидация единого инструментария для оценки эффективности цифровых технологий в топографической анатомии должна стать одной из приоритетных задач. Во-вторых, почти все исследования ограничены краткосрочными исходами — оценкой непосредственно после вмешательства. Исключение составляет обзор Odogwu и соавт., который упоминает долгосрочное удержание знаний, но конкретных цифр не приводит [6]. Остается неясным, сохраняется ли преимущество технологического обучения через месяцы и годы, или оно нивелируется с течением времени. В-третьих, практически отсутствуют работы, оценивающие экономическую эффективность внедрения технологий: соотношение затрат на оборудование и программное обеспечение с достигаемыми образовательными результатами. Этот аспект критически важен для принятия управленческих решений на уровне ВУЗов.

Таким образом, современные цифровые технологии открывают широкие дополнительные возможности для преподавания топографической анатомии и оперативной хирургии, но их внедрение требует взвешенного подхода. Наиболее оправданной стратегией представляется поэтапное интегрирование: начать с 3D-визуализации (как наименее дорогостоящей и наиболее изученной), затем постепенно добавлять VR-симуляцию для отработки оперативных приемов и на завершающем этапе, внедрять AI-инструменты при условии их строгой валидации. Критически важно, чтобы все технологические нововведения сохраняли тесную связь с клиническим контекстом и решали конкретные образовательные задачи, а не становились самоцелью. Только при соблюдении этих условий можно ожидать, что цифровая трансформация преподавания топографической анатомии и оперативной хирургии приведет к реальному повышению компетентности будущих врачей.

Заключение

На основе критического анализа публикаций, можно сделать следующие выводы. 3D-технологии (печать, визуализация, интерактивные столы) имеют наиболее прочную доказательную базу. Мета-анализы и РКИ подтверждают устойчивый прирост знаний ($SMD=0.89$, $p<0.001$) и улучшение пространственного мышления на 22–34%. Это наиболее доступный и надежный инструмент для внедрения в первую очередь. Виртуальная реальность особенно эффективна в иммерсивных интерактивных сценариях. Она снижает тревожность студентов, сокращает время оперативных приемов на 22% и незаменима для отработки «редких» хирургических доступов. Искусственный интеллект демонстрирует большой потенциал в персонализации обучения и распознавании анатомических ориентиров, но требует строго контроля и валидации. На данном этапе AI должен использоваться только как дополнительный, а не замещающий инструмент. Гибридные модели, интегрирующие все три технологии в единый образовательный сценарий, представляются наиболее перспективными. Практические рекомендации для кафедр

топографической анатомии и оперативной хирургии: начинать внедрение 3D-визуализации (наименьший порог входа), затем добавлять симмуляционные VR-элементы, и только после этого – AI-инструменты. При этом критически важно сохранять клинический контекст и связь с реальными оперативными вмешательствами. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой валидированных шкал оценки эффективности технологий в топографической анатомии и оперативной хирургии, изучением долгосрочного влияния этих методов на хирургическую компетентность выпускников, а также с проведением многоцентровых РКИ с участием российских ВУЗов.

Литература

1. Фомин Н.Ф., Яремин Б.И., Супильников А.А., Русских А.Н. Оперативная хирургия и топографическая анатомия: кризис преподавания, природа дисциплины и горизонт ее будущего // Морфологические ведомости. – 2026. – Т. 34, № 1. – С. id-1013.
2. Волков С.И., Цай Г.Е., Лаврентьева П.А., Копосова С.А., Лаврентьева Т.П. Современные аспекты преподавания топографической анатомии и оперативной хирургии // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2017. – № 5. – С. 11–12.
3. Мартынова Н.А., Калинин Р.Г., Аликберова М.Н., Басова Л.А., Лозовицкий Д.В. Современные технологии в преподавании на кафедрах анатомического профиля // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2. – С. 78.
4. Lazarus M.D., Truong M., Douglas P., Selwyn N. Artificial intelligence and clinical anatomical education: Promises and perils. *Anat Sci Educ.* 2024 Mar;17(2):249–262. doi: 10.1002/ase.2221.
5. Wang J., Li W., Dun A., Zhong N., Ye Z. 3D visualization technology for Learning human anatomy among medical students and residents: a meta- and regression analysis. *BMC Med Educ.* 2024 Apr 26;24(1):461. doi: 10.1186/s12909-024-05403-4.
6. Odogwu T.S., Abuelgassem Hagahmed Mohamed E., Mishu L., Umahi I. Effect of Virtual Reality Simulation on Anatomy Learning Outcomes: A Systematic Review. *Cureus.* 2025 Apr 8;17(4): e81893. doi: 10.7759/cureus.81893.
7. Zhao Q., Liu W., Zhang H., Zhao X., Zhou C. Exploration of the Joint Teaching Model of Tomographic-radiologic Anatomy and Topographic Anatomy in A Way of Case-based Learning. *Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital.* 2024, 15(5): 1217–1223. doi: 10.12290/hxyxzz.2023-0531.
8. Ramspott J.P., Bungert A.D., Szardenings C., Flammang I., Becker F., Holling M., Kneifel F., Pascher A., Morgül H. Implementing virtual reality based surgical topographic anatomy for the education of medical students: a pilot study. *BMC Med Educ.* 2026 Jan 9;26(1):151. doi: 10.1186/s12909-025-08563-z.
9. Wang Y., Zhao Y., Li J. The application of artificial intelligence-generated content in ophthalmology education. *Front Med (Lausanne).* 2025 Jul 18;12:1617537. doi: 10.3389/fmed.2025.1617537.
10. Ninomiya S., Matsunobu Y., Oyama T., Takayama H., Masuda T., Hirashita T., Endo Y., Tokuyasu T., Inomata M. Educational Impact of Artificial Intelligence-Navigation Surgery on Anatomical Landmark Recognition in Medical Students. *Ann Gastroenterol Surg.* 2025 Dec 15;10(3):843–850. doi: 10.1002/ags3.70149.
11. Shaw K., Henning M.A., Webster C.S. Artificial Intelligence in Medical Education: a Scoping Review of the Evidence for Efficacy and Future Directions. *Med Sci Educ.* 2025 Apr 2;35(3):1803–1816. doi: 10.1007/s40670-025-02373-0.
12. Marconi S., Pugliese L., Botti M., Peri A., Cavazzi E., Latteri S., Auricchio F., Pietrabissa A. Value of 3D printing for the comprehension of surgical anatomy. *Surg Endosc.* 2017 Oct;31(10):4102–4110. doi: 10.1007/s00464-017-5457-5.
13. Drevet G., Soldea V., Gouttard S., Virely M., Maury J.M., Tronc F. Contribution of 3D visualization and printing in teaching lung segments anatomy. *3D Print Med.* 2025 Jun 9;11(1):25. doi: 10.1186/s41205-025-00272-z.
14. Mohammad N.K., Rajab I.A., Mutar M.T., Ismail M. Enhancing neuro-ophthalmic surgical education: The role of neuroanatomy and 3D digital technologies – An overview. *Surg Neurol Int.* 2024 Mar 29;15:106. doi: 10.25259/SNI_120_2024.
15. Kılıç M.F., Yurtsever A.Z., Açıkgöz F., Başgut B., Mavi B., Ertuç E., Sevim S., Oruk T., Kiyak Y.S., Peker T. A new classmate in anatomy education: 3D anatomical modeling medical students' engagement on learning through self-prepared anatomical models. *Anat Sci Educ.* 2025 Jul;18(7):727–737. doi: 10.1002/ase.70070.

16. Тарасова О. А., Колтыгина Е.В., Мешкова М.О. Педагогический потенциал интерактивного анатомического комплекса стол «Пирогов» в процессе формирования профессиональных компетенций // Проблемы современного педагогического образования. – 2024. – № 84–4. – С. 259–262.

17. Zhao G., Fan M., Yuan Y., Zhao F., Huang H. The comparison of teaching efficiency between virtual reality and traditional education in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Ann Transl Med.* 2021 Feb;9(3):252. doi: 10.21037/atm-20-2785.

ADDITIONAL OPPORTUNITIES FOR STUDYING TOPOGRAPHIC ANATOMY AND OPERATIVE SURGERY USING MODERN TECHNOLOGIES

Kalinin R.G., Martynova N.A., Veselkov I.R., Sergeeva S.S., Semakov A.E.
Northern State Medical University

Teaching topographic anatomy and operative surgery in a modern medical school faces systemic challenges: reduced classroom hours, a shortage of cadaveric material, ethical restrictions, and the need to develop students' stable spatial understanding of complex anatomical areas. It is necessary to unify the criteria for assessing effectiveness and develop standardized teaching scales.

Keywords: topographic anatomy, operative surgery, artificial intelligence, virtual reality, medical education.

References

1. Fomin N.F., Yaremin B.I., Supilnikov A.A., Russian A.N. Operative surgery and topographic anatomy: the crisis of teaching, the nature of discipline and the horizon of its future // Morphological bulletin. – 2026. – Vol. 34, No. 1. – S. id-1013.
2. Volkov S.I., Tsai G.E., Lavrentieva P.A., Kuposova S.A., Lavrentieva T.P. Modern aspects of teaching topographic anatomy and operative surgery // Journal of Anatomy and Histopathology. – 2017. – No. 5. – p. 11–12.
3. Martynova N.A., Kalinin R.G., Alikberova M.N., Basova L.A., Lozovitsky D.V. Modern technologies in teaching at anatomical departments // Modern problems of science and education. – 2019. – No. 2. – p. 78.
4. Lazarus M.D., Truong M., Douglas P., Selwyn N. Artificial intelligence and clinical anatomical education: Promises and perils. *Anat Sci Educ.* 2024 Mar;17(2):249–262. doi: 10.1002/ase.2221.
5. Wang J., Li W., Dun A., Zhong N., Ye Z. 3D visualization technology for Learning human anatomy among medical students and residents: a meta- and regression analysis. *BMC Med Educ.* 2024 Apr 26;24(1):461. doi: 10.1186/s12909-024-05403-4.
6. Odogwu T.S., Abuelgassem Hagahmed Mohamed E., Mishu L., Umahi I. Effect of Virtual Reality Simulation on Anatomy Learning Outcomes: A Systematic Review. *Cureus.* 2025 Apr 8;17(4): e81893. doi: 10.7759/cureus.81893.
7. Zhao Q., Liu W., Zhang H., Zhao X., Zhou C. Exploration of the Joint Teaching Model of Tomographic-radiologic Anatomy and Topographic Anatomy in A Way of Case-based Learning. *Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital.* 2024, 15(5): 1217–1223. doi: 10.12290/hxyxzz.2023-0531.
8. Ramspott J.P., Bungert A.D., Szardenings C., Flammang I., Becker F., Holling M., Kneifel F., Pascher A., Morgül H. Implementing virtual reality based surgical topographic anatomy for the education of medical students: a pilot study. *BMC Med Educ.* 2026 Jan 9;26(1):151. doi: 10.1186/s12909-025-08563-z.
9. Wang Y., Zhao Y., Li J. The application of artificial intelligence-generated content in ophthalmology education. *Front Med (Lausanne).* 2025 Jul 18;12:1617537. doi: 10.3389/fmed.2025.1617537.
10. Ninomiya S., Matsunobu Y., Oyama T., Takayama H., Masuda T., Hirashita T., Endo Y., Tokuyasu T., Inomata M. Educational Impact of Artificial Intelligence-Navigation Surgery on Anatomical Landmark Recognition in Medical Students. *Ann Gastroenterol Surg.* 2025 Dec 15;10(3):843–850. doi: 10.1002/ags3.70149.
11. Shaw K., Henning M.A., Webster C.S. Artificial Intelligence in Medical Education: a Scoping Review of the Evidence for Efficacy and Future Directions. *Med Sci Educ.* 2025 Apr 2;35(3):1803–1816. doi: 10.1007/s40670-025-02373-0.
12. Marconi S., Pugliese L., Botti M., Peri A., Cavazzi E., Latteri S., Auricchio F., Pietrabissa A. Value of 3D printing for the comprehension of surgical anatomy. *Surg Endosc.* 2017 Oct;31(10):4102–4110. doi: 10.1007/s00464-017-5457-5.
13. Drevet G., Soldea V., Gouttard S., Virely M., Maury J.M., Tronc F. Contribution of 3D visualization and printing in teaching lung segments anatomy. *3D Print Med.* 2025 Jun 9;11(1):25. doi: 10.1186/s41205-025-00272-z.
14. Mohammad N.K., Rajab I.A., Mutar M.T., Ismail M. Enhancing neuro-ophthalmic surgical education: The role of neuroanatomy and 3D digital technologies – An overview. *Surg Neurol Int.* 2024 Mar 29;15:106. doi: 10.25259/SNI_120_2024.
15. Kılıç M.F., Yurtsever A.Z., Açıkgöz F., Başgut B., Mavi B., Ertuç E., Sevim S., Oruk T., Kiyak Y.S., Peker T. A new classmate in anatomy education: 3D anatomical modeling medical students' engagement on learning through self-prepared anatomical models. *Anat Sci Educ.* 2025 Jul;18(7):727–737. doi: 10.1002/ase.70070.
16. Tarasova O. A., Koltygina E.V., Meshkova M.O. Pedagogical potential of the interactive anatomical complex "Pirogov table" in the process of professional competence formation // Problems of modern pedagogical education. – 2024. – No. 84–4. – p.259–262.
17. Zhao G., Fan M., Yuan Y., Zhao F., Huang H. The comparison of teaching efficiency between virtual reality and traditional education in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Ann Transl Med.* 2021 Feb;9(3):252. doi: 10.21037/atm-20-2785.

Каллаев Нажмудин Омаркадиевич,

д-р мед. наук, профессор Дагестанского государственного медицинского университета
E-mail: nazhmudin_k@mail.ru

Атаев Алевдин Рашитханович,

д-р мед. наук, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ Дагестанского государственного медицинского университета
E-mail: drataev57@mail.ru

Мирзоев Назим Эмирович,

канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ Дагестанского государственного медицинского университета

Ганиев Магомедрауф Хадиевич,

канд. мед. наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ Дагестанского государственного медицинского университета

Османов Расим Тельманович,

ассистент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ Дагестанского государственного медицинского университета

Работа основана на результатах лечения 111 пациентов в возрасте от 18 до 79 лет с посттравматическими и послеоперационными гнойными осложнениями травм стопы. Представлены анатомо-хирургические особенности стопы и предоперационной подготовки и оперативного пособия. На этапе предоперационной подготовки исследованы раневые отделяемые на флору и чувствительность к антибиотикам и 69 больным выполнена катетеризация бедренной артерии для обеспечения максимальной концентрации антибактериальных препаратов в гнойном очаге в момент хирургической агрессии и послеоперационном периоде. В комплексе лечебных мероприятий также выполнено санация инфицированных тканей низкочастотным ультразвуком до операции в специально сконструированной ванне с антисептиками, во время оперативного пособия. Комплекс лечебных мероприятий позволило уменьшить рецидив инфекции и получить положительные результаты у 97,4% больных.

Ключевые слова: оперативное лечение, ультразвук, внутриартериальная терапия, осложнения, травмы стопы.

С анатомо-хирургическими и функциональными особенностями связаны проблемы лечения травматических повреждений стопы (1) Одной из особенностей стопы и области голеностопного сустава является значительно большая микробная обсемененность кожи, особенно грамотрицательной флорой, по сравнению с верхней конечностью и некоторыми другими сегментами. В области стопы возникший, в силу различных причин, инфекционный процесс быстро переходит на соседние ткани. Только доля таких осложнений после первичной хирургической обработки по данным А.В. Власова и соавт., (2020) и Н.О. Каллаева (2023) достигает до 35,8%. Гнойные осложнения после консервативного и оперативного лечения по данным В.О. Каленского и П.А. Иванова (2018) составляют более 25% инвалидами II и III групп становятся от 23,5 до 78%. Целью нашего исследования было улучшить исходы лечения посттравматических осложнений травм стопы.

Материал и методы

Настоящая работа основана на изучении результатов лечения 111 больных с посттравматическими и послеоперационными гнойными осложнениями в возрасте от 18 до 78 лет. Из них, инфицированные повреждения мягких тканей отмечено у 14 больных, остеомиелитами пяточной кости у 32-х, в том числе спицевые – у 11, остеомиелит таранной кости у 6, остеомиелит таранной кости – у 4, кубовидной кости – у 2 и остеомиелиты плюсневых костей и фаланг – 14. Гнойный артрит выявлен у 3-х больных и сочетание артрита и остеомиелита – у 2-х. У 23 пациентов гнойный очаг захватывал два и более анатомических образований стопы. Комплекс лечебных мероприятий инфицированных повреждений стопы включало три этапа: предоперационная подготовка, оперативное вмешательство и послеоперационная терапия. На первом этапе выполнялось контрастное исследование патологического очага (фистулография), исследовалась микрофлора из раневых отделяемых и свищей на чувствительность к антибиотикам и выполнялась катетеризация бедренной артерии с целью обеспечения высокой концентрации антибактериальных препаратов на момент хирургической агрессии в очаге поражения и длительной втрументарной терапии в послеоперационном периоде. С целью повышения иммунологической реактивности организмы назначались пассивная иммунизация – антистафилококковый гамма глобулин и гипримунную стафилококковую плазму на фоне трансфузий белковых кровезаменителей, дезинтоксикационных средств (гемодез) и витаминов В и С. С целью повышения качества санирующих мероприятий так же на предоперационном этапе у 78 больных выполнялась санация стопы в специальной ультразвуковой ванне (рис 1). Ультразвуковая ванна, представляет собой ёмкость размером 37× 22 × 24 см, изготовленную из оргстекла и имеющую форму параллелепипеда.



Рис. 1. Ультразвуковая ванна (А), с генератором (УРСК-7Н–18).

В металлическое дно ванны вмонтированы 3 пьезоэлектрических преобразователя пакетного типа, соединённых с ультразвуковым генератором серийно выпускаемого аппарата УРСК-7Н-18, являющегося источником ультразвуковых колебаний частотой $26,5 \pm 7,5$ кГц. Применение такой ванны не только повышает эффективность лечения, но и облегчает условия для выполнения более щадящих и сберегательных хирургических вмешательств на губчатых и коротких трубчатых костях стопы. Ванну заполняют слабо концентрированным раствором антисептика (чаще всего 0,1% раствором диоксида, 0,02% раствором хлоргексидина) и антибиотика, заранее подобранного в соответствии с результатами бактериологического исследования раневого отделяемого. Данные результатов посева отделяемого из ран и смыва с кожных покровов в зависимости от методов предоперационной подготовки представлено в таблице № 1. В таблице видно,

что предоперационная ультразвуковая очистка способствует уменьшению микробной загрязнённости раны на 20% и санация кожи почти на 50%.

Таблица 1. Результаты посева отделяемого из ран и смыва с кожных покровов в зависимости от метода предоперационной подготовки

Метод предоперационной подготовки	Число больных	Число исследований	Количество посевов с наличием роста	
			абс.	%
Обычный С обработкой в ультразвуковой ванне	33 78	Смывы с кожи – 29	23	79,3
		Отделяемое ран – 52	41	78,8
		Смывы с кожи – 102	37	36,2
		Отделяемое ран – 109	53	58,3

На этапе хирургического лечения при инфицированных повреждениях мягких тканей продолжалась санация в ультразвуковой ванне и под проводниковой анестезией после появления мелкозернистых яркорозовых грануляций выполнялась пластика кожных покровов полнослойным кожным лоскутом. При свищевых формах остеомиелита в свищевой ход расставили бриллиантового зелёного для окрашивания свищевых ходов, секвестральных полостей и путей распространения гноя. Все контрастированные ткани иссекались. Санацию завершали озвучиванием растворов антибиотиков, антисептиков и ферментов ультразвуковыми инструментами. Для озвучивания использовали антибиотики, заранее подобранные в соответствии с результатами дооперационного бактериологического исследования свищевого или раневого отделяемого. В качестве антисептика использовали 0,1% раствор диоксида, 0,02% раствор хлоргиксидина, 5% раствор трипсина, 8% раствор пепсина с pH 3,0. Во время санации перечисленные растворы чередовали. Длительность озвучивания 3–5 мин. Для предупреждения разбрызгивания во время обработки на рану помещали ёмкость из оргстекла (рис 2).



Рис 2. Интраоперационная ультразвуковая санация инфицированных повреждений

На заключительном этапе операции приступали к заполнению остаточной костной полости. Пластику производили губчатой костью, взятой и гребня подвздошной кости (12 больных), аллохрящом (2), гемопломбой с коллопаном и антибиотиками (21) и мед-нафталановой смесью (19). Затем, через контрапертуру, по дну бывшего патологического очага проводили дренажную трубку из полихлорвинила диаметром 0,4 см с 3–4 боковыми отверстиями на уровне полостей и глубоких тканей. После дренирования кожу ушивали наглухо, конечность фиксировали гипсовой повязкой. В послеоперационном периоде проводилось принудительное оросительно-отсасывающее промывание с использованием закрытой системы вакуумного дренирования. Постоянное разрежение в послеоперационной ране создавалось с помощью электроотсоса сконструированного на основе портового аквариумного компонента (ВК-1). Ферменты, не вызывая существенных изменений в здоровых тканях, ускоряют процессы отторжения послеоперационных гематом, микроабсцессов, остатков нежизнеспособных тканей, создавая благоприятные условия для непосредственного антибактериального действия антибиотиков и антисептиков. Дренажи удаляли (со снятием швов) на 16–28 день, в зависимости от течения раневого процесса. Показанием к удалению дренажа служили стихание боли, нормализация температуры, улучшение показателей крови в динамике, а также исчезновение явлений воспаления тканей, уменьшение отёка, отсутствие боли при пальпации, важным показателем считали стерильность посева промывной жидкости. Обязательным компонентом лечения является антибактериальная терапия. Она проводилась с учётом чувствительности возбудителя и совместимости с другими антибактериальными препаратами. Преимущество введения антибактериальных препаратов состоит в том, что они поступают непосредственно к очагу инфекции в неизменённом виде – в обход естественных барьеров (печень, селезёнка, лёгкие) и в нём создается высокая их концентрация. Кроме того, лекарственные препараты при прохождении через очаг инфекции под воздействием ферментов частично инактивируются, тем самым уменьшается их относительная токсичность. Для внутриартериальной инфузии использовали антибиотики, разрешённые для внутрисосудистого применения, с учётом чувствительности выделенного возбудителя. Из других антибактериальных препаратов использовали 0,1% раствор диоксида (70–120 мл на 500 мл 5% раствора глюкозы), слабые растворы аммиачного серебра (аммаргель) – в разведении 1:10000 (по 250–500 мл), 0,1% раствор фурагина “К” (по 500 мл), солкосерил по 6–8 мл в 300–500 мл 0,9 раствора хлорида натрия). В состав инфузата также входили средства, влияющие на трофику и улучшающие микроциркуляцию. В ходе внутриартериальной терапии контролировалось состояние свёртывающей системы для предотвращения внутрисосудистого тромбообразования и кровотечения. В качестве критериев эффективности внутриартериальной терапии использовали клинко-лабораторные данные: улучшение самочувствия, исчезновение боли, снижение температуры, положительные сдвиги со стороны периферической крови, уменьшение или исчезновение отёка, прекращение выделений и отрицательные результаты микробиологических исследований.

Предлагаем клинические примеры

Больной Б., 23 г., поступил в отделение травматологии с диагнозом инфицированная колотая рана левой стопы, осложнённая остеомиелитом кубовидной кости, флегмона стопы. После предоперационной подготовки, исследования микрофлоры из свища, выполнена санация стопы в ультразвуковой ванне, и открытая катетеризация бедренной артерии.

Выполнена фистулография (рис 3 Б, В). В свищевой ход введена бриллиантовая зелёная, удалено инородное тело (фрагмент дерева), иссечены контрастированные мягкие ткани. Дополнительным разрезом по наружно боковой поверхности стопы обнажена деструктивно изменённая кубовидная кость. Рана промыта антисептиками. Произведена частичная резекция кубовидной кости. Полость повторно промыта антисептиками, вакуумирована, антисептики с



Рис 3. Больной Б., 23 г. Инфицированная колотая рана стопы, осложнённая остеомиелитом кубовидной кости, флегмона стопы. А – внешний вид стопы; Б – фистулография; В – промывание и озвучивание полости; Г – костная пластика; Д – гипсовая повязка с дренажом; Е – внешний вид стопы после снятия гипса; Ж, З, И, – рентгенконтроль, плантография и функция стопы через три года после операции.

Антибиотиками озвучены 0,1% раствором хлоргиксидина с гентамицином (рис. 3 Г), С помощью ультразвуковой пилы взят трансплантат из гребня подвздошной кости и после его моделирования установлен в образовавшийся костный дефект. (рис. 3 Д). В рану подведён полихлорвиниловый дренаж, наложены глухие швы на рану и выполнена иммобилизация окончатой гипсовой повязкой (рис 3 Е). Через 9 недель снята гипсовая повязка.

В послеоперационном периоде проводили оросительно-отсасывающее дренирование с помощью системы для переливания растворов и вакуумного устройства и внутриартериальную антибактериальную терапию. Заживление раны по типу первичного. На 22-е сутки выписан на амбулаторное лечение.

Осмотрен через три года. Жалоб нет, полностью нагружает ногу, восстановлены движения голеностопного сустава (рис. 3 З, И, К).

Больной С., 25 лет. Поступил в травматологическое отделение с диагнозом: хронический травматический остеомиелит правой пяточной кости, свищевая форма. Из анамнеза установлено, что больной за шесть месяцев до поступления в клинику получил открытый перелом правой пяточной кости со смещением. В районной больнице через 6 часов после падения с высоты выполнена первичная хирургическая обработка, наложено скелетное вытяжение за правую пяточную кость по Каплану; левая нижняя конечность иммобилизована гипсовой повязкой «сапожок». Через шесть недель снято скелетное вытяжение, наложена циркулярная гипсовая повязка и выписан на амбулаторное наблюдение. Через четыре недели после выписки появились боли в правой стопе, в связи с чем больной самостоятельно снял гипсовую повязку.

В пяточной области обнаружилась рана, покрытая корочкой. Лечился амбулаторно. При поступлении в клинику состояние удовлетворительное. Жалобы на умеренные боли в правой пяточной области, усиливающиеся при нагрузке. Ниже уровня прикрепления ахиллово сухожилия – воронкообразный свищ с гнойными выделениями (рис. 4 А). На рентгенограмме – деструкция пяточного бугра. (рис. 4 Б). При посеве отделяемого из свища получен рост золотистого стафилококка, чувствительного к канамицину и гентамицину. Больному на этапе предоперационной подготовки выполнено озвучивание стопы в ультразвуковой ванне с 0,1% раствором хлоргексидина с антибиотиками. Произведена катетеризация правой бедренной артерии, фистулосеквестрэктомия, промывание полости растворами антисептиков, вакуумирование, ультразвуковая санация и краевая резекция пяточного бугра ультразвуковой пилой (рис. 4 В, Г). Операция завершена дренированием, наложением глухих швов на рану иммобилизацией гипсовой повязкой (рис. 4 Д, Е). В послеоперационном периоде проводили оросительно-отсасывающее дренирование и использование вакуумной системы (аквариумный виброкомпрессор) в течении 14 суток и внутриартериальная инфузия 0,1% раствора диоксида с гентамицином, витаминами группы В и С. На 11-е сутки после операции катетер удалён, на 17-е сутки выписан на амбулаторное лечение в гипсовой повязке с заживлением раны. Обследован через пять лет: здоров (рис. 4 Ж, З, И, К).



Рис. 4. Больной С., 25 лет. Хронический посттравматический остеомиелит правой пяточной кости, свищевая форма. А, Б – внешний вид и рентгенограмма при поступлении в клинику; В – иссечение свища и секвестрэктомия пяточной кости ультразвуковой пилой; Г – санация раны ультразвуком, дренирование и промывание полости антисептиком; Е – иммобилизация; Ж, З, И, К – исход: через пять лет после операции.

Обсуждение и результаты

В послеоперационном периоде приточно-отсасывающее дренирование с использованием вакуумных систем продолжалось в течении 7–15 дней, а внутриартериальная терапия под контролем свёртывающей системы крови – в течении 5–8 дней. Непосредственные результаты лечения 111 больного: первичное заживление ран наступило у 91-х (82,%) пациента, вторичное – у 17 (15,3%), рецидив инфекции выявлен у 3-х (2,7%). Отдалённые результаты изучены у 78 больных в сроки от трёх до пяти лет после операции, из них у 67 (85,9%) они оценены как хорошие, у 9 (11,5%) как

удовлетворительные, у 2-х (2,6%) – как неудовлетворительные. Наилучшие результаты получены у больных, у которых нагноительный процесс развивался после плановых операций. У них не было рецидива инфекции, нагноительный процесс был своевременно ликвидирован, и сказался на исходе оперативного вмешательства. В целом, комплекс разработанных лечебных мероприятий позволил добиться благоприятных результатов у 97,4% больных.

Выводы

Остеомиелиты таранной и пяточной кости часто носит ограниченный характер; в этих случаях может быть использована частичная резекция. Хронический остеомиелит мелких костей предплюсны, как правило удаётся ликвидировать только после полного удаления поражённой кости. Отказ от последующей костной пластики ведёт к тяжёлой деформации стопы. Наиболее надёжным способом пластического замещения дефекта является аутопластика трансплантатом их крыла подвздошной кости. При частичной резекции костей предплюсны, не изменяющей форму стопы, и небольшом дефекте возможно заполнение полости мёдно-нафталановой смесью или гемопломбой с антибиотиками с коллапаном. При хроническом остеомиелите и артрите переднего отдела стопы и особенно первого пальца, хирургическое вмешательство должно носить сохранный характер – частичные резекции с сохранением основной фаланги. Не следует прибегать к артродезу первого плюснефалангового сочленения.

Литература

1. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. Москва. Медицина 1995. 288 с.
2. Власов А.П., Шибяев Е.Ю., Файн А.М., Иванов П.А. Сохранение опороспособности стопы при посттравматических дефектах методами микрохирургической аутоотрансплантации. Журнал им. Н.В. Склифоровского. Неотложная медицинская помощь. Москва. 2020 9 (34): С. 434–441.
3. Каллаев Н.О. Инфицированные неогнестрельные повреждения голеностопного сустава и стопы. Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. Москва. 1984. 170 с.
4. Каленский В.О., Иванов П.А. Основные причины неудовлетворительных исходов лечения повреждений стопы. Журнал им. Н.В. Склифоровского. Неотложная медицинская помощь. 2018 7(2). С. 122–128.
5. Tennent T.D., Caldera P.R., Salisbury P.D., Flenn P.W., Fastwood D.H. The operative management of displaced intra-articular fractures of the calcaneum: a two-centre. Study using a defined protocol. Injure. 2001 V. 32 P. 491–4968.
6. Thornton S.J., Cheleuitte DE., Plaszek A.J., Early J.S. Treatment of open intraarticular calcaneal fractures: evaluation of a treatment protocol based on wound and sire. Foot Ankle int. 2006 27 (5). P. 317–323

TREATMENT TACTICS FOR INFECTED FOOT INJURIES

Kallaev N.O., Ataev A.R., Mirzoev N.E., Ganiev M.Kh., Osmanov R.T.
Dagestan State Medical University

The work is based on the results of treating 111 patients aged 18 to 79 years with post-traumatic and postoperative purulent complications of foot injuries. Anatomical-surgical features of foot and preoperative preparation and operative manual are presented. At the stage of preoperative preparation, wound lesions separated into flora and sensitivity to antibiotics were examined, and 69 patients underwent catheterization of the femoral artery to ensure maximum concentration of antibacterial drugs in the purulent focus at the time of surgical aggression and postoperative period. The complex of therapeutic measures also performed sanitation of infected tissues with low-frequency ultrasound before surgery in a specially designed bath with antiseptics, during an operational manual. The complex of therapeutic measures made it possible to reduce the recurrence of infection and obtain positive results in 97.4% of patients.

Keywords: operative treatment, ultrasound, intra-arterial therapy, complications, foot injuries.

References

1. Cherkess-Zade D.I., Kamenev Yu.F. Foot surgery. Moscow. Medicine 1995. 288 p.
2. Vlasov A.P., Shibaev E.Yu., Fain A.M., Ivanov P.A. Preservation of foot weight-bearing capacity in post-traumatic defects using microsurgical autotransplantation methods. Skliforovsky Journal. Emergency Medical Care. Moscow. 2020 9 (34): P. 434–441.
3. Kallaev N.O. Infected non-gunshot injuries to the ankle and foot. Dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Moscow. 1984. 170 p.
4. Kalensky V.O., Ivanov P.A. Main causes of unsatisfactory outcomes in the treatment of foot injuries. Skliforovsky Journal. Emergency Medicine. 2018, 7(2), pp. 122–128.
5. Tennent TD, Caldera PR, Salisbury PD, Flenn PW, Fastwood DH. The operative management of displaced intra-articular fractures of the calcaneum: a two-centre study using a defined protocol. Injure. 2001, vol. 32, pp. 491–496.
6. Thornton SJ, Cheleuitte DE, Plaszek AJ, Early JS. Treatment of open intraarticular calcaneal fractures: evaluation of a treatment protocol based on wound and sire. Foot Ankle int. 2006, 27(5), pp. 317–323.

Веселков Иван Романович,

студент Северного государственного медицинского университета

Сергеева Софья Сергеевна,

студент Северного государственного медицинского университета

Семаков Антон Евгеньевич,

студент Северного государственного медицинского университета

Полтаракова Ксения Михайловна,

студент Северного государственного медицинского университета

Пакулин Михаил Сергеевич,

студент Северного государственного медицинского университета

Двойная дуга аорты представляет собой редкую врожденную аномалию развития сердечно-сосудистой системы, возникающую вследствие персистенции обеих четырех жаберных дуг с отсутствием физиологической регрессии правой дуги. Порок является наиболее частой причиной симптоматического сосудистого кольца, составляя 59–60% всех сосудистых колец. Аномалия характеризуется формированием полного сосудистого кольца вокруг трахеи и пищевода, что и обуславливает клиническую картину компрессии средостенных структур.

Ключевые слова: двойная дуга аорты, сосудистое кольцо, врожденная аномалия, трахеопищеводная компрессия, хирургическая коррекция.

Введение

Аномалии развития дуги аорты представляют собой гетерогенную группу врожденных пороков сердечно-сосудистой системы, обусловленных нарушением эмбриогенеза жаберных дуг. Двойная дуга аорты (double aortic arch, ДАА/ДДА) – редкая аномалия, встречающаяся у 0,05–0,3% населения, однако она является наиболее частым вариантом сосудистого кольца, дающего симптомы, и составляет 50–60% всех сосудистых колец. По данным литературы, до 55% пациентов, подвергающихся хирургической коррекции сосудистых колец, имеют двойную дугу аорты. Несмотря на относительно редкую встречаемость, двойная дуга аорты представляет значительный клинический интерес ввиду потенциально тяжелых осложнений, связанных с компрессией дыхательных путей и пищевода, что требует своевременной диагностики и адекватной хирургической тактики.

Цель исследования: выявить и систематизировать современные литературные данные об эмбриологии, патогенезе, анатомических вариантах двойной дуги аорты.

Материалы и методы

В качестве материалов для систематического обзора использовались анализ и поиск научных публикаций на русском и английском языках за период с 2021–2026 гг. в базах данных Elibrary, Google Scholar, PubMed. Таким образом, глубина исследования составила 5 лет. Критериями включения являлись: систематические обзоры, оригинальные исследования, описания клинических случаев. Материалы конференций и авторефераты диссертации не учитывались в исследовании. Поиск осуществлялся по ключевым словам: «аорта», «аномалии дуги аорты», «двойная дуга аорты», «дуга аорты», «врожденные аномалии», «кардиология», «сосудистое кольцо», «хирургическое лечение», «правая дуга аорты», «детская хирургия», «дисфагия», «стридор», «педиатрия», «жаберные дуговые артерии», «ветви аорты», «артерии аорты», «респираторный дистресс-синдром», «новорожденный», «компьютерная томография сердца», «эхокардиография», «аномалии сосуда кольца», «дети», «микроделеция», «делеция», «эмбриология», «плод». Из первоначально выявленных 73 публикаций после анализа на соответствие критериям и качества исследований были отобраны 40 источников, которые наиболее полно освещают и раскрывают данную тему. Методы исследования: анализ, синтез, описание.

Результаты

Эмбриология и патогенез

Развитие аорты начинается на третьей неделе беременности после очень сложного онтогенетического процесса. Большинство аномалий дуги аорты возникают из-за аномального сохранения или дегенерации определенных частей примитивной аортальной сосудистой системы на данном этапе эмбрионального развития [1, 2]. В норме происходит дифференцировка жаберных дуговых артерий: третья дуга обеспечивает формирование внутренней сонной артерии вместе с дорсальной аортой. На этапе поворота сердечной трубки наиболее развитыми являются четвертые жаберные дуги, при этом левая из них дает дефинитивную аорту, а правая жаберная дуга преобразуется в плечеголовный ствол с прилегающей частью подключичной артерии. Пятая пара жаберных дуг, напротив, не участвует в построении магистральных сосудов и полностью редуцируется [3]. Существует диаграмма Ратке, которая иллюстрирует данный процесс (рис. 1).

Однако исторически все варианты аномалий дуги аорты рассматривались в рамках гипотетической двойной дуги, предложенной Edwards (рис. 2). Согласно данной модели, все возможные аномалии дуги аорты могут быть объяснены регрессией различных сегментов гипотетической двойной дуги. В рамках этой теории двойная дуга аорты с типами А, В, С или D атрезии, или перерыва левой или правой дуги охватывает все известные аномалии дуги аорты. Типы А, В, С и D обозначают локализацию атрезии или перерыва в гипотетической модели двойной дуги относительно артериального протока и брахиоцефальных сосудов [4].

Отдельно можно выделить работы, описывающие редкие или комбинированные варианты. Так, в обзоре Biermann и соавт. рассматривается правая дуга аорты, формирующая истинное сосудистое кольцо, что может имитировать ДДА, но по сути является отдельным вариантом [13]. В статье Yavunishet и соавт. представлены два случая симптоматической двойной дуги аорты без уточнения типа доминирования, что подчеркивает вариативность клинических проявлений [14]. Таким образом, в основе наиболее принятой классификацией лежит деление двойной дуги аорты на праводоминантный, леводоминантный и сбалансированный типы, а при наличии атрезии одного из сегментов применяется дополнительное буквенное обозначение (типы A-D). Другие авторы либо не приводят четкой типологии, либо рассматривают ДДА в более широком контексте аномалий дуги аорты и сосудистых колец.

Клиническая картина

Двойная дуга аорты обычно проявляется симптомами в период между рождением и третьим месяцем жизни, раньше, чем другие симптоматические сосудистые кольца, и более выраженными, а также двойная дуга аорты обычно существует как изолированная аномалия, но может сочетаться с тетрадой Фалло, правосторонней нисходящей аортой, дефектами межпредсердной и межжелудочковой перегородок, коарктацией аорты и транспозицией магистральных сосудов. Основными клиническими респираторными проявлениями являются: одышка, стридорозное дыхание, кашель, приступы удушья, рецидивирующая бронхопневмония [15]. Наиболее характерным и наиболее часто встречающимся симптомом является инспираторный стридор (часто называемый «кашлем тюленя») – шумное свистящее дыхание, которое может усиливаться при физических нагрузках, кормлениях, беспокойстве или при различных положениях на спине [16, 17]. Данный симптом возникает вследствие частичной обструкции дыхательных путей и нередко сопровождается одышкой, приступообразным сухим кашлем и тахипноей [18]. Сдавливание трахеи предрасполагает к развитию рецидивирующих респираторных инфекций, включая бронхиты и пневмонии, которые, по наблюдениям, протекают с затяжным течением и плохо поддаются стандартной терапии [19]. К эзофагальным проявлениям относят: срыгивания и рвота, дисфагия и отставание в массе тела, именно которые и проявляются чаще у детей [8]. С введением прикорма дисфагия становится более очевидной: возникает застревание твердой пищи в грудном отделе пищевода, поперхивание, дискомфорт при глотании [20]. В ряде случаев может сформироваться хроническое нарушение питания и задержка физического развития [21]. Тяжесть состояния детей усугубляется частым присоединением респираторной инфекции и бронхопневмонии. Данная аномалия аорты может быть случайной находкой у детей старшего возраста и взрослых больных [22]. Закономерной связи с каким-либо сердечным пороком нет [23]. ДДА наиболее частая причина симптоматического сосудистого кольца (симптомы возникают в 50–60% случаев) [14]. Имеются также описания изолированной дисфагии как единственного порока у взрослых, что нередко приводит к диагностическим задержкам [2]. Стоит учитывать, что выраженность симптомов не всегда коррелирует с анатомической тяжестью порока: при доминировании правой дуги сдавление может быть минимальным, и аномалия выявляется случайно при инструментальном обследовании [4, 24].

Если один или оба сегмента дуги показывают атрезию или гипоплазию, визуализация с помощью КТ плохая. Поэтому вспомогательные данные, указанные ниже, могут быть важны для различения этой аномалии от правосторонней дуги аорты (ПДА) с зеркальным отражением разветвления или ПДА с абберантной левой подключичной артерией (АЛПА) [4].

Двойная аортальная дуга имеет двухстороннюю и симметричную картину ветвления сонных и подключичных артерий, отходящих от каждой ипсилатеральной дуги. Это уникальная особенность двойной аортальной дуги, которая называется «признаком четырех сосудов». В случае двойной дуги аорты с атрезией левой дуги протоковой дивертикул выступает вверх, тогда как при ПДА с зеркальным ветвлением дивертикул выступает вперед по направлению к легочной артерии.

Двойная дуга аорты редко ассоциируется с врожденным пороком сердца, но, если она присутствует, одновременно могут присутствовать различные заболевания сердца, включая TOF, TGA и VSD. Общие клинические симптомы у младенцев из-за трахеопищеводной компрессии включают лающий кашель, респираторный стридор, дисфагию и или тяжелый цианоз [4, 22, 25].

Заключение

Двойная дуга аорты представляет собой редкую, но клинически значимую врожденную аномалию, являющуюся наиболее частой причиной симптоматического сосудистого кольца. Современные методы лучевой

диагностики, прежде всего компьютерная томография, позволяют с высокой точностью верифицировать анатомический вариант порока, оценить степень компрессии средостенных структур и исключить сопутствующие врожденные пороки сердца и хромосомные аномалии (в частности, делецию 22q11). Таким образом, ранняя диагностика, мультидисциплинарный подход и своевременное оперативное вмешательство позволяют предотвратить тяжелые осложнения и обеспечить благоприятный прогноз для пациентов с данной аномалией.

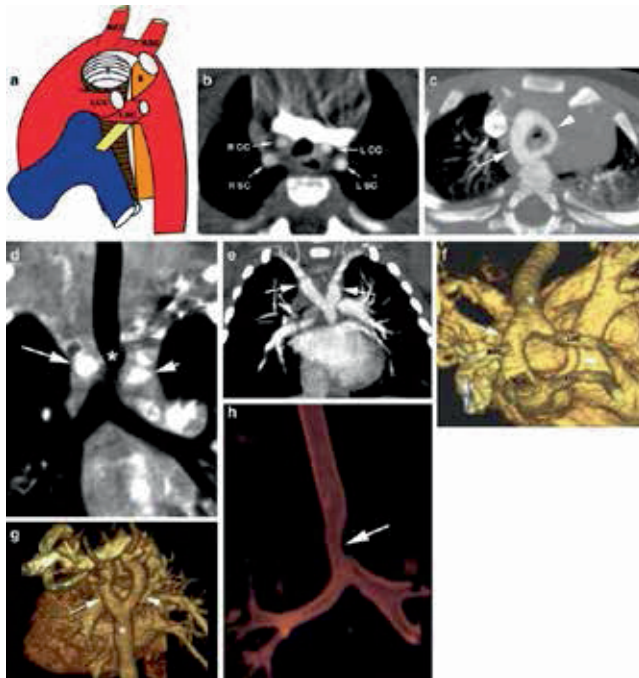


Рис. 5. Двойная дуга аорты. **а** Иллюстрация, демонстрирующая внешний вид двойной дуги аорты с доминирующей правой дугой. Правая дуга отдает правую подключичную (RSC) и правую общую сонную (RCC) ветви, а левая дуга – левую подключичную (LSC) и левую общую сонную (LCC) артерии. Трахея и пищевод полностью окружены и сдавлены сосудистым кольцом. **б** На аксиальной компьютерной томограмме виден симптом четырех сосудов. Первая ветвь – правая подключичная (RSA) артерия, вторая – правая общая сонная артерия (RCC), третья – левая общая сонная артерия (LCC), четвертая – левая подключичная (LSA) артерия. **в** На аксиальном изображении видны двусторонние дуги аорты, окружающие трахею и пищевод. Правая дуга аорты (стрелка) больше левой дуги аорты (наконечник стрелки). **г** На реконструированном КТ-изображении в коронарной проекции на уровне трахеи видна более крупная правая дуга (длинная стрелка), а также меньшая левая дуга (короткая стрелка), окружающие трахею (звездочка). **е** На КТ-изображении в коронарной проекции на уровне трахеи видны двойные дуги одинакового размера у другого пациента (стрелки). **ф** На 3D-изображении в объемном рендеринге отчетливо видна двойная дуга аорты с доминирующей правой дугой (стрелка) и меньшей левой дугой (наконечник стрелки), обе из которых соединяются с нисходящей грудной аортой (*), расположенной слева. **г** На 3D-изображении в объемном рендеринге у другого пациента (того же, что и на **е**) видна двойная дуга аорты с правой дугой (стрелка) и левой дугой (наконечник стрелки) одинакового размера, обе из которых соединяются с нисходящей грудной аортой (*), расположенной слева. **h** На объемном изображении дыхательных путей в коронарной проекции видно сильное сужение дыхательных путей (стрелка) из-за двойной дуги аорты

Литература

1. Синельников Ю.С., Шехмамиев П.М., Вронский А.С., Лазарев П.В. Хирургическое лечение сосудистого кольца с формированием левой дуги аорты. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2022. – № 11(1). – С. 135–139.
2. Ruiz-Solano E., Mitchell M. Rings and Slings: Not Such Simple Things. Curr Cardiol Rep. 2022 Oct;24(10):1495–1503.
3. Иванов В.А. Аномалии дуги аорты: ошибки в эмбриогенезе сердечно-сосудистой системы // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2025. – Т. 4. – С. 254–259.
4. Bae S.B., Kang E.J., Choo K.S., Lee J., Kim S.H., Lim K.J., Kwon H. Aortic Arch Variants and Anomalies: Embryology, Imaging Findings, and Clinical Considerations. J Cardiovasc Imaging. 2022 Oct;30(4):231–262.
5. Mantri S.S., Raju B., Jumah F., Rallo M.S., Nagaraj A., Khandelwal P., Roychowdhury S., Kung D., Nanda A., Gupta G. Aortic arch anomalies, embryology and their relevance in neuro-interventional surgery and stroke: A review. Interv Neuroradiol. 2022 Aug;28(4):489–498.
6. Goldmuntz E., Bassett A.S., Boot E., Marino B., Moldenhauer J.S., Óskarsdóttir S., Putotto C., Rychik J., Schindewolf E., McDonald-McGinn D.M.,

Blagowidow N. Prenatal cardiac findings and 22q11.2 deletion syndrome: Fetal detection and evaluation. *Prenat Diagn.* 2024 Jun;44(6–7):804–814.

7. Григорьянц Т.Р., Ким А.И., Рогова Т.В., Акатов Д.С. Сосудистые кольца: современное состояние проблемы // *Детские болезни сердца и сосудов.* – 2022. – Т. 19, № 4. – С. 263–271.

8. Sahni D., Franklin W.H. Vascular Ring Double Aortic Arch. 2022 Sep 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan.

9. Малоземова О.Г. Изолированные сосудистые кольца в эпоху высоких показателей пренатальной диагностики: обзор // *Лучевая диагностика и терапия.* – 2025. – № 1(16). – С. 19–32.

10. Малоземова О.Г., Гасанова Р.М., Есаян А.А., Холманская Е.В., Турко Х.Р., Ярыгина Т.А., Буров А.А. Двойная дуга аорты с атрезией дистального сегмента левой дуги: возможности ранней постнатальной эхокардиографии // *Детские болезни сердца и сосудов.* – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 45–53.

11. Малоземова О.Г., Гасанова Р.М., Медведева И.Б., Турко Х.Р., Филиппова Е.А., Зубков В.В., Иванец Ю.Н. Трансторакальная эхокардиография двойной дуги аорты у новорожденного // *Неонатология: новости, мнения, обучение.* – 2022. – Т. 10, № 2(36). – С. 43–49.

12. Малоземова О.Г., Гасанова Р.М., Ярыгина Т.А., Холманская Е.В., Есаян А.А., Турко Х.Р., Филиппова Е.А. Случай проспективной УЗ-диагностики двойной дуги аорты с атрезией дистального сегмента левой дуги у новорожденного // *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания.* – 2023. – Т. 24, № S3. – С. 132.

13. Biermann D., Holst T., Hüners I., Rickers C., Kehl T., Rüffer A., Sachweh J.S., Hazekamp M.G. Right aortic arch forming a true vascular ring: a clinical review. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021 Nov 2;60(5):1014–1021.

14. Yaynished Y.A., Kibrom B.T., Abera M.T., Legesse T.K. Symptomatic vascular ring due to double aortic arch: A report of two cases. *Radiol Case Rep.* 2024 Oct 9;20(1):97–100.

15. Chiu P., Zendejas B., Baird C. Multidisciplinary approach to vascular rings and vascular-related aerodigestive compression: a clinical practice review. *Transl Pediatr.* 2023 Jun 30;12(6):1258–1277.

16. Davila-Flores D., Villasante-Villalta C., Montesinos-Segura R., Zúñiga-Meza J., Peralta-Santos H., Vera-Taliedo L. Vascular ring due to double aortic arch as a cause of stridor and dysphagia in infancy: a case report. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc.* 2025 Dec 29;6(4):253–257.

17. Madira S., Orr W.B., Rosenblum J.M., Pitman R., Nguyen Q.T., Molter D., Lloyd A., Glickstein J., Renno M., Eghtesady P., Miller J.R. Vascular rings – what has changed, and what do I need to know as a practitioner? *Cardiol Young.* 2025 May;35(5):881–887.

18. Смирнова К.И. Дисфагия у детей с врожденными пороками сердечно-сосудистой системы // *University Therapeutic Journal.* – 2024. – Т. 6, № 1. – С. 90–96.

19. Porcaro F., Ciliberti P., Petreschi F., Secinaro A., Allegorico A., Coretti A., Cutrera R. Long term respiratory morbidity in patients with vascular rings: a review. *Ital J Pediatr.* 2023 Feb 17;49(1):24.

20. Hamersley E.R.S., Baldassari C. Pediatric Esophageal Dysphagia. *Otolaryngol Clin North Am.* 2024 Aug;57(4):581–587.

21. Murray A., Meguid E.A. Anatomical variation in the branching pattern of the aortic arch: a literature review. *Ir J Med Sci.* 2023 Aug;192(4):1807–1817.

22. Langenfeld T., Ali Y., Sharma C., Agarwal A. Case report and literature review: fetal diagnosis of vascular ring with circumflex right aortic arch and unique aortic arch branching pattern. *Front Cardiovasc Med.* 2025 Mar 10;12:1523356.

23. Hazan G., Simpson-Lavy Y., Golan-Tripto I., Taragin B., Aviram M. Neonatal presentation of double aortic arch: Case series and literature review. *Pediatr Int.* 2021 Mar;63(3):344–346.

24. Goel A., Viswamitra S. Congenital Anomalies of Aortic Arch: A Pictorial Essay. *Indian J Radiol Imaging.* 2022 Aug 23;32(3):372–380.

25. Fisenne D.T., Burns J., Dhar A. Feeding Difficulties Following Vascular Ring Repair: A Contemporary Narrative Review. *Cureus.* 2022 Apr 30;14(4):e24623.

DOUBLE ARCH OF THE AORTA: A REVIEW OF LITERATURE AND CLINICAL CASES

Veselkov I.R., Sergeeva S.S., Semakov A.E., Poltarakova K.M., Pakulin M.S.
Northern State Medical University

Double aortic arch is a rare congenital malformation of the cardiovascular system that occurs due to the persistence of both four branchial arches and the absence of physiological regression of the right arch. This malformation is the most common cause of symptomatic vascular rings, accounting for 59–60% of all vascular rings. The anomaly is characterized

by the formation of a complete vascular ring around the trachea and esophagus, which leads to the clinical presentation of compression of the mediastinal structures.

Keywords: double aortic arch, vascular ring, congenital anomaly, tracheoesophageal compression, surgical correction.

References

1. Sinelnikov Y.S., Shekhmatyev R.M., Vronsky A.S., Lazarkov P.V. Surgical treatment of vascular ring with formation of the left aortic arch. Complex problems of cardiovascular diseases. – 2022. – № 11(1). – Pp. 135–139.

2. Ruiz-Solano E., Mitchell M. Rings and Slings: Not Such Simple Things. *Curr Cardiol Rep.* 2022 Oct;24(10):1495–1503.

3. Ivanov V.A. Abnormalities of the aortic arch: errors in the embryogenesis of the cardiovascular system // *Integrative trends in medicine and education.* – 2025. – Vol. 4. – P. 254–259.

4. Bae S.B., Kang E.J., Choo K.S., Lee J., Kim S.H., Lim K.J., Kwon H. Aortic Arch Variants and Anomalies: Embryology, Imaging Findings, and Clinical Considerations. *J Cardiovasc Imaging.* 2022 Oct;30(4):231–262.

5. Mantri S.S., Raju B., Jumah F., Rallo M.S., Nagaraj A., Khandelwal P., Roychowdhury S., Kung D., Nanda A., Gupta G. Aortic arch anomalies, embryology and their relevance in neuro-interventional surgery and stroke: A review. *Interv Neuroradiol.* 2022 Aug;28(4):489–498.

6. Goldmuntz E., Bassett A.S., Boot E., Marino B., Moldenhauer J.S., Óskarsdóttir S., Putotto C., Rychik J., Schindewolf E., McDonald-McGinn D.M., Blagowidow N. Prenatal cardiac findings and 22q11.2 deletion syndrome: Fetal detection and evaluation. *Prenat Diagn.* 2024 Jun;44(6–7):804–814.

7. Grigoryants T.R., Kim A.I., Rogova T.V., Akatov D.S. Vascular Rings: Current State of the Problem // *Children's Heart and Vascular Diseases.* – 2022. – Vol. 19, № 4. – Pp. 263–271.

8. Sahni D., Franklin W.H. Vascular Ring Double Aortic Arch. 2022 Sep 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan.

9. Malozemova O.G. Isolated Vascular Rings in the Era of High Rates of Prenatal Diagnostics: A Review // *Radiation Diagnostics and Therapy.* – 2025. – № 1(16). – Pp. 19–32.

10. Malozemova O.G., Gasanova R.M., Yesayan A.A., Kholmanskaya E.V., Turko K.R., Yarygina T.A., Burov A.A. Double aortic arch with atresia of the distal segment of the left arch: possibilities of early postnatal echocardiography // *Children's Heart and Vascular Diseases.* – 2023. – Vol. 20, № 1. – Pp. 45–53.

11. Malozemova O.G., Gasanova R.M., Medvedeva I.B., Turko K.R., Filippova E.A., Zubkov V.V., Ivanets Y.N. Transthoracic Echocardiography of a Double Aortic Arch in a Newborn // *Neonatology: News, Opinions, Training.* – 2022. – Vol. 10, № 2(36). – Pp. 43–49.

12. Malozemova O.G., Gasanova R.M., Yarygina T.A., Kholmanskaya E.V., Yesayan A.A., Turko K.R., Filippova E.A. A case of prospective ultrasound diagnostics of a double aortic arch with atresia of the distal segment of the left arch in a newborn // *Bulletin of the A.N. Bakulev National Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Academy of Medical Sciences. Cardiovascular Diseases.* – 2023. – Vol. 24, № S3. – P. 132.

13. Biermann D., Holst T., Hüners I., Rickers C., Kehl T., Rüffer A., Sachweh J.S., Hazekamp M.G. Right aortic arch forming a true vascular ring: a clinical review. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2021 Nov 2;60(5):1014–1021.

14. Yaynished Y.A., Kibrom B.T., Abera M.T., Legesse T.K. Symptomatic vascular ring due to double aortic arch: A report of two cases. *Radiol Case Rep.* 2024 Oct 9;20(1):97–100.

15. Chiu P., Zendejas B., Baird C. Multidisciplinary approach to vascular rings and vascular-related aerodigestive compression: a clinical practice review. *Transl Pediatr.* 2023 Jun 30;12(6):1258–1277.

16. Davila-Flores D., Villasante-Villalta C., Montesinos-Segura R., Zúñiga-Meza J., Peralta-Santos H., Vera-Taliedo L. Vascular ring due to double aortic arch as a cause of stridor and dysphagia in infancy: a case report. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc.* 2025 Dec 29;6(4):253–257.

17. Madira S., Orr W.B., Rosenblum J.M., Pitman R., Nguyen Q.T., Molter D., Lloyd A., Glickstein J., Renno M., Eghtesady P., Miller J.R. Vascular rings – what has changed, and what do I need to know as a practitioner? *Cardiol Young.* 2025 May;35(5):881–887.

18. Smirnova K.I. Dysphagia in Children with Congenital Cardiovascular System Malformations // *University Therapeutic Journal.* – 2024. – Vol. 6, № 1. – Pp. 90–96.

19. Porcaro F., Ciliberti P., Petreschi F., Secinaro A., Allegorico A., Coretti A., Cutrera R. Long term respiratory morbidity in patients with vascular rings: a review. *Ital J Pediatr.* 2023 Feb 17;49(1):24.

20. Hamersley E.R.S., Baldassari C. Pediatric Esophageal Dysphagia. *Otolaryngol Clin North Am.* 2024 Aug;57(4):581–587.

21. Murray A., Meguid E.A. Anatomical variation in the branching pattern of the aortic arch: a literature review. *Ir J Med Sci.* 2023 Aug;192(4):1807–1817.

22. Langenfeld T., Ali Y., Sharma C., Agarwal A. Case report and literature review: fetal diagnosis of vascular ring with circumflex right aortic arch and unique aortic arch branching pattern. *Front Cardiovasc Med.* 2025 Mar 10;12:1523356.

23. Hazan G., Simpson-Lavy Y., Golan-Tripto I., Taragin B., Aviram M. Neonatal presentation of double aortic arch: Case series and literature review. *Pediatr Int.* 2021 Mar;63(3):344–346.

24. Goel A., Viswamitra S. Congenital Anomalies of Aortic Arch: A Pictorial Essay. *Indian J Radiol Imaging.* 2022 Aug 23;32(3):372–380.

25. Fisenne D.T., Burns J., Dhar A. Feeding Difficulties Following Vascular Ring Repair: A Contemporary Narrative Review. *Cureus.* 2022 Apr 30;14(4):e24623.

Прогностическая роль объема церебральной ишемии при полушарном инсульте: предикторы злокачественного течения и эффективность декомпрессионной хирургии

Фидаров Фидар Ацамазович,

студент, ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России
E-mail: fidar14fidarov@gmail.com

Каллагова Милана Костаевна,

студент, ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России
E-mail: milanakallagova28@gmail.com

Касаев Давид Эдуардович,

студент, ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России
E-mail: davidkasaev03@gmail.com

Пагиева Мадина Казбековна

к.м.н., доцент кафедры хирургических болезней № 2
Северо-Осетинской государственной медицинской академии
E-mail: pagievamadi@rambler.ru

Массивные полушарные инфаркты (объемом более 150 см³) нередко приобретают злокачественное течение с развитием дислокационного синдрома и летальностью, достигающей 80%. Раннее выявление предикторов такого сценария и своевременное решение о хирургической декомпрессии остаются ключевыми задачами нейрореаниматологии. В ретроспективное исследование включено 95 пациентов с подтвержденным инфарктом в бассейне средней мозговой артерии (объем очага >150 см³), госпитализированных в период 2020–2025 гг. Проводилась динамическая оценка неврологического статуса (шкала комы Глазго) и серийная компьютерная томография с анализом объема ишемии, смещения срединных структур и состояния желудочковой системы. В зависимости от течения заболевания выделены три группы: доброкачественное, злокачественное на фоне консервативной терапии и злокачественное с проведением гемикрианиэктомии.

Ключевые слова: массивный ишемический инсульт, средняя мозговая артерия, злокачественное течение, дислокационный синдром, смещение срединных структур, декомпрессионная гемикрианиэктомия, компьютерная томография, предикторы летального исхода, внутричерепная гипертензия, шкала комы Глазго.

Введение

Ключевым фактором, определяющим исход ишемического инсульта, является распространенность поражения мозгового вещества. При обширных (массивных) инфарктах, захватывающих значительную часть бассейна средней мозговой артерии (СМА) и нередко выходящих за его пределы (в зоны передней и задней мозговых артерий), показатели смертности крайне высоки и достигают 80% [1,2]. Подобный сценарий встречается приблизительно у 7% от общего числа больных с ишемией головного мозга. Примерно в половине наблюдений такие пациенты демонстрируют относительно стабильное течение, несмотря на грубый неврологический дефицит, который впоследствии может частично компенсироваться. В то же время у второй половины развивается так называемое злокачественное течение, характеризующееся стремительным нарастанием отека гемисферы, дислокацией срединных структур и высоким риском витальных нарушений [2,3]. Манифестация критических симптомов (прогрессирующее угнетение сознания, анизокория, нарушения дыхания и центральной гемодинамики, двусторонние патологические стопные знаки) обычно происходит уже на вторые-третьи сутки заболевания [4].

Цель исследования: определить клинические и нейровизуализационные предикторы, позволяющие в острой фазе прогнозировать переход массивного ишемического инсульта (МИИ) в злокачественную форму, а также анализ клинической эффективности декомпрессионной краниотомии при дислокационном синдроме.

Материалы и методы

В анализ включены данные 95 пациентов (45 мужчин и 50 женщин), госпитализированных в РКБ г. Владикавказ за период с октября 2020 г. по январь 2025 г.. Средний возраст составил 70±5 лет. Критерием включения являлся ишемический очаг объемом свыше 150 см³, что соответствует поражению более половины бассейна СМА. Распределение по срокам госпитализации: 18 больных поступили в первые 12 часов, 65 – в интервале 12–24 часов, 12 – спустя сутки от начала заболевания. Обследование включало динамическую оценку неврологического статуса с использованием шкалы комы Глазго (ШКГ), анализ двигательных и глазодвигательных нарушений, а также компьютерную томографию (КТ). При интерпретации данных учитывались: объем ишемии, степень вовлечения лобной, теменной и височной долей, характеристики ствола СМА (симптом гипертензионной артерии), смещение прозрачной перегородки и состояние желудочков. Смещение прозрачной перегородки на ≥2,1 мм в сочетании с компрессией базальных цистерн трактовалось как признак дислокации.

Результаты

В зависимости от динамики клинической картины были сформированы три группы: Группа 1 (доброкачественное течение) – 31 пациент (33%); Группа 2 (злокачественное течение на фоне консервативной терапии) – 52 пациента (54%); Группа 3 (злокачественное течение, потребовавшее декомпрессионной краниотомии) – 12 пациентов (13%). Сравнение групп 1 и 2 проводилось по возрастным и половым характеристикам, данным томографии и исходам. Для анализа неврологического статуса использовались данные пациентов, поступивших в первые сутки (n=62), тогда как КТ оценивалась у больных, обследованных в «терапевтическое окно» 12–24 часов (n=33). Внутри группы 2 были выделены подгруппы: 2А (10 человек, 19%) – больные, пережившие дислокационный синдром, и 2В (42 человека, 81%) – пациенты, у которых дислокация привела к летальному исходу. Проводилось сопоставление клинической динамики и КТ-признаков между этими подгруппами. Всем пациентам назначалась стандартная интенсивная терапия, включавшая коррекцию гемодинамики, нормализацию микроциркуляции, респираторную поддержку и диуретики при признаках внутричерепной гипертензии. Статистическая обработка выполнялась с использованием критерия Фишера в программе Statistica 6.0; уровень значимости p<0.05. Анализ полученных результатов

Сравнение доброкачественного и злокачественного течения

Существенных различий по возрасту и полу между группами 1 и 2 не выявлено (средний возраст 70±15 лет и 73±10 лет соответственно; доля мужчин 52% и 45%). Также сопоставимой оказалась частота

ранней госпитализации (78% и 80%). Однако уже в дебюте заболевания группа 2 отличалась преобладанием глубокого угнетения сознания и грубого очагового неврологического дефицита. Ясное сознание в первые сутки регистрировалось у 85% пациентов группы 1 и лишь у 16% группы 2 ($p<0,05$). Ранними КТ-проявлениями МИИ являлись сглаженность корковых борозд, деформация желудочков, симптом гиперденсной СМА. Выделены четыре типа распространения ишемии (А, В, С, D). Наиболее обширный тип А (поражение $>70\%$ лобной и теменной долей и $>80\%$ височной доли) встречался лишь у 8% пациентов группы 1, но у 71% группы 2. Во второй группе гиперденсный симптом СМА и компрессия бокового желудочка встречались заметно чаще – 93% и 85% соответственно. Общая летальность при массивных инфарктах составила 70% (65 из 91). В первой группе умерли 38%, причём смерть чаще была обусловлена экстрацеребральными причинами – тромбоэмболией лёгочной артерии, инфарктом миокарда или пневмонией. А вот в группе со злокачественным течением показатели оказались куда более драматичными: там не выжили 90% больных ($p<0,05$), и у каждого из них развился дислокационный синдром – от 1 до 7 суток, чаще всего на третьи сутки.

Если говорить о влиянии степени смещения, то сроки появления дислокации в подгруппах 2А и 2Б практически не отличались, а вот само смещение было принципиально разным. У тех, кто выжил, прозрачная перегородка отклонялась в среднем на 6 ± 1 мм, тогда как у погибших – уже на 16 ± 7 мм ($p<0,05$). Причём ни один пациент с летальным исходом не имел смещения меньше 7 мм. Прогрессирующий отёк шёл рука об руку с углублением комы: при отклонении 6–8 мм мы видели глубокое оглушение или сопор, а при 10–12 мм – сопор или умеренную кому, которая сопровождалась анизокорией и двусторонней пирамидной симптоматикой.

При медленном нарастании отека сознание могло оставаться относительно сохранным вплоть до 4–5-х суток. Клинический пример злокачественного течения. Приводится наблюдение пациентки К., 55 лет, доставленной через 8 часов от начала левостороннего гемипареза. Исходно – умеренное оглушение (12 баллов по ШКГ), парез взора вправо, грубый левосторонний гемипарез, левосторонний рефлекс Бабинского. На первичной КТ – гиперденсный ствол правой СМА, массивная зона ишемии по типу А, начальная деформация правого бокового желудочка. Несмотря на проводимую терапию, на третьи сутки наступило угнетение сознания до сопора, а на контрольной КТ выявлено увеличение объема инфаркта до 210 см³, смещение срединных структур на 12 мм и компрессия цистерн основания. В последующем развилась кома, двусторонняя пирамидная симптоматика, нестабильность гемодинамики. Летальный исход наступил на 5-е сутки; на аутопсии подтверждено вторичное стволовое повреждение вследствие дислокации.

Эффективность хирургической декомпрессии (Группа 3)

Декомпрессионная гемикраниэктомия выполнена 12 пациентам (средний возраст 60 лет, 84% мужчин) с латеральной дислокацией >7 мм (среднее значение – 11,5 мм). Предоперационный уровень сознания: глубокое оглушение ($n=3$), сопор ($n=7$), умеренная кома ($n=1$), глубокая кома ($n=1$). Операции проводились на 2–4-е сутки. Послеоперационная летальность составила 45% (7 из 12). Шесть пациентов погибли в первые 6 суток без восстановления сознания; ни у одного больного, оперированного в коматозном состоянии, положительной динамики не зафиксировано. Среди причин смерти в раннем послеоперационном периоде отмечены инфаркт миокарда, ТЭЛА и повторная ишемия в противоположном бассейне [5–6]. У 9 пациентов отмечено восстановление уровня бодрствования: у оперированных в состоянии оглушения – до ясного сознания к 7-м суткам, в состоянии сопора – к 11-м. С учетом поздней смерти одной пациентки от пневмонии, летальность среди больных, прооперированных до развития комы, составила 30%, а среди тех, у кого сознание восстановилось – 13%. Контрольная томография показала уменьшение дислокации в среднем в 2 раза уже через сутки и полный регресс к 5-м суткам. У пациента, оперированного в глубокой коме, регресс смещения был минимальным (на 1 мм), что привело к смерти на 3-и сутки. Обсуждение. Полученные данные свидетельствуют, что массивные полушарные инфаркты остаются основной причиной смерти в остром периоде ишемического инсульта. Наибольшей прогностической ценностью в первые 24 часа обладают: КТ-тип А (тотальное поражение долей), симптом гиперденсной СМА, деформация желудочковой системы, а также клинические признаки – угнетение сознания, парез взора и гемиплегия. Наши результаты хорошо согласуются с известными литературными данными: там неблагоприятным прогностическим порогом считают поражение бассейна СМА более чем на 67–80%, а также смещение прозрачной перегородки от 5 мм и вовлечение височной доли свыше 80% – всё это признают факторами риска злокачественного течения. Поскольку в нашей серии дислокация развивалась в промежутке от 1 до 7 суток, мы считаем обязательным проводить контрольную КТ через 24 и 48 часов, а при любом ухудшении состояния – выполнять визуализацию экстренно, не дожидаясь планового срока.

Особо подчеркнём, что смещение срединных структур более 7 мм мы рассцениваем как точку невозврата при консервативном ведении – в нашей практике ни один пациент с такими цифрами не выжил без операции. Что касается декомпрессионной краниотомии, то при своевременном выполнении она показала себя весьма эффективной, и мы убедились в этом на собственном опыте [6–9].

В нашем исследовании летальность в хирургической группе снизилась более чем вдвое по сравнению с аналогичной по тяжести группой консервативного лечения (46% против 91%), что согласуется с результатами европейских рандомизированных исследований [10–12].

Выводы

Предикторами злокачественного течения МИИ в первые сутки являются обширность ишемии по типу А (поражение $>70\%$ лобной и теменной, $>80\%$ височной долей), гиперденсность ствола СМА, деформация желудочков, а также клиническая триада: угнетение сознания, насильственный поворот взора и гемиплегия. Латеральная дислокация срединных структур свыше 7 мм является пороговым значением для прогнозирования летального исхода при отказе от хирургического лечения. Декомпрессионная гемикраниэктомия при дислокации более 7 мм позволяет снизить летальность более чем в 2 раза (с 91% до 46%). Наилучшие результаты достигаются при вмешательстве до развития коматозного состояния, что подтверждает необходимость раннего принятия решения о хирургическом лечении.

Литература

- Буров С.А., Никитин А.С., Асратян С.А., Крылов В.В. Факторы риска развития злокачественного течения массивного ишемического инсульта. *Нейрохирургия*. 2012;(3). 238–300.
- DECIMAL Trial – Vahedi K, Vicaut E, Mateo J, et al. Sequential-design, multicenter, randomized, controlled trial of early decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarction (DECIMAL Trial). *Stroke*. 2007;38(9):2506–2517.
- DESTINY I – Jüttler E, Schwab S, Schmiedek P, et al. Decompressive Surgery for the Treatment of Malignant Infarction of the Middle Cerebral Artery (DESTINY): a randomized, controlled trial. *Stroke*. 2007;38(9):2518–2525.
- HAMLET – Hofmeijer J, Kappelle LJ, Algra A, et al. Surgical decompression for space-occupying cerebral infarction (the Hemicraniectomy After Middle Cerebral Artery infarction with Life-threatening Edema Trial [HAMLET]): a multicentre, open, randomised trial. *The Lancet Neurology*. 2009;8(4):326–333.
- DESTINY II – Jüttler E, Unterberg A, Woitzik J, et al. Decompressive surgery for the treatment of malignant infarction of the middle cerebral artery in elderly patients (DESTINY II). *Stroke*. 2014;45(5):1424–1431.
- Никитин А.С., Асратян С.А. Функциональный исход после декомпрессионной краниотомии у больных с массивным ишемическим инсультом злокачественного течения. *Неврологический журнал*. 2016;21(3):142–145. DOI: 10.18621/1560-9545-2016-21-3-142-145.
- Крылов В.В., Никитин А.С., Буров С.А., Петриков С.С. Декомпрессионная краниотомия в комплексной интенсивной терапии злокачественных форм массивного ишемического инсульта. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2013.
- Крылов В.В. Хирургия массивного ишемического инсульта. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. ISBN: 978–5–9704–3808–4.
- Яриков А.В., Морев А.В. Декомпрессионная краниотомия при массивном ишемическом инсульте полушарий головного мозга (обзор литературы). *Хирургия*. Журнал им. Н.И. Пирогова.
- Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2026 Guideline for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2026.
- Chen X, Hao Q, Yang SZ, et al. Improvement in Midline Shift Is a Positive Prognostic Predictor for Malignant Middle Cerebral Artery Infarction Patients Undergoing Decompressive Craniectomy. *Frontiers in Neurology*.
- Lim et al. Malignant MCA infarction: clinical outcomes and prominent predictive factors after decompressive craniectomy. Springer. 2026.

THE PROGNOSTIC ROLE OF THE VOLUME OF CEREBRAL ISCHEMIA IN HEMISPHERIC STROKE: PREDICTORS OF A MALIGNANT COURSE AND THE EFFECTIVENESS OF DECOMPRESSION SURGERY

Fidarov F.A., Kallagova M.K., Kasaev D.E., Pagieva M.K.

North Ossetian State Medical Academy Ministry of Health of the Russian Federation

Massive hemispheric infarctions (with a volume exceeding 150 cm³) often develop a malignant course, leading to the development of dislocation syndrome and a mortality rate

reaching 80%. Early identification of predictors of such a scenario and timely decision-making regarding surgical decompression remain key tasks in neurointensive care. The retrospective study included 95 patients with a confirmed infarction in the middle cerebral artery territory (focal volume >150 cm³), hospitalized between 2020 and 2025. A dynamic assessment of the neurological status (Glasgow Coma Scale) and serial computed tomography were performed, including analysis of the extent of ischemia, displacement of midline structures, and the state of the ventricular system. Depending on the course of the disease, three groups were identified: benign, malignant with conservative therapy, and malignant with hemicraniectomy.

Keywords: Massive ischemic stroke, middle cerebral artery, malignant course, dislocation syndrome, shift of midline structures, decompression hemicraniectomy, computed tomography, predictors of fatal outcome, intracranial hypertension, Glasgow Coma Scale.

References

1. Burov S.A., Nikitin A.S., Asratyan S.A., Krylov V.V. Risk factors for the development of a malignant course of massive ischemic stroke. *Neurosurgery*. 2012;(3). 238–300.
2. DECIMAL Trial – Vahedi K, Vicaut E, Mateo J, et al. Sequential-design, multicenter, randomized, controlled trial of early decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarction (DECIMAL Trial). *Stroke*. 2007;38(9):2506–2517.
3. DESTINY I – Jüttler E, Schwab S, Schmiedek P, et al. Decompressive Surgery for the Treatment of Malignant Infarction of the Middle Cerebral Artery (DESTINY): a randomized, controlled trial. *Stroke*. 2007;38(9):2518–2525.
4. HAMLET – Hofmeijer J, Kappelle LJ, Algra A, et al. Surgical decompression for space-occupying cerebral infarction (the Hemicraniectomy After Middle Cerebral Artery infarction with Life-threatening Edema Trial [HAMLET]): a multicentre, open, randomised trial. *The Lancet Neurology*. 2009;8(4):326–333.
5. DESTINY II – Jüttler E, Unterberg A, Woitzik J, et al. Decompressive surgery for the treatment of malignant infarction of the middle cerebral artery in elderly patients (DESTINY II). *Stroke*. 2014;45(5):1424–1431.
6. Nikitin A.S., Asratyan S.A. Functional outcome after decompressive craniotomy in patients with massive ischemic stroke of a malignant course. *Neurological Journal*. 2016;21(3):142–145. DOI: 10.18621/1560-9545-2016-21-3-142-145.
7. Krylov V.V., Nikitin A.S., Burov S.A., Petrikov S.S. Decompressive craniotomy in the comprehensive intensive therapy of malignant forms of massive ischemic stroke. *Journal of Neurology and Psychiatry named after. S.S. Korsakov*. 2013.
8. Krylov V.V. *Surgery for Massive Ischemic Stroke*. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. ISBN: 978–5–9704–3808–4.
9. Yarikov A.V., Morev A.V. Decompressive Craniectomy for Massive Ischemic Stroke of the Cerebral Hemispheres (Literature Review). *Surgery. N.I. Pirogov Journal*.
10. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2026 Guideline for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2026.
11. Chen X, Hao Q, Yang SZ, et al. Improvement in Midline Shift Is a Positive Prognostic Predictor for Malignant Middle Cerebral Artery Infarction Patients Undergoing Decompressive Craniectomy. *Frontiers in Neurology*.
12. Lim et al. Malignant MCA infarction: clinical outcomes and prominent predictive factors after decompressive craniectomy. *Springer*. 2026.

Клышников Кирилл Юрьевич,

кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

E-mail: klyshku@kemcardio.ru

Митрофанова Кристина Сергеевна,

кандидат технических наук, инженер-исследователь, «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

E-mail: mitrks@kemcardio.ru

Онищенко Павел Сергеевич,

младший научный, «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

E-mail: onisps@kemcardio.ru

Овчаренко Евгений Андреевич,

кандидат технических наук, заведующий лабораторией, «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»

E-mail: ovchea@kemcardio.ru

Статья посвящена сравнительной оценке вариантов конструкции опорного каркаса биологического протеза аортального клапана «ЮниЛайн» с применением компьютерного моделирования. Исследование выполнено на трехмерной модели каркаса типоразмера 21 мм и шести модификациях с различной толщиной полимерной компоненты и материалом проволоочного армирующего элемента. Для калибровки конечно-элементной модели Abaqus/CAE проведены гидродинамические испытания оригинального протеза с оценкой подвижности комиссуральной стойки методом скоростной видеосъемки. Установлено, что подвижность стойки оригинального протеза составляет 0,6 мм. Уменьшение толщины полимерного каркаса повышало подвижность стойки, тогда как проволоочное армирование, особенно из нержавеющей стали, увеличивало жесткость конструкции и приближало ее механическое поведение к исходному протезу. Во всех вариантах расчетные напряжения не превышали допустимых значений. Показано, что сочетание уменьшения толщины полимерной компоненты с повышением жесткости проволоочного каркаса позволяет оптимизировать конструкцию без превышения допустимых напряжений. Полученный подход может применяться для предварительного отбора перспективных конструкций перед изготовлением прототипов и экспериментальными испытаниями.

Ключевые слова: протез клапана сердца, опорный каркас, численное моделирование, метод конечных элементов, биомеханика, гидродинамическое демпфирование.

Введение

Хирургическое протезирование остается одним из наиболее распространенных методов коррекции приобретенных пороков клапанов сердца [1]. Несмотря на активное развитие транскатетерных технологий, хирургическая имплантация биологических протезов сохраняет важное значение благодаря возможности применения у широкого круга пациентов, включая больных с сопутствующими заболеваниями, анатомическими особенностями и высоким риском осложнений при альтернативных вмешательствах. Только в Российской Федерации ежегодно выполняется более 12 тыс. операций протезирования клапанов сердца, более 2 тыс. из которых проводят с использованием биологических протезов [1]. При этом увеличение продолжительности жизни пациентов и расширение показаний к имплантации клапанных устройств формируют дополнительные требования к их надежности, долговечности и функциональной эффективности.

Разработка новых и совершенствование старых моделей протезов клапанов сердца является актуальной задачей современных инженерных исследований, ориентированных на повышение безопасности, эффективности данных медицинских изделий. Основными направлениями развития являются поиск более долговечных материалов и обработок, улучшающих длительное функционирование протезов [2], создание более совершенных конструкций за счет оптимизации геометрии [3], модификация для расширения области применения [4].

Безусловно, ключевую роль в таком поиске играют методы численного моделирования, ставшие ценным инструментом для проектировщиков, особенно на ранних стадиях – при которых необходимо отсеять малоэффективные или непригодные варианты до этапа макетирования и прототипирования. Применение численных алгоритмов: метода конечных элементов [5], вычислительной гидродинамики [6] micro porous polytetrafluoroethylene grafts manufactured by Gore-Tex® are used for the treatment of cyanotic heart defects (i.e., modified Blalock–Taussig shunt, машинного обучения [7], параметрической оптимизации [8], позволяет оценивать напряженно-деформированное состояние конструкций, прогнозировать зоны потенциального повреждения, анализировать влияние геометрических изменений на гемодинамические показатели и выбирать наиболее перспективные варианты. Отечественная литература активно описывает результаты российских исследователей по использованию численного моделирования, оптимизаторов для различных устройств из области сердечно-сосудистой хирургии и интервенционной кардиологии: стентов [9], транскатетерных устройств [10], каркасных протезов [11].

Настоящая статья представляет наш собственный опыт применения численного моделирования для оптимизации конструкции коммерческого протеза клапана аорты «ЮниЛайн» (АО «НеоКор», Россия). Несмотря на то, что безопасность и клиническая эффективность данного протеза подтверждена многолетним использованием на территории России [12], его конструкция обладает потенциалом для улучшения – с позиции повышения гемодинамической эффективности за счет геометрии опорного каркаса.

Целью настоящего исследования являлась разработка и оценка новых вариантов конструкции каркасного элемента протеза с использованием методов компьютерного моделирования для повышения его функциональной эффективности.

Материал и методы исследования

Объектом исследования стала трехмерная модель опорного каркаса протеза клапана аорты «ЮниЛайн» типоразмера 21 мм и две модификации на ее основе, которые предполагают увеличение диаметра проходного отверстия за счет уменьшения толщины каркаса на 10% и на 25% (рис. 1).

Учитывая особенности конструкции протеза все модели содержали два компонента – проволоочный контур, служащий для монтирования створчатого аппарата, и полимерный каркас, обеспечивающий основную опорную функцию. В моделях варьировали толщину полимерной основы и материал проволоочного каркаса таким образом, чтобы сформировать следующие модификации:

Таблица 1. Характеристика исследованных трехмерных моделей каркасов, компоновка и обоснование такого выбора

№	Модель	Полимерная компонента	Проволочная компонента	Идея
1.1	Оригинал – ПП	Оригинальная толщина	–	Контрольный протез, референс
1.2	Оригинал – 2 компоненты	Оригинальная толщина	Никелид титана	Контрольный протез, референс
2.1	Версия –10% – ПП	Уменьшенный на 10% по толщине	–	Увеличение просвет протеза
2.2	Версия –10% – 2 компоненты	Уменьшенный на 10% по толщине	Никелид титана	Увеличение просвет протеза
2.3	Версия –10% – 2 компоненты, нерж.	Уменьшенный на 10% по толщине	Нержавеющая сталь	Компенсация потери жесткости
3.1	Версия –25% – ПП	Уменьшенный на 25% по толщине	Никелид титана	Значительное увеличение просвет протеза
3.2	Версия –25% – 2 компоненты	Уменьшенный на 25% по толщине	Никелид титана	Значительное увеличение просвет протеза
3.3	Версия –25% – 2 компоненты, нерж.	Уменьшенный на 25% по толщине	Нержавеющая сталь	Компенсация потери жесткости

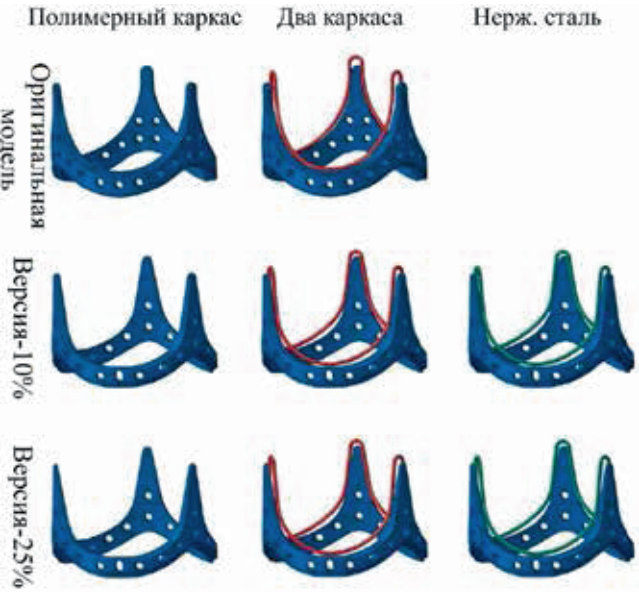


Рис. 1. Трехмерные модели каркасов протеза: оригинальная исходная модель «ЮниЛайн» и модификации на ее основе

Предварительные исследования

Исследование состоятельности каркасов проводили с позиции подвижности комиссуральной стойки – свойства, обеспечивающего демпфирование гидродинамического удара на створчатый аппарат. За счет такой биомеханики происходит перераспределение нагрузки со створки на опорный каркас и повышается долговечность всего протеза. Учитывая, что оригинальный биопротез «ЮниЛайн» демонстрирует длительное функционирование в клинической практике [12], а также то, что такая биомеханика описана для ряда других коммерческих протезов [13], воспроизведение подвижности стойки в новых моделях каркаса – обязательное требование.

Для оценки исходной выраженности данного эффекта проводили серию гидродинамических испытаний протеза «ЮниЛайн» (n=3) для позиции клапана аорты типоразмера 21 мм с оценкой по ускоренной видеозаписи перемещения стойки каркаса в закрытом (диастола) и открытом состоянии (систола). Гидродинамическую оценку проводили в установке гидродинамического тестирования Pulse Duplicator II (Vivitro Labs., Канада), имитирующей работу левой половины сердца. В качестве режима тестирования выбирали нормотензивную нагрузку:

ударный объем 70 мл; минутный объем 5 л; давление в аорте 120/80 мм рт.ст.; длительность систолы – 35%.

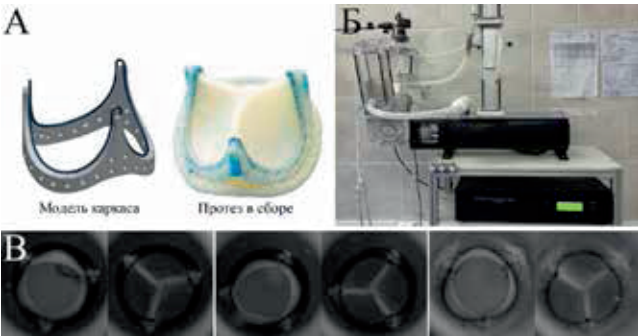


Рис. 2. Предварительное исследование подвижности стойки оригинального протеза клапана аорты «ЮниЛайн» 21 типоразмер: А – фотография клинического протеза; Б – фотография гидродинамического стенда; В – пример видеозаписи работы протеза, подвижности комиссуральной стойки

Работу протеза фиксировали на скоростную видеокамеру «SHXB-UM-40» (U3V, Китай). Подсчет движения комиссуральной стойки проводили для каждой стойки трех протезов в установившемся режиме работы гидродинамического стенда. В качестве инструмента подсчета использовали среду ImageJ (NIH, США).

Численное моделирование

Численное сравнительное исследование подвижности комиссуральной стойки оригинального опорного каркаса и шести модификаций проводили в среде инженерного анализа «Abaqus/CAE» (Dassault Systemes, Франция). Для этого все 3Д-модели импортировали в данную программу и на их основе строили сетку из 22–26 тыс. конечных элементов (41–48 тыс. узлов) типа C3D10M. Нагрузкой, имитирующей подвижность комиссуральной стойки, стало воздействие плоской мембраны с нужной силой. Значение данной силы подобрано таким образом, чтобы обеспечить перемещение стойки оригинального опорного каркаса в соответствии с видеозаписью гидродинамического испытания. Эту же нагрузку применяли к модифицированным моделям для оценки подвижности их стоек (рис. 3.).

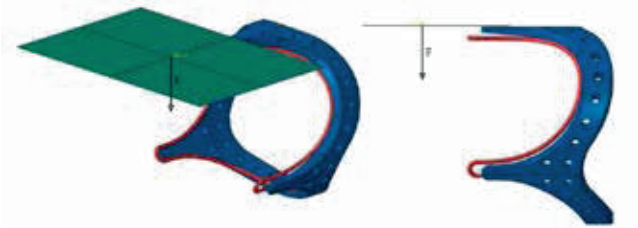


Рис. 3. Постановка численного моделирования подвижности комиссуральной стойки с помощью мембраны

Контактное взаимодействие «мембрана-каркас» описывали моделью трения Колумба с коэффициентами тангенциального направления 0,1; и методом штрафов («penalty») в нормальном направлении с коэффициентом жесткости 1. Объединение проволочной и полимерной компонент обеспечивали за счет ограничений по типу «связка» (tie), которые мы демонстрировали ранее в собственной работе (2024) [14]. Для воспроизведения физико-механических характеристик материалов использовали литературные данные для никелида титана [15]; для полипропилена [14]; для нержавеющей стали [16] such as additive and subtractive manufacturing, which have gained appreciable consideration in recent years. The deformation of hybrid manufacturing is an essential factor affecting machining quality. The purpose of this paper is to study the effect of milling on stress release and surface deformation of additive manufacturing (AM).

В исследовании оценивали отклонение стойки при заданной силе, а также напряженно-деформированное состояние в полимерной и проволочной компонентах для оценки превышения предельных значений.

Результаты

Предварительные исследования

Анализ гидродинамических результатов продемонстрировал, что подвижность стоек составляет 0,6 мм в радиальном направлении. При этом вариативность составила 0,5–0, мм. Такая подвижность в рамках численного моделирования соответствовала силе, прилагаемой к мембране в 1,96 Н для оригинального двухкомпонентного каркаса (Табл. 1,

№ 1). Именно такую силу и прилагали в дальнейших исследованиях ко всем 3Д-моделям.

Численное моделирование

Численное моделирование нагрузки продемонстрировало, что уменьшение толщины каркаса значительно влияет на подвижность стойки – повышая ее. В исследовании только полимерных компонент: оригинальной, версии-10% и версии-25%, перемещения стойки достигали, соответственно 0,85; 1,4; 1,8 мм. Добавление никелида титанового опорного каркаса понижало подвижность стойки, что ожидаемо, до 0,6; 1,2; 1,6 мм, соответственно. При этом изменение материала проволоочного компонента на нержавеющую сталь изменило биомеханику каркасов – версия-10% и версия-25% значительно приблизились к жесткости оригинального протеза.



Рис. 4. Результаты численного моделирования изгиба комиссуральной стойки

Анализ напряженно-деформированного состояния продемонстрировал, что все модели каркасов достигают умеренного напряжения по Мизесу – до 26 МПа, что ниже предела текучести материала (рис. 5). Напряжения в проволоочном каркасе также не превышали пределов прочности для никелида титана и нержавеющей стали, и достигали 278,6 МПа и 105,7 МПа, соответственно, в самых негативных случаях.

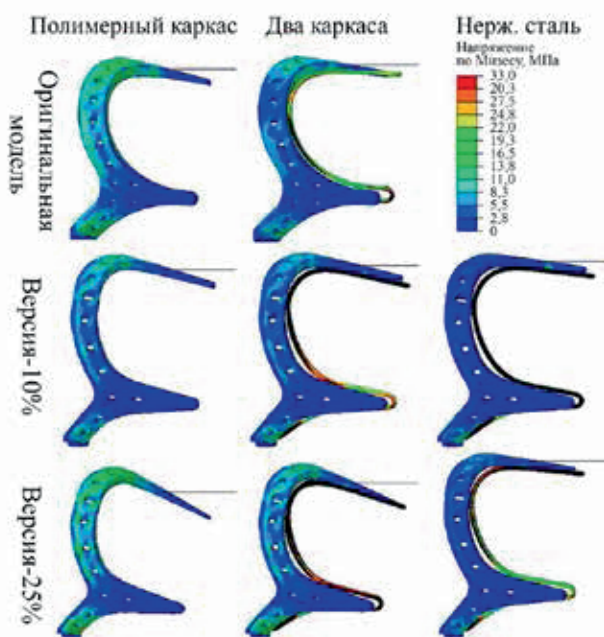


Рис. 5. Результаты численного моделирования изгиба комиссуральной стойки

Обсуждение

Биомеханика протеза

При разработке каркасных протезов клапанов сердца изменение геометрии опорной конструкции неизбежно сопровождается изменением ее механических свойств. Рассматриваемое в настоящей статье увеличение внутреннего просвета каркаса позволяет потенциально улучшить гемодинамические характеристики протеза, однако одновременное уменьшение толщины полимерной компоненты приводит к снижению жесткости конструкции. Поэтому при оптимизации каркаса необходимо учитывать не только изменение его геометрии, но и характер деформирования при функционировании протеза. В нашей исследовании мы демонстрируем именно такую идею: изменение толщины протеза повлияет на важную его биомеханическую характеристику – подвижность комиссуральной стойки, следовательно, демпфирующую способность. Показано, что

во всех вариантах с уменьшенной толщиной (–10% и –25%) наблюдали значительный рост перемещения стойки относительно исходной конструкции, что свидетельствует о снижении изгибной жесткости каркаса. При этом мы считаем такое изменение чрезмерным, т.к. имеющиеся данные о клинической эффективности оптимизируемого протеза предполагают подвижность его стоек достаточной (1,3 мм), и, следовательно, ее сохранение на таком уровне – рациональной мотивацией при проектировании. Стоит отметить, что, в целом, радиальная подвижность стоек каркаса встречается в целом ряде современных протезов клапанов сердца как метод снижения нагрузки на створчатый аппарат. И, при этом, ее амплитуда схожа с наблюдаемой нами. Так, в работе Kalejs M. и соавт. (2012 г.) показана подвижность 1,18–8,71% от радиуса, что в пересчет на наш случай: (0,6 мм при радиусе протеза в 11,5 мм) 5,2% [13].

Снижение толщины полимерного каркаса значительно увеличило такую подвижность – до 12,2% (версия-10% толщины) и 15,7% (версия-25% толщины). Однако стоит учитывать, что опорный каркас рассматриваемого протеза «Юнилайн» двухкомпонентный – из полимера и проволоки. За счет чего появляется дополнительная возможность компенсировать возникающую избыточную подвижность стоек изменением металлического компонента, а точнее, за счет смены материала с никелида титана на нержавеющую сталь. Именно за счет такого «инструмента» удалось значительно улучшить биомеханику модифицированных моделей каркаса: так, стойки для версии-25% с проволокой из никелида титана сгибались на 1,6 мм, а с нержавеющей сталью – на 0,9 мм, что значительно ближе к целевым 0,6 мм. Данный результат достаточно предсказуем: условный «модуль упругости» никелида титана для аустенита, использованный в работе равен 53 ГПа [15], для нержавеющей стали – 200 ГПа [16] such as additive and subtractive manufacturing, which have gained appreciable consideration in recent years. The deformation of hybrid manufacturing is an essential factor affecting machining quality. The purpose of this paper is to study the effect of milling on stress release and surface deformation of additive manufacturing (AM, что и компенсирует спад жесткости полимерного каркаса за счет более жесткой проволоочной компоненты. Таким образом, при проектировании данных опорных каркасов изменение толщины полимерной компоненты и подбор армирующего элемента могут рассматриваться как взаимосвязанные параметры, комплексно обеспечивающие нужную биомеханику. Увеличение внутреннего просвета за счет уменьшения толщины каркаса без соответствующей компенсации его жесткости приводит к изменению характера деформирования конструкции. В свою очередь подбор материала армирования позволяет частично или полностью компенсировать данный эффект и приблизить механическое поведение модифицированного каркаса к исходному протезу.

Численное моделирование

Стоит отдельно обсудить аспект численного моделирования, как инструмент предварительного тестирования состоятельности отдельных вариантов модифицированной геометрии. Использование метода конечных элементов позволило выполнить сравнительную оценку нескольких конструкций без изготовления опытных образцов. В настоящее время численное моделирование широко применяется при разработке сердечно-сосудистых имплантатов для анализа напряженно-деформированного состояния, оптимизации геометрии и выбора конструктивных параметров [9–11,17]. В отличие от большинства опубликованных работ, в настоящем исследовании конечно-элементная модель использовалась не только для оценки напряжений, но и для анализа подвижности комиссуральной стойки как одного из функциональных параметров каркаса. Во всех исследованных моделях максимальные напряжения в полимерной и металлической компонентах не превышали допустимых значений для используемых материалов. Это позволяет сделать вывод о механической реализуемости предложенных вариантов конструкции и перейти к их экспериментальной оценке. Вместе с тем анализ эффективности модифицированных каркасов должен быть выполнен после изготовления опытных образцов с использованием гидродинамических и ресурсных испытаний, поскольку именно они позволяют оценить влияние изменений конструкции на функционирование протеза в целом. Однако, безусловно, сложные этапы разработки – макетирование, прототипирование стоит начинать с наиболее перспективных вариантов, полученных именно при численной оценке.

Выводы

Численное моделирование позволило выполнить сравнительную оценку нескольких вариантов модифицированного опорного каркаса биологического протеза клапана сердца и определить наиболее перспективные направления его оптимизации. Показано, что уменьшение толщины полимерной компоненты способствует увеличению внутреннего про-

света каркаса, однако сопровождается снижением его изгибной жесткости и увеличением подвижности комиссуральной стойки. Изменение материала проволоочного армирующего элемента с никелида титана на нержавеющую сталь позволяет частично компенсировать данный эффект и приблизить механическое поведение модифицированных конструкций к исходному протезу. Во всех исследованных моделях расчетные напряжения не превышали допустимых значений для используемых материалов, что свидетельствует о механической реализуемости предложенных конструкций. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения численного моделирования в качестве инструмента предварительного отбора конструктивных решений перед изготовлением прототипов и их экспериментальной оценкой.

Литература

- Кузьмина, О.К. Динамика хирургических вмешательств при приобретенных пороках сердца в Российской Федерации (в период 2004–2023 гг.) / О.К. Кузьмина, Е.Е. Садовников, Е.С. Осинцев, Е.С. Органова, А.В. Блинова, А.В. Сотников, А.Н. Стасев, О.Л. Барбараш // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2026. – Т. 15, № 2. – С. 72–84. – DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-2-72-84.
- Zhuravleva, I.Y. Immobilized Bisphosphonates as Potential Inhibitors of Bioprosthetic Calcification: Effects on Various Xenogeneic Cardiovascular Tissues / I.Y. Zhuravleva, A.A. Dokuchaeva, E.V. Karpova, T.P. Timchenko, A.T. Titov, S.S. Shatskaya, Y.F. Polienko // Biomedicine. – 2022. – Vol. 10, No. 1. – DOI: 10.3390/biomedicine10010065.
- Клышников, К.Ю. Концепция автоматической разработки полимерного протеза клапана сердца / К.Ю. Клышников, П.С. Онищенко, Т.В. Глушкова, А.Е. Костюнин, Т.Н. Акентьева, Н.Н. Борисова, Е.А. Овчаренко // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2025. – Т. 40, № 3. – С. 225–234. – DOI: 10.29001/2073-8552-2025-40-3-225-234.
- Богачев-Прокофьев, А.В. Тестирование in vitro прототипа митрального биопротеза для транскатетерной имплантации по методике «клапан-в-клапан» / А.В. Богачев-Прокофьев, И.Ю. Журавлева, Д.П. Демидов, Р.М. Шарифулин, С.И. Железнев, А.М. Караськов // Клиническая и экспериментальная хирургия. – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 77–83. – DOI: 10.24411/2308-1198-2018-00011.
- Клышников, К.Ю. Исследование биомеханики створчатого аппарата протеза клапана сердца методом численного моделирования / К.Ю. Клышников, П.С. Онищенко, Е.А. Овчаренко // Современные технологии в медицине. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 6–15. – DOI: 10.17691/stm2022.14.2.01.
- Kuchumov, A.G. The Effects of the Mechanical Properties of Vascular Grafts and an Anisotropic Hyperelastic Aortic Model on Local Hemodynamics during Modified Blalock–Taussig Shunt Operation, Assessed Using FSI Simulation / A.G. Kuchumov, A. Khairulin, M. Shmurak, A. Porodikov, A. Merzlyakov // Materials. – 2022. – Vol. 15, No. 8. – Art. 2719. – DOI: 10.3390/ma15082719.
- Селиванов, Г.Д. Оценка влияния параметров конструкции на изгибную жесткость протеза аортального клапана на основе машинного обучения / Г.Д. Селиванов, М.С. Селезнев, А.Г. Кучумов // Российский журнал биомеханики. – 2026. – Т. 30, № 1. – С. 193–208. – DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2026.1.16.
- Онищенко, П.С. Оптимизация биологического протеза клапана сердца «ЮниЛайн»: новые инструменты улучшения функции / П.С. Онищенко, К.Ю. Клышников, Е.А. Овчаренко // Российский журнал биомеханики. – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 10–22. – DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2024.1.01.
- Спорышева, Д.И. Численное моделирование процесса расширения биоразлагаемых стентов в пораженном участке артерии / Д.И. Спорышева, А.Р. Хайрулин, А.Г. Кучумов // Математическое моделирование в естественных науках. – 2024. – № 1. – С. 382–385.
- Селезнев, М.А. Влияние конструкции протеза на гемодинамику при транскатетерной имплантации аортального клапана / М.А. Селезнев, Г.Д. Селиванов, Н.Е. Пиль, А.Г. Кучумов // Российский журнал биомеханики. – 2026. – Т. 30, № 1. – С. 174–192. – DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2026.1.15.
- Небогатилов, Р.С. Физико-математическое обоснование эффективности новой модели искусственного механического односторчатого клапана сердца в трикуспидальной позиции / Р.С. Небогатилов, С.Я. Пичхидзе // Медицинская техника. – 2022. – № 2. – С. 20–23.
- Кузьмина, О.К. Открытое проспективное многоцентровое исследование безопасности и эффективности эпоксиобработанного ксеноперикардального протеза «ЮниЛайн» при изолированных пороках аортального и митрального клапанов сердца (ЮНИЛАЙН): обоснование, цели и дизайн исследования / О.К. Кузьмина, Е.С. Осинцев,

А.Н. Стасев, А.В. Евтушенко, А.С. Криковцов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2025. – Т. 14, № 5. – С. 171–177. – DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-5-171-177.

13. Kalejs, M. Comparison of radial deformability of stent posts of different aortic bioprostheses / M. Kalejs, R. Laci, V. Kasyanov, I. Ozolanta, P. Abdel Sayed, P. Stradins, L. K. von Segesser // Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery. – 2013. – Vol. 16, No. 2. – P. 129–133. – DOI: 10.1093/icvts/ivs457.

14. Клышников, К. Ю. О постановке численного моделирования протезов клапанов сердца / К.Ю. Клышников, П.С. Онищенко, Т.В. Глушкова, Т.Н. Акентьева, А.Е. Костюнин, М.А. Резцова, Е.А. Овчаренко // Сибирский научный медицинский журнал. – 2024. – № 4, Т. 5. – С. 119–128. – DOI: 10.18699/SSMJ20240514.

15. Concannon, J. Influence of shape-memory stent grafts on local aortic compliance / J. Concannon, K. Moerman, N. Hynes, S. Sultan, J. McGarry // Biomechanics and Modeling in Mechanobiology. – 2021. – Vol. 20, No. 6. – P. 2373–2392. – DOI: 10.1007/s10237-021-01514-9.

16. Wu, X. Deformation Prediction and Experimental Study of 316L Stainless Steel Thin-Walled Parts Processed by Additive-Subtractive Hybrid Manufacturing / X. Wu, W. Zhu, Y. He // Materials. – 2021. – Vol. 14, No. 19. – Art. 5582. – DOI: 10.3390/ma14195582.

17. Журавлева, И.Ю. Численная оценка усталостной прочности каркаса транскатетерного биопротеза митрального клапана на основе модели никелида титана / И.Ю. Журавлева, Д.В. Нуштаев, К.В. Ардагов, Р.М. Шарифулин, А.В. Афанасьев, А.В. Богачев-Прокофьев // Российский журнал биомеханики. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 599–612. – DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2019.4.11.

OPTIMIZATION OF THE SUPPORT FRAME OF A HEART VALVE PROSTHESIS CONSIDERING HYDRODYNAMIC DAMPING

Klyshnikov K., Mitrofanova K., Onishchenko P., Ovcharenko E.
Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

The study aimed to evaluate modified support frame designs for the UniLine biological aortic valve prosthesis using computational modeling to improve functional performance while preserving its biomechanical behavior. A three-dimensional model of the 21-mm UniLine prosthesis and six modified designs with different polymer frame thicknesses and reinforcing wire materials were investigated. Hydrodynamic testing of the original prosthesis was performed to determine commissural post displacement, and the results were used to calibrate a finite element model in Abaqus/CAE. The displacement of the commissural post and stress-strain state of the polymer and metallic components were evaluated. The displacement of the original prosthesis was 0.6 mm. Reducing polymer frame thickness increased post mobility, whereas metallic reinforcement, particularly with stainless steel instead of nitinol, increased structural stiffness and brought the mechanical behavior closer to that of the original design. Calculated stresses remained within allowable limits for all models. The results demonstrate that combining a thinner polymer frame with a stiffer reinforcing wire may improve prosthesis design while maintaining acceptable biomechanical performance and stress levels. The proposed computational approach can be used for preliminary design optimization before prototype fabrication and experimental validation.

Keywords: heart valve prosthesis, support frame, finite element analysis, computational modeling, biomechanics, hydrodynamic damping.

References

- Kuzmina O. K., Sadovnikov E.E., Osintsev E.S., Organova E.S., Blinova A.V., Sotnikov A.V., Stasev A.N., Barbarash O.L. Dinamika khirurgicheskikh vmeshatel'stv pri pribretennykh porokakh serdtsa v Rossiiskoi Federatsii (v period 2004–2023 gg.), Kompleksnyye problemy serdечно-sosudistykh zabolevaniy, 2026, vol. 15, no. 2, pp. 72–84. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-2-72-84.
- Zhuravleva I. Y., Dokuchaeva A.A., Karpova E.V., Timchenko T.P., Titov A.T., Shatskaya S.S., Polienko Y.F. Immobilized Bisphosphonates as Potential Inhibitors of Bioprosthetic Calcification: Effects on Various Xenogeneic Cardiovascular Tissues, Biomedicine, 2022, vol. 10, no. 1. DOI: 10.3390/biomedicine10010065.
- Klyshnikov K. Y., Onishchenko P.S., Glushkova T.V., Kostyunin A.E., Akent'eva T. N., Borisova N.N., Ovcharenko E.A. Kontseptsiya avtomaticheskoi razrabotki polimernogo proteza klapana serdtsa, Sibirskii zhurnal klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny, 2025, vol. 40, no. 3, pp. 225–234. DOI: 10.29001/2073-8552-2025-40-3-225-234.
- Bogachev-Prokof'ev A. V., Zhuravleva I.Y., Demidov D.P., Sharifulin R.M., Zheleznev S.I., Karasov A.M. Testirovanie in vitro prototipa mitral'nogo bioproteza dlya transkateternoi implantatsii po metodike «klapan-v-klapan», Klinicheskaya i eksperimental'naya khirurgiya, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 77–83. DOI: 10.24411/2308-1198-2018-00011.
- Klyshnikov K. Y., Onishchenko P.S., Ovcharenko E.A. Issledovanie biomekhaniki stvorchatogo apparata proteza klapana serdtsa metodom chislenno modelirovaniya, Sovremennyye tekhnologii v meditsine, 2022, vol. 14, no. 2, pp. 6–15. DOI: 10.17691/stm2022.14.2.01.
- Kuchumov A. G., Khairulin A., Shmurak M., Porodikov A., Merzlyakov A. The Effects of the Mechanical Properties of Vascular Grafts and an Anisotropic Hyperelastic Aortic Model on Local Hemodynamics during Modified Blalock–Taussig Shunt Operation, Assessed Using FSI Simulation, Materials, 2022, vol. 15, no. 8, art. 2719. DOI: 10.3390/ma15082719.
- Selivanov G. D., Seleznev M.S., Kuchumov A.G. Otsenka vliyaniya parametrov konstruktssii na izgibnuyu zhestkost' proteza aortal'nogo klapana na osnove mash-

innogo obucheniya, Rossiiskii zhurnal biomekhaniki, 2026, vol. 30, no. 1, pp. 193–208. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2026.1.16.

8. Onishchenko P. S., Klyshnikov K.Y., Ovcharenko E.A. Optimizatsiya biologicheskogo proteza klapana serdtsa «YuniLain»: novye instrumenty uluchsheniya funktsii, Rossiiskii zhurnal biomekhaniki, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 10–22. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2024.1.01.

9. Sporysheva D. I., Khairulin A.R., Kuchumov A.G. Chislennoe modelirovanie protessa rasshireniya biorazlagaemykh stentov v porazhenom uchastke arterii, Matematicheskoe modelirovanie v estestvennykh naukakh, 2024, no. 1, pp. 382–385.

10. Seleznev M. A., Selivanov G.D., Pil N.E., Kuchumov A.G. Vliyaniye konstruktssii proteza na gemodinamiku pri transkateternoi implantatsii aortal'nogo klapana, Rossiiskii zhurnal biomekhaniki, 2026, vol. 30, no. 1, pp. 174–192. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2026.1.15.

11. Nebogatikov R. S., Pichkhidze S.Y. Fiziko-matematicheskoe obosnovanie effektivnosti novoi modeli iskusstvennogo mekhanicheskogo odnostvorchatogo klapana serdtsa v trikuspidal'noi pozitsii, Meditsinskaya tekhnika, 2022, no. 2, pp. 20–23.

12. Kuzmina O. K., Osintsev E.S., Stasev A.N., Evtushenko A.V., Krikovtsov A.S. Otkrytoe prospektivnoe mnogotsentrovoye issledovanie bezopasnosti i effektivnosti epoksiobrabotannogo ksenoperikardial'nogo proteza «YuniLain» pri izolirovannykh porokakh aortal'nogo i mitral'nogo klapanov serdtsa (YUNILAIN): obosnovanie, tseli i dizain issledovaniya, Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistykh zabolevaniy, 2025, vol. 14, no. 5, pp. 171–177. DOI: 10.17802/2306-1278-2025-14-5-171-177.

13. Kalejs M., Lacis R., Kasyanov V., Ozolanta I., Abdel Sayed P., Stradins P., von Segesser L.K. Comparison of radial deformability of stent posts of different aortic bioprostheses, Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery, 2013, vol. 16, no. 2, pp. 129–133. DOI: 10.1093/icvts/ivs457.

14. Klyshnikov K. Y., Onishchenko P.S., Glushkova T.V., Akent'eva T. N., Kostyunin A.E., Rezvova M.A., Ovcharenko E.A. O postanovke chislennogo modelirovaniya protezov klapanov serdtsa, Sibirskii nauchnyi meditsinskii zhurnal, 2024, vol. 5, no. 4, pp. 119–128. DOI: 10.18699/SSMJ20240514.

15. Concannon J., Moerman K., Hynes N., Sultan S., McGarry J. Influence of shape-memory stent grafts on local aortic compliance, Biomechanics and Modeling in Mechanobiology, 2021, vol. 20, no. 6, pp. 2373–2392. DOI: 10.1007/s10237-021-01514-9.

16. Wu X., Zhu W., He Y. Deformation Prediction and Experimental Study of 316L Stainless Steel Thin-Walled Parts Processed by Additive-Subtractive Hybrid Manufacturing, Materials, 2021, vol. 14, no. 19, art. 5582. DOI: 10.3390/ma14195582.

17. Zhuravleva I. Y., Nushtaev D.V., Ardatov K.V., Sharifulin R.M., Afanas'ev A. V., Bogachev-Prokof'ev A.V. Chislennaya otsenka ustalostnoi prochnosti karkasa transkateterного bioproteza mitral'nogo klapana na osnove modeli nikelida titana, Rossiiskii zhurnal biomekhaniki, 2019, vol. 23, no. 4, pp. 599–612. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2019.4.11.

Корпоральная акупунктура и электроакупунктура в реабилитации после ишемического инсульта: клинические эффекты и границы применимости

Кузнецов Павел Сергеевич,

врач-невролог, врач-рефлексотерапевт, врач физической и реабилитационной медицины, ГБУЗ «Самарский областной клинический госпиталь для ветеранов войн имени О.Г. Яковлева»
E-mail: p.kuznetsov97@gmail.com

Цель. Оценить основания для дополнительного применения корпоральной акупунктуры и электроакупунктуры после ишемического инсульта с разграничением функциональных исходов, эффектов на спастичность и данных о безопасности. Материалы и методы. Проведён аналитический обзор шести систематических обзоров и метаанализов: одного по физической реабилитации, четырёх по клиническим эффектам акупунктурных вмешательств после инсульта и одного по нежелательным явлениям акупунктуры в различных популяциях. Проанализированы состав техник, контрольные вмешательства, оценки эффекта и их неопределённость. Количественное объединение и независимая оценка GRADE не выполнялись. Результаты. Общие оценки для акупунктуры преимущественно получены при объединении разных техник и не характеризуют изолированную ручную корпоральную акупунктуру. В ключевых анализах с имитационным контролем убедительное преимущество по смерти или зависимости от помощи и функциональному восстановлению не установлено. Для электроакупунктуры и влияния на спастичность выявлены положительные сводные эффекты, однако неоднородность, риск систематической ошибки и характеристики контроля ограничивают их интерпретацию. Общие данные о редких серьёзных осложнениях не являются оценкой индивидуального риска пациента после инсульта. Заключение. Имеющиеся данные не обосновывают замену активной двигательной реабилитации акупунктурой или утверждение о доказанном специфическом преимуществе ручной корпоральной техники. Рассмотрение дополнительного применения требует заранее определённой цели, сохранения базовой программы, мониторинга безопасности и оценки полезного для пациента результата.

Ключевые слова: ишемический инсульт; корпоральная акупунктура; электроакупунктура; медицинская реабилитация; спастичность; имитационный контроль; безопасность; функциональная независимость.

Введение

Вопрос о месте акупунктуры после инсульта требует разграничения дополнительного лечения и замены основного реабилитационного вмешательства. Доказательства по многокомпонентной физической реабилитации относятся к программам восстановления функций и мобильности; они не могут автоматически переноситься на отдельный дополнительный метод [1]. Обоснование такого метода должно опираться на собственные клинические исходы и надлежащие сравнения.

Понятие «акупунктура» в систематических обзорах не всегда соответствует одной воспроизводимой процедуре. Объединяются ручные и электрические способы стимуляции, а в ряде исследований также корпоральные и скальповые техники. Поэтому общий положительный результат обзора не обязательно характеризует ручное воздействие на корпоральные точки [2, 3]. Отдельного рассмотрения требуют электроакупунктура, симптомный эффект на спастичность и безопасность инвазивного вмешательства.

Цель работы: определить, какие выводы о дополнительном применении корпоральной акупунктуры и электроакупунктуры после ишемического инсульта допустимы с учётом типа контроля, измеряемого исхода, косвенности доказательств и регистрации нежелательных явлений.

Материалы и методы

Работа выполнена как аналитический обзор целевой выборки источников Cochrane Library, PubMed и PubMed Central. Использованы публикации из доказательной выборки по состоянию на 16 сентября 2026 г.; ключевые результаты акупунктурных исследований дополнительно сверены 21 сентября 2026 г. Проверка источников не является обновлённым исчерпывающим поиском. Протокол не регистрировался, независимый отбор двумя рецензентами не выполнялся; работа не позиционируется как систематический обзор по PRISMA.

Включены шесть систематических обзоров и метаанализов. Обзор физической реабилитации использован для определения контекста базовой помощи [1]; Cochrane-обзор острого инсульта и обзор имитационно-контролируемых РКИ использованы для оценки функциональных исходов [2, 3]; отдельные источники посвящены электроакупунктуре, постинсультной спастичности и нежелательным явлениям [4–6]. Клинический анализ ограничен этими источниками и не претендует на полноту всех публикаций об акупунктуре.

Рассматривались состав вмешательства, давность и тип инсульта, базовая терапия, характер контроля, клинический исход, оценка эффекта, 95%-ный доверительный интервал (ДИ), неоднородность и авторская оценка достоверности. Общий объём обзора отделялся от объёма конкретного метаанализа. Из-за возможного перекрытия РКИ численность участников разных обзоров не суммировалась. Самостоятельная оценка GRADE, повторный метаанализ и косвенное ранжирование методов не проводились.

Под ручной корпоральной акупунктурой в данной работе понимается введение игл в точки тела с ручной манипуляцией без электрической стимуляции; электроакупунктура выделяется как отдельное вмешательство. Это операциональное разграничение предмета анализа, а не утверждение о единообразии всех исследовательских протоколов. При смешанном составе техник результат не приписывается изолированной ручной корпоральной методике.

Используются сокращения: РКИ: рандомизированное контролируемое исследование; ADL: повседневная активность; FMA: шкала Фугля–Мейера; MAS: модифицированная шкала Эшворта; OR: отношение шансов; SMD: стандартизованная разность средних; MD и WMD: разность и взвешенная разность средних в единицах исходной шкалы. Все интервалы в квадратных скобках обозначают 95%-ные ДИ. Имитационный контроль (sham) воспроизводит часть контекста процедуры без её предполагаемого специфического компонента.

Результаты

Функциональные исходы и зависимость оценки от контроля

Cochrane-обзор акупунктуры при остром инсульте включает 33 РКИ и 3946 участников. Рассматривались пациенты в первые 30 дней после

ишемического или геморрагического инсульта, а также смешанные выборки. При объединении любых контрольных вмешательств оценка комбинированного исхода «смерть или зависимость от помощи» составила OR 0,61 [0,46; 0,79], 11 исследований с 1582 участниками, очень низкая достоверность. Однако в подгруппе с имитационным контролем OR составило 0,71 [0,43; 1,18], низкая достоверность, что не устанавливает убедительного преимущества [2].

Для неврологического дефицита в анализе с имитационным контролем SMD составила 0,01 [–0,55; 0,57]. Важен не только размер сводной оценки, но и то, сохраняется ли результат при более строгом сравнении. При этом комбинированный исход «смерть или зависимость» нельзя трактовать как самостоятельное доказательство снижения смертности. Объединение разных техник и типов инсульта дополнительно ограничивает перенос результатов на ручную корпоральную акупунктуру у пациентов с ишемическим подтипом [2].

Обзор Kong и соавт. включает 10 имитационно-контролируемых РКИ с 711 участниками. В анализе острого и подострого инсульта оценка функционального восстановления по пяти исследованиям с 368 участниками составила SMD 0,47 [–0,02; 0,96] при высокой неоднородности $I^2 = 81\%$. После исключения двух исследований с высоким риском систематической ошибки анализ трёх исследований с 244 участниками дал SMD 0,07 [–0,18; 0,32]. Таким образом, результат чувствителен к методологическому качеству, а устойчивое преимущество не подтверждено [3].

Состав вмешательств и имитационных процедур в этом обзоре неодинаков: применялись ручные и электрические техники, различные локализации и разные способы воспроизведения контрольной процедуры. Он не является метаанализом исключительно ручной корпоральной акупунктуры. Отсутствие убедительного преимущества в конкретных анализах не доказывает нулевой эффект любой возможной техники, но не позволяет заявлять установленную клиническую эффективность именно ручного корпорального варианта [3].

Электроакупунктура как дополнительное вмешательство

Систематический обзор Zhan и соавт. включает 19 РКИ с 1434 участниками; все исследования выполнены в Китае. Пациентов включали в первые 14 дней после первого инсульта. Электроакупунктуру добавляли к реабилитации и, в большинстве исследований, лекарственной терапии; включённых исследований с имитационной электроакупунктурой не было. Поэтому сравнение оценивало дополнительный лечебный пакет, но не изолировало специфический эффект электрической стимуляции игл от других компонентов процедуры [4].

По FMA сводная WMD составила 10,79 балла [6,39; 15,20], 13 исследований с 1010 участниками, $I^2 = 97\%$. Для ADL SMD составила 1,37 [0,79; 1,96], 12 исследований с 970 участниками, $I^2 = 94\%$. Несмотря на положительные оценки, очень высокая неоднородность означает выраженную несогласованность результатов между исследованиями. Недостатки сокрытия распределения и ослепления, географическая концентрация и отсутствие формальной оценки GRADE ограничивают уверенность в обобщении [4].

Полученные величины нельзя использовать как доказательство превосходства электроакупунктуры над роботизированной тренировкой, неинвазивной стимуляцией или иным методом, если прямого сопоставимого сравнения не выполнено. Также они не характеризуют ручную акупунктуру без электрического компонента. Отсутствие достаточных сообщений о нежелательных явлениях в включённых исследованиях не позволяет сделать надёжный вывод о безопасности раннего назначения [4].

Спастичность как отдельная терапевтическая цель

Обзор Хие и соавт. объединил 88 РКИ с 6431 участником. При добавлении акупунктуры к обычной реабилитации оценка MAS составила SMD –0,73 [–0,83; –0,63], $I^2 = 65\%$, низкая достоверность. При сравнении акупунктуры с обычной реабилитацией SMD составила –0,22 [–0,36; –0,07], $I^2 = 49\%$, умеренная достоверность. Это разные контрольные условия; их нельзя сводить к единой оценке универсального эффекта [5].

Авторы отмечают высокий риск систематической ошибки и неоднородность. Только четыре исследования явно сообщили о лёгких связанных с акупунктурой нежелательных явлениях, что не даёт полной характеристики безопасности. Результаты по MAS свидетельствуют об изменении показателя спастичности, но сами по себе не устанавливают восстановление ходьбы, функции кисти или независимости в самообслуживании. Для клинического решения необходима связь между уменьшением симптома и заранее выбранным полезным действием [5].

Ключевые ограничения интерпретации сведены в таблицу 1. Таблица не является рейтингом эффективности: строки относятся к разным популяциям, исходам и контрольным вмешательствам.

Таблица 1. Клинические вопросы и границы выводов из обзоров

Клинический вопрос	Что ограничивает вывод
Смерть или зависимость от помощи [2]	Результат с любым контролем не воспроизводится убедительно в подгруппе sham; смешанные техники и типы инсульта.
Функциональное восстановление [3]	Неоднородность и чувствительность к исключению исследований с высоким риском ошибки; ручная корпоральная техника не выделена.
Дополнительная электроакупунктура [4]	Нет включённого sham-контроля; очень высокая неоднородность; недостаточное описание нежелательных явлений.
Уменьшение спастичности [5]	Изменение MAS не заменяет оценку полезной функции; разные контрольные условия и риск систематической ошибки.

Безопасность и пределы экстраполяции

Метаанализ проспективных исследований безопасности акупунктуры охватывает различные клинические популяции, а не только пациентов после инсульта. Частота хотя бы одного нежелательного явления в течение серии процедур составила 9,31% пациентов [5,10; 14,62]. Для серьёзных нежелательных явлений получены оценки 1,01 на 10000 пациентов [0,23; 2,33] и 7,98 на миллион процедур [1,39; 20,00]. Это показатели с разными знаменателями; их нельзя взаимозаменять или интерпретировать как отсутствие серьёзного риска [6].

В обзоре отмечена существенная неоднородность, I^2 более 80%, а определения и способы регистрации нежелательных явлений различались. Среди описанных реакций встречались кровоточивость, боль и местные изменения в точке введения иглы. Частота событий в общей популяции не определяет индивидуальную безопасность при конкретной тяжести инсульта, сопутствующей терапии или выбранной технике [6].

В Cochrane-обзоре острого инсульта связанные с акупунктурой нежелательные явления, включая боль, головокружение и обмороки, зарегистрированы у 64 из 1037 пациентов, получавших акупунктуру, то есть у 6,2%; 14 пациентов прекратили лечение, 1,4%. Сравнение с sham по пяти исследованиям с 576 участниками оставалось неопределённым: OR 0,58 [0,29; 1,16], низкая достоверность. Эти данные не доказывают одинаковую безопасность всех техник и всех стадий восстановления [2].

В качестве организационного принципа предлагается до начала курса фиксировать медицинский отбор, сопутствующее лечение, способ регистрации нежелательных явлений и условия прекращения процедур. Инвазивное вмешательство требует квалифицированного выполнения и соблюдения асептики. Из рассмотренных данных не следует необходимость отмены антитромботических препаратов или универсальная схема акупунктуры в остром периоде; такие решения не могут выводиться из общих метааналитических оценок.

Обсуждение

Почему тип контроля меняет клинический вывод

Сравнение «базовая реабилитация плюс акупунктура» с «той же базовой реабилитацией» оценивает результат добавления всей процедуры, включая дополнительный контакт и ожидания пациента. Сравнение с имитационной процедурой направлено на другой вопрос: существует ли преимущество за пределами воспроизводимых компонентов лечебного контекста. Различия оценок в обзорах не позволяют считать эти дизайны эквивалентными [2–4].

Имитационная акупунктура также не является единообразным и обязательно физиологическим инертным воздействием. Однако возможная активность sham не служит доказательством эффективности исследуемой техники. Для интерпретации нужны описание контрольной процедуры, проверка ослепления и сопоставимость базовой помощи. Отсутствие статистически убедительного различия не доказывает эквивалентности вмешательств без соответствующего дизайна исследования [3].

Разграничение симптома, функции и самостоятельности

Положительный эффект по MAS относится к спастичности, эффект по FMA относится к двигательной функции, а изменение ADL характеризует повседневную активность. Эти исходы связаны клинически, но не взаимозаменяемы. Например, благоприятная сводная оценка спастичности при низкой достоверности не обосновывает обещание самостоятельной ходьбы или восстановления самообслуживания [4, 5].

Важное ограничение для темы ишемического инсульта состоит в том, что многие обзоры объединяют разные типы инсульта и не представляют отдельного эффекта для необходимой популяции [2, 3, 5]. Следовательно, даже корректная общая оценка может быть косвенной относительно конкретного клинического вопроса. Длительность существования метода или широта его использования не устраняют эту неопределённость.

Условия рассмотрения дополнительного применения

На основании проведённого анализа предлагается последовательность обсуждения дополнительного вмешательства с пациентом и реабилитационной командой. Сначала определяется конкретная цель и показатель исходного уровня; затем уточняется, соответствует ли предполагаемая техника изученному вмешательству. Далее оцениваются неопределённость пользы и индивидуальные риски, устанавливаются срок повторной оценки и критерии прекращения. Предложенная последовательность является авторской схемой принятия решения, а не клинической рекомендацией о назначении акупунктуры.

Базовую активную реабилитацию не следует объявлять заменяемой на основании обзоров дополнительного лечения. Если акупунктура рассматривается как дополнение, в описании программы необходимо явно указать, что сохраняется объём целевой двигательной практики. Результат следует оценивать по заранее согласованному действию и переносимости, а не только по субъективному впечатлению после процедуры. Неопределённость доказательств должна быть отражена в обсуждении ожидаемой пользы.

Приоритеты дальнейших исследований

Для уточнения роли ручной корпоральной акупунктуры необходимы исследования, выделяющие именно эту технику и подробно описывающие точки, глубину, манипуляции, длительность, частоту процедур и квалификацию исполнителя. Электрические и скальповые компоненты должны анализироваться отдельно. Требуется сопоставимая базовая реабилитация, адекватное сокращение распределения и ослеплённая оценка исходов.

Первичный исход целесообразно заранее связывать с клинической целью; симптомные шкалы должны сопровождаться функциональными показателями и последующим наблюдением. Для изучения ишемического инсульта необходимы отдельные результаты этой популяции с учётом давности и тяжести поражения. Нежелательные явления должны регистрироваться систематически, с ясными знаменателями по пациентам и процедурам. Эти предложения направлены на устранение выявленных ограничений, но сами по себе не доказывают эффективность будущего протокола.

Ограничения обзора

Целевой выбор шести источников ограничивает полноту анализа и создаёт риск отбора литературы. Первичные РКИ независимо не переоценивались; возможно их перекрытие и повторное представление в разных обзорах. Даты завершения поиска, состав техник и контрольные условия различаются. Часть данных получена из открытых аннотаций. Общий обзор безопасности не заменяет специального анализа пациентов после ишемического инсульта. Полученные выводы не являются индивидуальным лечебным назначением.

Заключение

Доказательная основа акупунктуры после инсульта неоднородна по техникам, популяциям и контрольным вмешательствам. Результаты смешанных обзоров не позволяют изолированно подтвердить специфическое преимущество ручной корпоральной акупунктуры; ключевые анализы с имитационным контролем сохраняют неопределённость по функциональным исходам.

Для электроакупунктуры и уменьшения спастичности представлены положительные сводные оценки, но их клиническую интерпретацию ограничивают неоднородность, риск систематической ошибки и неполнота сведений о безопасности. Эти результаты не обосновывают замену активной двигательной реабилитации. Рассмотрение дополнительного применения требует конкретной цели, сохранения базовой программы, обсуждения неопределённости и заранее определённой оценки полезного результата и нежелательных явлений.

Литература

1. Подходы к физической реабилитации для восстановления функции и подвижности после инсульта / A. Todhunter-Brown,

C.E. Sellers, G.D. Baer [и др.] // Cochrane Database Syst Rev. 2025. № 2. Ст. CD001920. DOI: 10.1002/14651858.CD001920.pub4. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11812092/>.

2. Иглоукалывание при остром инсульте / M. Xu, D. Li, S. Zhang // Cochrane Database Syst Rev. 2018. № 3. Ст. CD003317. DOI: 10.1002/14651858.CD003317.pub3. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD003317_acupuncture-acute-stroke.

3. Иглоукалывание для функционального восстановления после инсульта: систематический обзор рандомизированных клинических исследований с контролем плацебо / J.C. Kong, M.S. Lee, B.C. Shin [и др.] // CMAJ. 2010. Т. 182. № 16. С. 1723–1729. DOI: 10.1503/cmaj.091113. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2972322/>.

4. Электроакупунктура как вспомогательная терапия двигательных нарушений у пациентов, перенёвших острый инсульт: систематический обзор и метаанализы / J. Zhan, R. Pan, M. Zhou [и др.] // BMJ Open. 2018. Т. 8. № 1. Ст. e017153. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-017153. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5786119/>.

5. Эффективность и безопасность иглоукалывания при постинсультной спастичности: систематический обзор и метаанализ / C. Xue, C. Jiang, Y. Zhu [и др.] // Front Neurol. 2022. Т. 13. Ст. 942597. DOI: 10.3389/fneur.2022.942597. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36062002/>.

6. Нежелательные явления, связанные с иглоукалыванием: систематический обзор и метаанализы проспективных клинических исследований / P. Bäuml, W. Zhang, T. Stübinger [и др.] // BMJ Open. 2021. Т. 11. № 9. Ст. e045961. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-045961. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34489268/>.

BODY ACUPUNCTURE AND ELECTROACUPUNCTURE IN REHABILITATION AFTER ISCHEMIC STROKE: CLINICAL EFFECTS AND LIMITS OF APPLICABILITY

Kuznetsov P.S.

Samara Regional Clinical Hospital for War Veterans named after O.G. Yakovlev

Objective. To examine the evidence supporting adjunctive body acupuncture and electroacupuncture after ischemic stroke, distinguishing functional outcomes, effects on spasticity, and safety data. **Materials and methods.** Six systematic reviews and meta-analyses were examined: one on physical rehabilitation, four on the clinical effects of acupuncture interventions after stroke, and one on acupuncture-related adverse events across different populations. **Intervention composition, comparators, effect estimates, and uncertainty** were analyzed. No quantitative pooling or independent GRADE assessment was performed. **Results.** Pooled acupuncture estimates largely combined different techniques and did not isolate manual body acupuncture. Key sham-controlled analyses did not establish a convincing benefit for death or dependency or functional recovery. Positive pooled effects were reported for electroacupuncture and spasticity, but heterogeneity, risk of bias, and comparator characteristics limited interpretation. General estimates of rare serious adverse events did not establish individual risk after stroke. **Conclusion.** Available evidence does not justify replacing active motor rehabilitation with acupuncture or claiming a proven specific advantage of manual body acupuncture. Consideration of adjunctive use requires a predefined goal, preservation of the core rehabilitation program, safety monitoring, and assessment of a patient-relevant outcome.

Keywords: ischemic stroke; body acupuncture; electroacupuncture; rehabilitation; spasticity; sham control; safety; functional independence.

References

1. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke / A. Todhunter-Brown, C.E. Sellers, G.D. Baer [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2025. No. 2. Art. CD001920. DOI: 10.1002/14651858.CD001920.pub4. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11812092/>.

2. Acupuncture for acute stroke / M. Xu, D. Li, S. Zhang // Cochrane Database Syst Rev. 2018. No. 3. Art. CD003317. DOI: 10.1002/14651858.CD003317.pub3. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD003317_acupuncture-acute-stroke.

3. Acupuncture for functional recovery after stroke: a systematic review of sham-controlled randomized clinical trials / J.C. Kong, M.S. Lee, B.C. Shin [et al.] // CMAJ. 2010. Vol. 182. No. 16. P. 1723–1729. DOI: 10.1503/cmaj.091113. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2972322/>.

4. Electroacupuncture as an adjunctive therapy for motor dysfunction in acute stroke survivors: a systematic review and meta-analyses / J. Zhan, R. Pan, M. Zhou [et al.] // BMJ Open. 2018. Vol. 8. No. 1. Art. e017153. DOI: 10.1136/bmjopen-2017-017153. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5786119/>.

5. Effectiveness and safety of acupuncture for post-stroke spasticity: A systematic review and meta-analysis / C. Xue, C. Jiang, Y. Zhu [et al.] // Front Neurol. 2022. Vol. 13. Art. 942597. DOI: 10.3389/fneur.2022.942597. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36062002/>.

6. Acupuncture-related adverse events: systematic review and meta-analyses of prospective clinical studies / P. Bäuml, W. Zhang, T. Stübinger [et al.] // BMJ Open. 2021. Vol. 11. No. 9. Art. e045961. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-045961. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34489268/>.

Ожирение как фактор риска развития гинекологической патологии, приводящий к возникновению аномальных маточных кровотечений

Ауман Мария Евгеньевна,

студент, Новосибирский государственный медицинский университет
E-mail: auman.maria.02@gmail.com

Авдюк Галина Александровна,

к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии, Новосибирский государственный медицинский университет
E-mail: galasoft@bk.ru

Лузан Оксана Дмитриевна,

к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии, Новосибирский государственный медицинский университет
E-mail: luzan.oksana@mail.ru

Козак Юлия Владимировна,

к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии, Новосибирский государственный медицинский университет
E-mail: juliakozak@yandex.ru

Стариков Николай Валерьевич,

к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии, Новосибирский государственный медицинский университет
E-mail: Starikovnv@mail.ru

Введение. Аномальные маточные кровотечения (АМК) – глобальная проблема, затрагивающей женщин как в репродуктивном возрасте, так и в перименопаузе. Одним из ведущих модифицирующих факторов, способствующих развитию АМК, является ожирение. Цель нашей работы – выявить влияние ожирения (ИМТ) на частоту встречаемости гинекологической патологии, которая является наиболее частой причиной возникновения аномальных маточных кровотечений.

Материалы и методы. Проведён ретроспективный анализ 154 историй болезни пациенток репродуктивного и перименопаузального возраста, наблюдавшихся с диагнозом «Аномальное маточное кровотечение». Пациентки были распределены на группы по возрасту и индексу массы тела. Статистическая обработка данных проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни, критический уровень значимости (p) был принят за 0,05. Результаты и их обсуждения. В репродуктивном возрасте у пациенток с ожирением значительно чаще встречались миомы матки ($p=0,035$) и гиперплазии эндометрия ($p=0,001$) в сравнении с пациентками с нормальной массой тела. При этом, в перименопаузе на фоне ожирения у пациенток достоверно выше была частота миом матки ($p=0,042$) и эндометриоза ($p=0,023$). При сравнении пациенток с нормальным весом и избыточной массой тела в обеих возрастных группах ретенционные кисты яичников статистически значимо чаще встречались при нормальной массе тела – в репродуктивном возрасте $p=0,008$, в перименопаузе $p=0,017$. Достоверно значимых различий между группами с ожирением и избыточной массой тела как в репродуктивном возрасте, так и в перименопаузе не обнаружено. Заключение. Ожирение – важный модифицирующий фактор, приводящий к гормональным нарушениям, инсулинорезистентности и хроническому воспалению, что в свою очередь провоцирует формирование гинекологических патологий, лежащих в основе развития аномальных маточных кровотечений.

Ключевые слова: аномальное маточное кровотечение, ожирение, ИМТ, миома, эндометриоз, гиперплазия эндометрия, полип эндометрия, ретенционные кисты яичников.

Введение

Аномальное маточное кровотечение (АМК) является важной проблемой современности и одной из основных причин госпитализации в гинекологические стационары. На основе данных клинических рекомендаций «Аномальные маточные кровотечения» (утверждённые Министерством здравоохранения в 2024 г.). АМК встречается примерно у 30% пациенток в репродуктивный период и 70% – в перименопаузальный. Говоря о ведущих причинах, влияющих на развитие АМК, основной является классификационная система FIGO (PALM–COIN), которая разделяет провоцирующие факторы на структурные и неструктурные [1]. При этом те и другие связаны с обменно-эндокринными нарушениями, приводящими к развитию АМК.

Так, не менее значимой проблемой нашего времени считается ожирение. По данным Министерства здравоохранения Российской Федерации число россиян с установленным диагнозом «ожирение» возросло более чем на 10% за последние 5 лет. При этом распространённость ожирения в 2024 году среди женщин в РФ – 27,4%. Поэтому актуальным является вопрос влияния ожирения на изменения гормонального фона женщины и развитие ряда фоновых заболеваний, которые могут провоцировать появление АМК.

Несмотря на широкую распространённость здорового образа жизни, на сегодняшний день ожирение можно считать неинфекционной пандемией, на фоне которой происходит активный рост ассоциированных с ним заболеваний [2, 3]. Ожирение затрагивает все группы населения, в том числе женщин репродуктивного и перименопаузального возраста, что приводит к нарушению функций эндометрия и репродуктивной системы в целом [4, 5]. Такие изменения могут стать основой для развития хронического низкоуровневого воспаления, на фоне которого возникают аномальные маточные кровотечения, в особенности АМК-М и АМК-О [6].

Жировая ткань является эндокринным органом [7]. Адипоциты вырабатывают сигнальные белки, такие как лептин, фактор некроза опухоли- α (ФНО- α), интерлейкина-1 (ИЛ-1), интерлейкин-6 (ИЛ-6), интерлейкин 8 (ИЛ-8), и регуляторы метаболизма – липопротеинлипаза, аполипопротеин Е и белок переносчик холестерина [8, 9, с. 80]. В связи с увеличением объёма жировой ткани, изменяется и количество вырабатываемых адипоцитокинов, что ведёт к существенным изменениям в организме, в том числе на женскую репродуктивную систему.

Цель исследования – выявить влияние ожирения (ИМТ) на частоту встречаемости гинекологической патологии, которая является наиболее частой причиной возникновения аномальных маточных кровотечений.

Материалы и методы исследования

Выполнен ретроспективный анализ 154 историй болезни пациенток репродуктивного и перименопаузального возраста с верифицированным диагнозом «аномальное маточное кровотечение», проходивших госпитализацию в ГБУЗ НСО «Гинекологической больнице № 2» в период с марта по ноябрь 2025 года. Распределение пациенток на группы осуществлялось на основании двух критериев: возраст и индекс массы тела. В первую группу вошли 89 пациенток репродуктивного возраста, из которых 36 – имели нормальную массу тела, 26 – избыточную массу тела, 27 – ожирение. Вторую группу составили 65 пациенток в перименопаузе, из них с нормальной массой тела – 18, с избыточной массой тела – 23, с ожирением – 24. При проведении статистического обработки данных был использован непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Пороговый уровень статистической значимости (p) при проверке гипотез принимался за 0,05.

Результаты

Проведён анализ историй болезни пациенток с диагнозом «аномальное маточное кровотечение», находившихся на госпитализации в ГБУЗ НСО «Гинекологическая больница № 2» в период с марта по ноябрь 2025 года. Были выбраны две основные группы пациенток, первая – женщины репродуктивного возраста, вторая – пациентки в перименопаузе. Основные показатели, которые были оценены, это индекс массы тела и наличие гинекологических патологий – миомы, эндометриоза,

гиперплазии эндометрия, полипов эндометрия, ретенционных образований яичников (табл. 1).

В ходе исследования проводилось сравнение частоты встречаемости патологий, являющихся факторами риска развития АМК, у пациенток с нормальным весом, избыточной массой тела и ожирением в репродуктивном периоде и перименопаузе.

Таблица 1. Распределение основных патологий в группах

Патологии	Репродуктивный возраст (n=89)			Перименопауза (n=65)		
	Нормальный вес (n=36)	Избыточная масса тела (n=26)	Ожирение (n=27)	Нормальный вес (n=18)	Избыточная масса тела (n=23)	Ожирение (n=24)
Миомы	6 (16,7%)	5 (19,2%)	11 (40,7%)	7 (38,9%)	12 (52,2%)	17 (70,1%)
Эндометриоз	9 (27,8%)	8 (30,8%)	14 (51,9%)	8 (44,4%)	15 (65,2%)	20 (83,3%)
Гиперплазия эндометрия	7 (19,4%)	8 (30,8%)	16 (59,2%)	8 (44,4%)	10 (43,5%)	12 (50%)
Полипы эндометрия	12 (33,3%)	8 (30,8%)	9 (33,3%)	3 (16,7%)	6 (26,1%)	6 (25%)
Ретенционные кисты яичников	16 (44,4%)	4 (15,4%)	8 (29,6%)	11 (61,1%)	7 (30,4%)	10 (41,7%)

Таблица 2. Сравнение частоты встречаемости гинекологической патологии в репродуктивном возрасте у пациенток с нормальной массой тела и с ожирением

Показатель	Группы пациенток репродуктивного возраста с АМК в зависимости от ИМТ				Уровень Р
	N	Норма (ИМТ=18,6–24,9 кг/м²)	N	Ожирение (ИМТ ≥ 30,0 кг/м²)	
Миомы	36	0,00 [0,00; 0,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,035*
Эндометриоз	36	0,00 [0,00; 0,50]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,060
Гиперплазия эндометрия	36	0,00 [0,00; 0,00]	27	1,00 [0,00; 1,00]	0,001**
Полипы эндометрия	36	0,00 [0,00; 1,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	1,000
Ретенционные кисты яичников	36	0,00 [0,00; 1,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,238

Кроме того, относительное количество пациенток с эндометриозом и нормальной массой тела (27,8%) значительно ниже, чем у девушек с эндометриозом и ожирением (51,9%) (рис. 1), однако критический уровень значимости по данной патологии имеет пограничное значение ($p=0,06$). Показатели частоты полипов эндометрия и ретенционных образований яичников не достигли статистически значимого уровня ($p>0,05$) (табл. 2).

При сравнении пациенток репродуктивного периода с нормальным весом и избыточной массой тела было выявлено статистически значимое различие по частоте ретенционных кист яичника ($p=0,017$), при этом более часто ретенционные образования встречались у женщин с нормальной массой тела.

В результате сравнения групп пациенток с избыточной массой тела и ожирением, находившихся в репродуктивном возрасте, статистически значимое увеличение частоты встречаемости гиперплазии эндометрия было выявлено у женщин с ожирением ($p=0,008$) (табл. 3).

Таблица 3. Сравнение частоты встречаемости гинекологической патологии в репродуктивном возрасте у пациенток с избыточной массой тела и ожирением

Показатель	Группы пациенток репродуктивного возраста с АМК в зависимости от ИМТ				Уровень Р
	N	Избыточная масса тела (ИМТ = 25,0–29,9 кг/м²)	N	Ожирение (ИМТ ≥ 30,0 кг/м²)	
Миомы	26	0,00 [0,00; 0,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,093
Эндометриоз	25	0,00 [0,00; 1,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,245
Гиперплазия эндометрия	26	0,00 [0,00; 0,00]	27	1,00 [0,00; 1,00]	0,008*
Полипы эндометрия	26	0,00 [0,00; 1,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,852
Ретенционные кисты яичников	26	0,00 [0,00; 0,00]	27	0,00 [0,00; 1,00]	0,224

В перименопаузе у пациенток с ожирением частота миом ($p=0,042$) и эндометриоза ($p=0,023$) была статистически значимо выше, чем у пациенток с нормальной массой тела (табл. 4).

В репродуктивный период при сравнении пациенток с нормальной массой тела и ожирением были выявлены статистически значимые различия по частоте встречаемости миоматозных узлов (0,035) и гиперплазии эндометрия (0,001), данные патологии достоверно чаще встречались в группе женщин с ожирением (табл. 2).

Таблица 4. Сравнение частоты встречаемости гинекологической патологии в перименопаузе у пациенток с нормальной массой тела и ожирением

Показатель	Группы пациенток в перименопаузе с АМК в зависимости от ИМТ				Уровень Р
	N	Норма (ИМТ=18,6–24,9 кг/м²)	N	Ожирение (ИМТ ≥ 30,0 кг/м²)	
Миомы	18	0,00 [0,00; 1,00]	24	1,00 [0,00; 1,00]	0,042*
Эндометриоз	18	0,50 [0,00; 1,00]	24	1,00 [1,00; 1,00]	0,023*
Гиперплазия эндометрия	18	0,00 [0,00; 1,00]	24	0,50 [0,00; 1,00]	0,736
Полипы эндометрия	18	0,00 [0,00; 0,00]	24	0,00 [0,00; 0,50]	0,532
Ретенционные кисты яичников	18	1,00 [0,00; 1,00]	24	0,00 [0,00; 1,00]	0,223

При сравнении женщин с нормальной массой тела и избыточной массой тела в перименопаузе статистически значимых различий не выявлено по всем выбранным показателям (табл. 5).

Таблица 5. Сравнение частоты встречаемости гинекологической патологии в перименопаузе у пациенток с нормальной массой тела и избыточной массой тела

Показатель	Группы пациенток в перименопаузе с АМК в зависимости от ИМТ				Уровень Р
	N	Норма (ИМТ=18,5–24,9 кг/м²)	N	Избыточная масса тела (ИМТ=25,0–29,9 кг/м²)	
Миомы	18	0,00 [0,00; 1,00]	23	1,00 [0,00; 1,00]	0,412
Эндометриоз	18	0,50 [0,00; 1,00]	23	1,00 [0,00; 1,00]	0,340
Гиперплазия эндометрия	18	0,00 [0,00; 1,00]	23	0,00 [0,00; 1,00]	0,963
Полипы эндометрия	18	0,00 [0,00; 0,00]	23	0,00 [0,00; 0,75]	0,486
Ретенционные кисты яичников	18	1,00 [0,00; 1,00]	23	0,00 [0,00; 1,00]	0,054

При этом относительное количество частоты ретенционных кист яичников у пациенток с нормальной массой тела (61,1%) было заметно выше, чем при избыточной массе тела (30,4%), критический уровень значимости по этому показателю имеет пограничное значение ($p=0,054$) (табл. 5).

Сравнение пациенток с избыточной массой тела и ожирением в перименопаузе не показало статистически значимых различий по изучаемым показателям (табл. 6).

Таблица 6. Сравнение частоты встречаемости гинекологической патологии в перименопаузе у пациенток с избыточной массой тела и ожирением

Показатель	Группы пациенток в перименопаузе с АМК в зависимости от ИМТ				Уровень Р
	N	Избыточная масса тела (ИМТ = 25,0–29,9 кг/м2)	N	Ожирение (ИМТ ≥ 30,0 кг/м2)	
Миомы	23	1,00 [0,00; 1,00]	24	1,00 [0,00; 1,00]	0,278
Эндометриоз	23	1,00 [0,00; 1,00]	24	1,00 [1,00; 1,00]	0,163
Гиперплазия эндометрия	23	0,00 [0,00; 1,00]	24	0,50 [0,00; 1,00]	0,667
Полипы эндометрия	23	0,00 [0,00; 0,75]	24	0,00 [0,00; 0,50]	0,944
Ретенционные кисты яичников	23	0,00 [0,00; 1,00]	24	0,00 [0,00; 1,00]	0,436

Обсуждение

Оценка данных проведенного исследования подтверждает влияние ИМТ на частоту встречаемости гинекологической патологии, которая является наиболее частой причиной возникновения аномальных маточных кровотечений. Так, у пациенток в репродуктивном периоде гиперплазия эндометрия и миомы матки наиболее часто встречались на фоне ожирения. В перименопаузе также отмечалось увеличение частоты встречаемости миомы матки и эндометриоза у женщин с ожирением.

Некоторые ученые отмечают, что высокий индекс массы тела существенно повышает риск развития миомы матки [10]. Ожирение приводит к развитию инсулинорезистентности и гиперинсулинемии, что повышает пролиферацию гладкой мускулатуры миометрия, влияет на развитие миоматозных узлов и увеличивает уровень циркулирующих гормонов яичников [11]. Гладкомышечные клетки узлов вследствие активного деления характеризуются повышенной чувствительностью к половым стероидным гормонам [12]. При избыточном количестве жировой ткани в ней увеличивается преобразование циркулирующих андрогенов в эстрогены, что способствует возникновению и росту миоматозных узлов [13]. На фоне ожирения снижается синтез печени глобулина, связывающего половые гормоны, это приводит к повышению уровня свободных эстрогенов, которые стимулируют гладкомышечные клетки миомы [14]. Также у пациенток с избыточной массой тела и ожирением вследствие длительной стимуляции эндометрия избыточным количеством эстрогенов и недостаточного влияния прогестерона, выполняющего антипролиферативную функцию, часто развивается гиперплазия эндометрия [15, 16]. Немаловажную роль в этом процессе также играет инсулинорезистентность. Так, в настоящее время ожирение выделяется в качестве самостоятельного фактора риска развития гиперплазии и рака эндометрия [17].

Стимуляция эндогенными эстрогенами, кроме того, может быть связана с развитием полипов эндометрия. В железистых клетках полипа содержится большое количество рецепторов эстрогенов, их экспрессия здесь в разы выше по сравнению с нормальным эндометрием [18, 19]. В тоже время, ряд исследований указывает, что взаимосвязь полипа эндометрия с ожирением незначительна [20].

Ранее уже было отмечено, что вследствие дисфункции жировой ткани происходит повышенный синтез провоспалительных цитокинов и факторов роста, инфильтрация тканей иммунными клетками [21–24]. Подобные процессы проводят к формированию хронического латентного воспаления. Постоянное низкоуровневое воспаление поддерживается за счёт адипокинов, обладающих как провоспалительными, так и противовоспалительными свойствами. У пациенток с избыточной массой тела возникает дисбаланс, количество адипонектина с противовоспалительным действием уменьшается [25]. В свою очередь лептин усиливает синтез провоспалительных фактов: ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО-α. Так, ряд исследований показал, что у женщин с эндометриозом в перитонеальной жидкости наблюдался более высокий уровень лептина по сравнению с женщинами, не страдающими этим заболеванием. Соответственно, обнаруженная связь между лептином, провоспалительными цитокинами и эндометриозом у пациенток с ожирением подтверждает участие хронического воспаления в развитии и прогрессировании эндометриоза [26, 27].

Дифференцировка клеток ткани яичника в большей части происходит за счёт влияния белков семейства трансформирующих факторов роста, к ним относятся TGF-β1, активины, ингибины, ростовые дифференцировочные факторы, а также факторы некроза опухолей α и β [28–30]. Как было описано выше избыточная масса тела приводит к увеличению синтеза лептина, который в свою очередь повышает концентрацию ФНО-α и ряда других цитокинов, что может приводить к воспалению придатков матки,

нарушению течения фолликулогенеза. Проведенное исследование показывает, что частота встречаемости кист у пациенток с избыточной массой тела значительно ниже, чем у пациенток с нормальным весом.

В ходе исследования установлено, что миома матки, гиперплазия эндометрия и эндометриоз достоверно чаще встречаются у пациенток с ожирением. Это напрямую связано с влиянием избыточного количества жировой ткани, проявляющимся гормональным нарушением, инсулинорезистентностью и хроническим воспалением.

Выводы

Проведённое исследование подтверждает, что ожирение является важным модифицируемым фактором риска развития аномальных маточных кровотечений. В соответствие с этим, контроль массы тела и коррекция метаболических нарушений могут сыграть значимую роль в профилактике развития ряда гинекологических патологий, в том числе АМК.

Литература

1. Клинические рекомендации «Аномальные маточные кровотечения»: утверждены Министерством здравоохранения: ID: 645: год утверждения: 2024. Режим доступа: <https://base.garant.ru/410431155/>.
2. Kelly T., Yang W., Chen C.S., Reynolds K., He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. International Journal of Obesity. 2008;32(9):1431–1437. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.102>.
3. Петунина Н.А., Макаров И.О., Трухина Л.В., Пчелинцева Н.А., Кузина И.А. Гормоны жировой ткани и их роль в нарушении репродуктивной функции у женщин с ожирением. Ожирение и метаболизм. 2011;8(4):9–14. <https://doi.org/10.14341/2071–8713–5297>.
4. Чернуха Г.Е. Ожирение как фактор риска нарушений репродуктивной системы у женщин. Consilium Medicum. 2007;9(6):84–86. Режим доступа: <https://consilium.orscience.ru/2075–1753/article/view/92461>.
5. Broughton D.E., Moley K.H. Obesity and female infertility: potential media tors of obesity's impact. Fertil Steril. 2017;107(4):840–847. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.01.017>.
6. Артеменко Ю.С., Хамошина М.Б., Рябова В.А., Зюкина З.В. Ожирение у женщин: актуальные аспекты нарушений репродуктивного здоровья. Медицинский совет. 2022;16(5):32–39. <https://doi.org/10.21518/2079–701X-2022–16–5–32–39>.
7. Trujillo M.E., Scherer P.E. Adipose tissue-derived factors: impact on health and disease. Endocr Rev. 2006;27(7):762–778. <https://doi.org/10.1210/er.2006–0033>.
8. Khan M., Joseph F. Adipose tissue and adipokines: the association with and application of adipokines in obesity. Scientifica (Cairo). 2014;2014:328592. <https://doi.org/10.1155/2014/328592>.
9. Кроненберг Г.М., Меллмед Ш., Полонски К.С., Ларсен П.Р. Эндокринология по Вильямсу. Ожирение и нарушения липидного обмена. Пер. с англ. под ред. И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010. 80 с.
10. Wise L.A., Laughlin-Tommaso S.K. Epidemiology of uterine fibroids: from menarche to menopause. Clin Obstet Gynecol. 2016;59(1):2–24. <https://doi.org/10.1097/GRF.0000000000000164>.
11. Tak Y.J., Lee S.Y., Park S.K., Kim Y.J., Lee J.G., Jeong D.W. et al. Association between uterine leiomyoma and metabolic syndrome in parous premenopausal women: a case-control study. Med Baltim. 2016;95(46): e5325. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000005325>.
12. Soave I., Marci R. From obesity to uterine fibroids: an intricate network. Curr. Med.Res.Opin.2018;34(11):1877–1879. <https://doi.org/10.1080/03007995.2018.1505606>.
13. Li B., Wang F., Chen L., Tong H. Global epidemiological characteristics of uterine fibroids. Arch. Med. Sci. 2023;19(6):1802–1810. <https://doi.org/10.5114/aoms/171786>.
14. Malik M., Britten J., Borahay M., Segars J., Catherino W.H. Simvastatin, at clinically relevant concentrations, affects human uterine leiomyoma growth and extracellular matrix production. Fertil. Steril. 2018;110(7):1398–1407.e1. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.07.024>.
15. Wise M.R., Gill P., Lensen S., Thompson J.M., Farquhar C.M. Body mass index trumps age in decision for endometrial biopsy: cohort study of symptomatic premenopausal women. Obstetrical & Gynecological Survey. 2016;71(10):595–597. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.06.006>.
16. Guraslan H., Dogan K., Kaya C., Senturk M.B., Guraslan B., Helvacioğlu C. et al. Could body mass index be an indicator for endometrial biopsy in premenopausal women with heavy menstrual bleeding? Gynecologic Oncology. 2016;294(2):395–402. <https://doi.org/10.1007/s00404–016–4043–8>.
17. Tritos N., Mantzoros C.S. Leptin: its role in obesity and beyond. Diabetologia.1997; 40:1371–1379. <https://doi.org/10.1007/s001250050838>.
18. Оразов М.Р., Михалева Л.М., Пойманова О.Ф., Муллина И.А. Факторы риска развития полипов эндометрия у женщин репродуктивного воз-

раста. Медицинский вестник Юга России. 2022; 13(3):148–154. <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-3-148-154>.

19. Hassa H. Independent risk factors for endometrial polyps: diabetes, hypertension, and obesity. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 2012;1(4):312–314. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(13\)60099-8](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(13)60099-8).

20. Озолина Л.А., Патрушев Л.И., Болдина Е.Б. Современные представления о патогенезе гиперпластических процессов эндометрия и возможности их лечения. Лечение и профилактика. 2013; 2(6):106–112. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20296224&ysclid=mpmsgdrj6w750906273>.

21. Ouchi N., Parker J.L., Lugus J.J., Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(2):85–97. <https://doi.org/10.1038/nri2921>.

22. Su T., Sui L. Expression and significance of p63, aromatase P450 and steroidogenic factor-1 in endometrial polyp. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi*. 2014;49(8):604–608. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2014.08.010>.

23. Stewart C.J., Bharat C., Crook M. p16 immunoreactivity in endometrial stromal cells: stromal p16 expression characterizes but is not specific for endometrial polyps. *Pathology*. 2015;47(2):112–117. <https://doi.org/10.1097/PAT.0000000000000211>.

24. Ouchi N., Parker J.L., Lugus J.J., Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(2):85–97. <https://doi.org/10.1038/nri2921>.

25. Giannella L., Cerami L.B., Setti T., Bergamini E., Boselli F. Prediction of Endometrial Hyperplasia and Cancer among Premenopausal Women with Abnormal Uterine Bleeding. *Biomed Res Int*. 2019;8598152. <https://doi.org/10.1155/2019/8598152>.

26. Rathore N., Kriplani A., Yadav R.K., Jaiswal U., Netam R. Distinct peritoneal fluid ghrelin and leptin in infertile women with endometriosis and their correlation with interleukin-6 and vascular endothelial growth factor. *Gynecol Endocrinol*. 2014;30(9):671–675. <https://doi.org/10.3109/09513590.2014.920318>.

27. Pantelis A., Machairiotis N., Lapatsanis D.P. The Formidable yet Unresolved Interplay between Endometriosis and Obesity. *Scientific World Journal*. 2021;6653677. <https://doi.org/10.1155/2021/6653677>.

28. Зенкина В.Г., Солодкова О.А., Погукан О.Н., Каредина В.С. Современные представления об интраорганный регуляции фолликулогенеза в яичнике. Современные проблемы науки и образования. 2012;2. <https://doi.org/10.17513/spno.2012.2>.

29. Gaytan F., Barreiro M.L., Chopin L.K., Herington A.C., Morales C., Pinilla C. et al. Immunolocalization of ghrelin and its functional receptor, the type 1a growth hormone secretagogue receptor, in the cyclic human ovary. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(2):879–887. <https://doi.org/10.1210/jc.2002-021196>.

30. Ginther O.J., Gastal E.L., Gastal M.O. Dose-response study of intrafollicular injection of insulin-like growth factor-I on follicular fluid factors and follicle dominance in mares. *Biol Reprod*. 2004;70(4):1063–1069. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.024844>.

OBESITY AS A RISK FACTOR FOR GYNECOLOGICAL PATHOLOGY LEADING TO ABNORMAL UTERINE BLEEDING

Auman M.E., Avdiyuk G.A., Luzan O.D., Kozak J.V., Starikov N.V.
Novosibirsk State Medical University

Introduction. Abnormal uterine bleeding (AUB) is a global problem affecting women in both reproductive age and in the perimenopause. One of the leading modifying factors contributing to the development of AUB is obesity. The aim of our work is to identify the influence of BMI on the incidence of gynecological pathology, which is the most common cause of abnormal uterine bleeding. **Materials and methods.** Retrospective analysis of 154 medical records of patients of reproductive and perimenopausal age observed with the diagnosis «abnormal uterine bleeding» was carried out. Patients were divided into groups by age and body mass index. Statistical processing of the data was performed using the U-criterion of Mann-Whitney, the critical level of significance (p) was taken as 0.05. **Results.** In the reproductive age, women with obesity were significantly more likely to have uterine myoma (p=0.035) and endometrial hyperplasia (p=0.001) compared to normal weight patients. In the menopause, due to obesity, the frequency of uterine meatus (p=0.042) and endometriosis (p=0.023) were significantly higher in patients. When comparing patients with normal weight and overweight in both age group, ovarian retention cysts were statistically more common at normal body weight – at reproductive age p=0.008 and at perimenopause p=0.017. There are no reliably significant differences between the obese and overweight groups in both reproductive age and perimenopause. **Conclusion.** Obesity is an important modifying factor that leads to hormonal disorders, insulin resistance and chronic inflammation, which in turn triggers the gynecological pathologies underlying the development of abnormal uterine bleeding.

Keywords: abnormal uterine bleeding, obesity, BMI, myoma, endometriosis, endometrial hyperplasia, endometrial polyp, ovarian retention cysts.

References

1. Clinical recommendations “Abnormal Uterine Bleeding”. Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation, ID 645, 2024. Available at: <https://base.garant.ru/410431155/>.

2. Kelly T., Yang W., Chen C.S., Reynolds K., He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity*. 2008;32(9):1431–1437. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.102>.

3. Petunina N.A., Makarov I.O., Trukhina L.V., Pchelintseva N.A., Kuzina I.A. Hormones of adipose tissue and their role in reproductive system dysfunction in obese women. *Obesity and Metabolism*. 2011;8(4):9–14. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/2071-8713-5297>.

4. Chernukha G.E. Obesity as a risk factor for disorders of the reproductive system in women. *Consilium Medicum*. 2007;9(6):84–86. (In Russ.) Available at: <https://consilium.orcscience.ru/2075-1753/article/view/92461>.

5. Broughton D.E., Moley K.H. Obesity and female infertility: potential mediators of obesity's impact. *Fertil Steril*. 2017;107(4):840–847. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.01.017>.

6. Artemenko Y.S., Khamoshina M.B., Ryabova V.A., Zyukina Z.V. Obesity in women: current aspects of reproductive health disorders. *Medical Council*. 2022;16(5):32–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-32-39>.

7. Trujillo M.E., Scherer P.E. Adipose tissue-derived factors: impact on health and disease. *Endocr Rev*. 2006;27(7):762–778. <https://doi.org/10.1210/er.2006-0033>.

8. Khan M., Joseph F. Adipose tissue and adipokines: the association with and application of adipokines in obesity. *Scientifica (Cairo)*. 2014;2014:328592. <https://doi.org/10.1155/2014/328592>.

9. Kronenberg G.M., Melmed S., Polonsky K.S., Larsen P.R. Williams Textbook of Endocrinology. Obesity and Disorders of Lipid Metabolism. Translated from English; edited by I.I. Dedov, G.A. Melnichenko. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. 80 p.

10. Wise L.A., Laughlin-Tommaso S.K. Epidemiology of uterine fibroids: from menarche to menopause. *Clin Obstet Gynecol*. 2016;59(1):2–24. <https://doi.org/10.1097/GRF.0000000000000164>.

11. Tak Y.J., Lee S.Y., Park S.K., Kim Y.J., Lee J.G., Jeong D.W. et al. Association between uterine leiomyoma and metabolic syndrome in parous premenopausal women: a case-control study. *Med Baltim*. 2016;95(46): e5325. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000005325>.

12. Soave I., Marci R. From obesity to uterine fibroids: an intricate network. *Curr Med Res Opin*. 2018;34(11):1877–1879. <https://doi.org/10.1080/03007995.2018.1505606>.

13. Li B., Wang F., Chen L., Tong H. Global epidemiological characteristics of uterine fibroids. *Arch Med Sci*. 2023;19(6):1802–1810. <https://doi.org/10.5114/aoms/171786>.

14. Malik M., Britten J., Borahay M., Segars J., Catherino W.H. Simvastatin, at clinically relevant concentrations, affects human uterine leiomyoma growth and extracellular matrix production. *Fertil Steril*. 2018;110(7):1398–1407.e1. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.07.024>.

15. Wise M.R., Gill P., Lensen S., Thompson J.M., Farquhar C.M. Body mass index trumps age in decision for endometrial biopsy: cohort study of symptomatic premenopausal women. *Obstetrical & Gynecological Survey*. 2016;71(10):595–597. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.06.006>.

16. Guraslan H., Dogan K., Kaya C., Senturk M.B., Guraslan B., Helvacoglu C. et al. Could body mass index be an indicator for endometrial biopsy in premenopausal women with heavy menstrual bleeding? *Gynecologic Oncology*. 2016;294(2):395–402. <https://doi.org/10.1007/s00404-016-4043-8>.

17. Tritos N., Mantzoros C.S. Leptin: its role in obesity and beyond. *Diabetologia*. 1997;40:1371–1379. <https://doi.org/10.1007/s001250050838>.

18. Orazov M.R., Mihaleva L.M., Poymanova O.F., Mullina I.A. Risk factors for endometrial polyps' development in reproductive-age women. *Medical Herald of the South of Russia*. 2022;13(3):148–154. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2022-13-3-148-154>.

19. Hassa H. Independent risk factors for endometrial polyps: diabetes, hypertension, and obesity. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 2012;1(4):312–314. [https://doi.org/10.1016/S2305-0500\(13\)60099-8](https://doi.org/10.1016/S2305-0500(13)60099-8).

20. Ozolina L.A., Patrushev L.I., Boldina E.B. Modern concepts of the pathogenesis of endometrial hyperplastic processes and treatment options. *Treatment and Prevention*. 2013;2(6):106–112. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20296224&ysclid=mpmsgdrj6w750906273>.

21. Ouchi N., Parker J.L., Lugus J.J., Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(2):85–97. <https://doi.org/10.1038/nri2921>.

22. Su T., Sui L. Expression and significance of p63, aromatase P450 and steroidogenic factor-1 in endometrial polyp. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi*. 2014;49(8):604–608. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2014.08.010>.

23. Stewart C.J., Bharat C., Crook M. p16 immunoreactivity in endometrial stromal cells: stromal p16 expression characterizes but is not specific for endometrial polyps. *Pathology*. 2015;47(2):112–117. <https://doi.org/10.1097/PAT.0000000000000211>.

24. Ouchi N., Parker J.L., Lugus J.J., Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(2):85–97. <https://doi.org/10.1038/nri2921>.

25. Giannella L., Cerami L.B., Setti T., Bergamini E., Boselli F. Prediction of Endometrial Hyperplasia and Cancer among Premenopausal Women with Abnormal Uterine Bleeding. *Biomed Res Int*. 2019;8598152. <https://doi.org/10.1155/2019/8598152>.

26. Rathore N., Kriplani A., Yadav R.K., Jaiswal U., Netam R. Distinct peritoneal fluid ghrelin and leptin in infertile women with endometriosis and their correlation with interleukin-6 and vascular endothelial growth factor. *Gynecol Endocrinol*. 2014;30(9):671–675. <https://doi.org/10.3109/09513590.2014.920318>.

27. Pantelis A., Machairiotis N., Lapatsanis D.P. The formidable yet unresolved interplay between endometriosis and obesity. *Scientific World Journal*. 2021;6653677. <https://doi.org/10.1155/2021/6653677>.

28. Zhenkina V.G., Solodkova O.A., Pogukay O.N., Karedina V.S. New concepts about regulation of folliculogenesis within the ovary. *Modern Problems of Science and Education*. 2012;2. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/spno.2012.2>.

29. Gaytan F., Barreiro M.L., Chopin L.K., Herington A.C., Morales C., Pinilla C. et al. Immunolocalization of ghrelin and its functional receptor, the type 1a growth hormone secretagogue receptor, in the cyclic human ovary. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(2):879–887. <https://doi.org/10.1210/jc.2002-021196>.

30. Ginther O.J., Gastal E.L., Gastal M.O. Dose-response study of intrafollicular injection of insulin-like growth factor-I on follicular fluid factors and follicle dominance in mares. *Biol Reprod*. 2004;70(4):1063–1069. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.103.024844>.

Комплексная предоперационная реабилитация с применением абдоминальной декомпрессии у пациентов с идиопатическим коксартрозом при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава

Мельничук Артем Витальевич,

ассистент, кафедра экстремальной медицины, травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
E-mail: melin@inbox.ru

Мельничук Наталия Валентиновна,

канд. мед. наук, доцент, профессор, кафедра спортивной и профилактической медицины, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта
E-mail: bk20082009@yandex.ru

Мельничук Виталий Иванович,

старший преподаватель, кафедра спортивной и профилактической медицины, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта
E-mail: v.melnichuk@lesgaft.spb.ru

Мельничук Артур Витальевич,

студент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
E-mail: 2004bk@bk.ru

Лазутин Андрей Сергеевич,

ассистент, кафедра экстремальной медицины, травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
E-mail: lazutin.as@yandex.ru

Цель. Оценить эффективность комплексной программы предоперационной реабилитации с применением абдоминальной декомпрессии у пациентов с идиопатическим коксартрозом III–IV степени после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТБС). Материалы и методы. Обследовано 118 пациентов в возрасте 40–70 лет (средний возраст – 63 года). Основная группа (n=71) получала предоперационную физическую и психологическую реабилитацию с абдоминальной декомпрессией; контрольная (n=47) оперирована без подготовки. Проведён динамический анализ лабораторных, морфологических и функциональных показателей через 3, 6 и 12 недель после операции. Результаты. Через 3 недели активное передвижение без боли отмечено у 81,7% пациентов основной группы против 68,1% в контрольной (p<0,05). Через 12 недель полное восстановление походки – у 74,7% против 68,1%. Отличные результаты по шкале Харриса достигнуты у 77,5% против 40,4% (p<0,01). Выводы. Предоперационная реабилитация с абдоминальной декомпрессией достоверно улучшает функциональные исходы ТЭТБС.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава; идиопатический коксартроз; предоперационная реабилитация; абдоминальная декомпрессия; функциональные исходы; шкала Харриса.

Введение

В последние десятилетия тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТБС) является одним из наиболее эффективных методов лечения пациентов с деформирующим коксартрозом, способствуя не только медицинской, но и социальной реабилитации [1, 2].

Несмотря на совершенствование конструкций эндопротезов и техники имплантации, частота таких осложнений, как ранние послеоперационные вывихи головки и нестабильность компонентов эндопротеза в течение первого года функционирования, сохраняется в диапазоне 0,11–10%, что требует поиска новых путей профилактики [3–5].

Адекватная реабилитация после ТЭТБС способствует быстрому восстановлению здоровья пациентов [6–9]. Однако до настоящего времени отсутствуют работы, объединяющие систему реабилитационных процедур на каждом этапе лечения. В отечественной литературе имеются лишь немногочисленные исследования на эту тему [10–12], тогда как зарубежные работы обычно сконцентрированы на послеоперационном лечении в специализированных центрах или домашних условиях и не затрагивают вопросы предоперационной подготовки и раннего пребывания пациента в хирургическом отделении [13].

Патофизиология коксартроза и лимитирующие факторы

В работах многих исследователей отмечается, что лимитирующими факторами при хронических заболеваниях суставов являются не только изменения хрящевой и костной ткани, но и недостаточное поступление кислорода к работающим мышцам, изменение реологических свойств крови, патология кровообращения в нижних конечностях. Ряд исследований указывает на то, что функциональное состояние пациента до операции (сила, баланс, характер походки) может быть предиктором послеоперационного восстановления [14–18].

Отдельным тезисом следует выделить прогностическую роль предоперационной походки. Так, Foucher (2016) показал, что анализ походки может дополнять клинические шкалы в прогнозировании ответа на ТЭТБС [14].

В лечебных целях успешно применяется метод локальной декомпрессии (пониженного атмосферного давления). Восстановление пациентов с идиопатическим коксартрозом после ТЭТБС с применением комплекса абдоминальной декомпрессии в предоперационной подготовке, учитывающее устранение таких лимитирующих факторов со стороны сосудистого русла, как снижение тонуса, гемодинамического сопротивления артериол, увеличение проницаемости эндотелия капилляров и выраженная фильтрация жидкости в зоне воздействия, позволит уменьшить отёк тканей, ускорить кровоток и процессы активной оксигенации, регенерации нервной и мышечной тканей, тем самым повысить качество двигательной функции нижней конечности [1–7].

Обзор литературы по предоперационной реабилитации

В последние годы наблюдается рост числа исследований, посвящённых предоперационной реабилитации (prehabilitation) перед ТЭТБС. Систематический обзор и сетевой мета-анализ van der Vorst et al. (2026), включивший 21 рандомизированное контролируемое исследование с участием 1061 пациента, продемонстрировал, что такие модальности, как тай-чи, многокомпонентные упражнения и силовая тренировка нижних конечностей, оказывают благоприятное предоперационное воздействие, однако уверенность в доказательствах варьировала от низкой до очень низкой [13].

Результаты отдельных рандомизированных исследований носят неоднородный характер. Mikkelsen et al. (2014) не выявили превосходства контролируемой прогрессивной силовой тренировки над неконтролируемыми домашними упражнениями у пациентов с исходно низкой функциональностью [11]. Ferrara et al. (2008) также не обнаружили значимых различий по шкалам Barthel, SF-36, WOMAC и NHS через три месяца после операции [12]. Gill et al. (2009) установили, что наземная

и водная программы упражнений одинаково эффективны в снижении боли и улучшении функции [16]. Zeng et al. (2015) показали, что тай-чи в сочетании с силовой тренировкой улучшает баланс и аэробную способность, но не обеспечивает значимого облегчения боли [18]. Higuchi et al. (2011) установили, что возраст, тип операции и сопутствующие заболевания ассоциированы с риском осложнений [17].

Таким образом, существующие данные указывают на потенциальную пользу предоперационной реабилитации, однако высокая гетерогенность вмешательств и низкая уверенность в доказательствах не позволяют сделать однозначных выводов, что обосновывает необходимость дальнейших исследований.

Цель исследования – разработать и научно обосновать комплексную программу предоперационной физической реабилитации с применением метода абдоминальной декомпрессии у пациентов с идиопатическим коксартрозом III–IV степени при плановом тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на базе ФГБУ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова ФМБА России» и Санкт-Петербургского ГБУЗ «Городской врачебно-физкультурный диспансер». Использованы клинико-функциональные данные 118 пациентов в возрасте от 40 до 70 лет (средний возраст – 63 года).

Критерии включения: клинико-рентгенологические признаки идиопатического деформирующего остеоартроза тазобедренного сустава III–IV степени, компенсированное соматическое состояние.

Критерии исключения: декомпенсированные заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем; очаги хронической инфекции; активные или латентные инфекционные процессы мягких тканей в области тазобедренного сустава; острые сосудистые заболевания нижних конечностей; неврологические заболевания с парезами и/или параличами нижних конечностей; отсутствие костномозгового канала бедренной кости.

Пациенты разделены на две группы: основная (n=71) – получала комплексную программу предоперационной физической и психологической реабилитации с применением абдоминальной декомпрессии (шестинедельный курс); контрольная (n=47) – оперирована без предварительной реабилитационной подготовки.

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и возрасту

Возраст	Основная группа, мужчины (n, %)	Основная группа, женщины (n, %)	Контрольная группа, мужчины (n, %)	Контрольная группа, женщины (n, %)
До 40	0 (0)	2 (4)	0 (0)	0 (0)
40–49	4 (19)	9 (18)	3 (37,5)	5 (12,8)
50–59	11 (52,4)	20 (40)	2 (25)	16 (41)
60–69	5 (23,8)	17 (34)	3 (37,5)	17 (43,6)
Старше 70	1 (4,8)	2 (4)	0 (–)	1 (2,6)
Итого	21	50	8	39
Всего	71		47	

Обследование проводилось в несколько этапов: за 6 недель до операции, за 1 день до операции, а также через 3, 6 и 12 недель после операции. Использованы клинические, инструментальные (компьютерная томография), лабораторные (биохимическое исследование хрящевой ткани) и статистические методы. Для статистического анализа применяли методы описательной, параметрической и непараметрической статистики с использованием критерия Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В большинстве случаев (54,7%) окружность мягких тканей в верхней и средней трети бедра на поражённой стороне была на 2–4 см меньше, чем на здоровой, на голених – на 1–2 см. В 16% случаев отмечена выраженная гипотрофия мышц бедра (разница более 6 см) и голени (разница более 3 см). У всех 118 пациентов наблюдалась постоянная хромота различной степени выраженности, обусловленная фиксированным приведением и сгибанием бедра, а также слабостью отводящих мышц (положительный симптом Тренделенбурга).

При компьютерно-томографическом исследовании выявлено снижение плотности головки бедренной кости и вертлужной впадины (рис. 1).

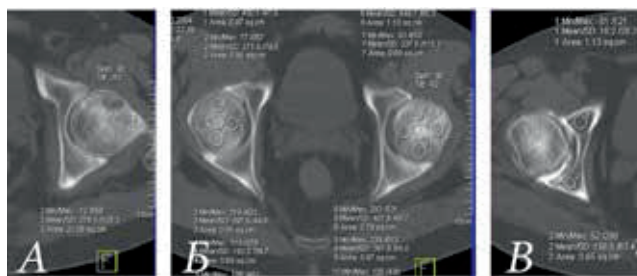


Рис. 1. КТ тазобедренных суставов. Аксиальные срезы на уровне центральных отделов головок бедренных костей

Плотность субхондрального слоя у пациентов с коксартрозом составила в среднем 630 HU против 800 HU в норме, что подтверждает относительное увеличение плотности субхондрального слоя, а не истинный остеосклероз.

Биохимическое исследование хрящевой ткани (31 образец) показало выраженное снижение содержания гликозаминогликанов (ГАГ) и коллагена в зависимости от формы прогрессирования заболевания (табл. 2).

Таблица 2. Биохимические показатели хрящевой ткани у пациентов с идиопатическим коксартрозом ($M \pm m$)

Форма прогрессирования	n	ГАГ, мкг/мг	% от нормы	Коллаген, мг/г	% от нормы
Норма	–	3,64±0,12	100%	4,90±0,20	100%
Медленная (>10 лет)	12	2,39±0,07*	64,7%	1,53±0,07*	31,2%
Умеренная (5–10 лет)	10	2,03±0,16*	55,2%	1,31±0,09*	26,7%
Быстрая (≤5 лет)	9	1,72±0,09*	46,6%	1,15±0,02*	23,5%

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с нормой.

Оценка функциональных результатов

Через 12 недель после операции полное восстановление нормальной походки отмечено у 74,7% пациентов основной группы против 68,1% в контрольной. Отказ от дополнительной опоры через 12 недель зафиксирован у 77,5% пациентов основной группы против 40,4% в контрольной ($p < 0,01$). Результаты по шкале Харриса: отличные – у 55 (77,5%) пациентов основной группы против 19 (40,4%) в контрольной; хорошие – у 14 (19,7%) против 24 (51,1%); удовлетворительные – у 2 (2,8%) против 4 (8,5%); неудовлетворительных результатов не зафиксировано.

Таким образом, предоперационная реабилитация с применением абдоминальной декомпрессии позволила достичь отличных результатов по шкале Харриса в 1,9 раза чаще, чем в контрольной группе ($p < 0,01$).

Выводы

1. У пациентов с идиопатическим коксартрозом III–IV степени выявлены выраженные морфологические и биохимические изменения хрящевой ткани: снижение содержания гликозаминогликанов до 46,6–64,7% от нормы и коллагена до 23,5–31,2% от нормальных значений, причём наиболее выраженные нарушения наблюдаются при быстром прогрессировании заболевания.

2. Комплексная предоперационная подготовка с применением метода абдоминальной декомпрессии способствовала достоверно более быстрому восстановлению двигательной активности: через 3 недели после операции 81,7% пациентов основной группы могли активно передвигаться без болевого синдрома против 68,1% в контрольной группе ($p < 0,05$).

3. Через 12 недель после операции полное восстановление нормальной походки отмечено у 74,7% пациентов основной группы против 68,1% в контрольной. Отказ от дополнительной опоры зафиксирован у 77,5% пациентов основной группы против 40,4% в контрольной ($p < 0,01$).

4. По шкале Харриса отличные результаты достигнуты у 77,5% пациентов основной группы, что в 1,9 раза превышает аналогичный показатель в контрольной группе (40,4%).

5. Разработанная комплексная программа предоперационной физической и психологической реабилитации с применением метода абдоминальной декомпрессии доказала свою эффективность и может быть рекомендована для внедрения в клиническую практику.

Литература

1. Абдоминальная декомпрессия в медицине: теория и практика / под ред. В.Г. Скопичева. – СПб.: Фирма АКЦ, 2004. – 128 с.
2. Боровкова, Л.В. Абдоминальная декомпрессия в лечении и профилактике фетоплацентарной недостаточности / Л.В. Боровкова, И.Д. Воронина // Медицинский альманах. – 2010. – № 2 (11). – С. 165–169.
3. Данилова-Перлей, В.И. Методика абдоминальной декомпрессии у профессиональных спортсменов / В.И. Данилова-Перлей, А.В. Калинин, М.П. Якушев [и др.]. – СПб.: Новая медицинская методика, 2014. – 10 с.
4. Длигач, Д.Л. Локальная декомпрессия и работоспособность / Д.Л. Длигач, Л.А. Иоффе. – Л.: Наука, 1982. – 88 с.
5. Иоффе, Л.А. Динамика объема циркулирующей крови при локальной декомпрессии / Л.А. Иоффе, Л.А. Смирнова // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 7. – С. 27–31.
6. Скопичев, В.Г. Физиология локального отрицательного давления / В.Г. Скопичев, Л.В. Жичкина // Абдоминальная декомпрессия в медицине. Теория и практика. – СПб., 2004. – С. 29–51.
7. Слепова, Д.А. Влияние абдоминальной декомпрессии на функциональное состояние организма спортсменов: дис. ... канд. мед. наук: 03.03.01 / Слепова Дарья Андреевна. – СПб., 2017. – 156 с.
8. Ackerman, I.N. Does pre-operative physiotherapy improve outcomes from lower limb joint replacement surgery? A systematic review / I.N. Ackerman, K.L. Bennell // Australian Journal of Physiotherapy. – 2004. – Vol. 50, № 1. – P. 25–30.
9. Behery, O.A. Are Harris hip scores and gait mechanics related before and after THA? / O.A. Behery, K.C. Foucher // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2014. – Vol. 472, № 11. – P. 3452–3461.
10. Cabilan, C.J. The effectiveness of prehabilitation or preoperative exercise for surgical patients: a systematic review / C.J. Cabilan, S. Hines, J. Munday // JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports. – 2015. – Vol. 13, № 1. – P. 146–187.
11. Effect of early supervised progressive resistance training compared to unsupervised home-based exercise after fast-track total hip replacement applied to patients with preoperative functional limitations. A single-blinded randomised controlled trial / L.R. Mikkelsen [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2014. – Vol. 22, № 12. – P. 2051–2058.
12. Effect of pre-operative physiotherapy in patients with end-stage osteoarthritis undergoing hip arthroplasty / P.E. Ferrara [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2008. – Vol. 22, № 10–11. – P. 977–986.
13. Effectiveness of prehabilitation modalities before total hip arthroplasty: a systematic review and network meta-analysis / M. A. T. van der Vorst [et al.] // Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. – 2026. – Vol. 69, № 3. – Art. 102114. – DOI: 10.1016/j.rehab.2026.102114.
14. Foucher, K.C. Preoperative gait mechanics predict clinical response to total hip arthroplasty / K.C. Foucher // Journal of Orthopaedic Research. – 2016. – Vol. 34, № 1. – P. 88–96.
15. Foucher, K.C. Preoperative factors associated with postoperative gait kinematics and kinetics after total hip arthroplasty / K.C. Foucher, S. Freels // Osteoarthritis and Cartilage. – 2015. – Vol. 23, № 10. – P. 1685–1694.
16. Gill, S.D. Land-based versus pool-based exercise for people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee: results of a randomized controlled trial / S.D. Gill, H. McBurney, D.L. Schulz // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 90, № 3. – P. 388–394.
17. Higuera, C. A. 2010 Mid-America Orthopaedic Association Physician in Training Award: predictors of early adverse outcomes after knee and hip arthroplasty in geriatric patients / C.A. Higuera [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2011. – Vol. 469, № 5. – P. 1391–1400.
18. Zeng, R. A randomized controlled trial: preoperative home-based combined Tai Chi and Strength Training (TCST) to improve balance and aerobic capacity in patients with total hip arthroplasty (THA) / R. Zeng [et al.] // Archives of Gerontology and Geriatrics. – 2015. – Vol. 60, № 2. – P. 265–271.

COMPREHENSIVE PREOPERATIVE REHABILITATION USING ABDOMINAL DECOMPRESSION IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC COXARTHROSIS FOLLOWING TOTAL HIP ARTHROPLASTY

Melnichuk A.V., Melnichuk N.V., Melnichuk V.I., Melnichuk A.V., Lazutin A.S.

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health

Objective. To evaluate the effectiveness of a comprehensive preoperative rehabilitation program using abdominal decompression in patients with grade III–IV idiopathic coxarthrosis following total hip arthroplasty (THA). **Materials and methods.** A total of 118 patients aged 40–70 years (mean age 63 years) were examined. The main group (n=71) received preoperative physical and psychological rehabilitation with abdominal decompression; the control group (n=47) was operated on without preparation. A dynamic analysis of laboratory, morphological, and functional parameters was performed at 3, 6, and 12 weeks after surgery. **Results.** At 3 weeks, active walking without pain was observed in 81.7% of patients in the main group versus 68.1% in the control group (p<0.05). At 12 weeks, complete gait recovery was observed in 74.7% versus 68.1%. Excellent Harris Hip Score results were achieved in 77.5% versus 40.4% (p<0.01). **Conclusions.** Preoperative rehabilitation with abdominal decompression significantly improves functional outcomes of THA.

Keywords: total hip arthroplasty; idiopathic coxarthrosis; preoperative rehabilitation; abdominal decompression; functional outcomes; Harris scale.

References

1. Abdominal Decompression in Medicine: Theory and Practice / ed. by V.G. Skopichev. – St. Petersburg: AKTs Firm, 2004. – 128 p.
2. Borovkova, L.V. Abdominal decompression in the treatment and prevention of fetoplacental insufficiency / L.V. Borovkova, I.D. Voronina // Medical Almanac. – 2010. – № 2 (11). – P. 165–169.
3. Danilova-Perley, V.I. Abdominal decompression technique for professional athletes / V.I. Danilova-Perley, A.V. Kalinin, M.P. Yakushev [et al.]. – St. Petersburg: Novaya Meditsinskaya Metodika, 2014. – 10 p.
4. Dligach, D.L. Local decompression and work capacity / D.L. Dligach, L.A. Ioffe. – Leningrad: Nauka, 1982. – 88 p.
5. Ioffe, L.A. Dynamics of circulating blood volume during local decompression / L.A. Ioffe, L.A. Smirnova // Theory and Practice of Physical Culture. – 1977. – № 7. – P. 27–31.
6. Skopichev, V.G. Physiology of local negative pressure / V.G. Skopichev, L.V. Zhichkina // Abdominal Decompression in Medicine: Theory and Practice. – St. Petersburg, 2004. – P. 29–51.
7. Slepova, D.A. Influence of abdominal decompression on the functional state of athletes' bodies: Diss. ... Cand. Med. Sci.: 03.03.01 / Slepova Darya Andreevna. – St. Petersburg, 2017. – 156 p.
8. Ackerman, I.N. Does pre-operative physiotherapy improve outcomes from lower limb joint replacement surgery? A systematic review / I.N. Ackerman, K.L. Bennell // Australian Journal of Physiotherapy. – 2004. – Vol. 50, № 1. – P. 25–30.
9. Behery, O.A. Are Harris hip scores and gait mechanics related before and after THA? / O.A. Behery, K.C. Foucher // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2014. – Vol. 472, № 11. – P. 3452–3461.
10. Cabilan, C.J. The effectiveness of prehabilitation or preoperative exercise for surgical patients: a systematic review / C.J. Cabilan, S. Hines, J. Munday // JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports. – 2015. – Vol. 13, № 1. – P. 146–187.
11. Effect of early supervised progressive resistance training compared to unsupervised home-based exercise after fast-track total hip replacement applied to patients with preoperative functional limitations. A single-blinded randomised controlled trial / L.R. Mikkelsen [et al.] // Osteoarthritis and Cartilage. – 2014. – Vol. 22, № 12. – P. 2051–2058.
12. Effect of pre-operative physiotherapy in patients with end-stage osteoarthritis undergoing hip arthroplasty / P.E. Ferrara [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2008. – Vol. 22, № 10–11. – P. 977–986.
13. Effectiveness of prehabilitation modalities before total hip arthroplasty: a systematic review and network meta-analysis / M. A. T. van der Vorst [et al.] // Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. – 2026. – Vol. 69, № 3. – Art. 102114. – DOI: 10.1016/j.rehab.2026.102114.
14. Foucher, K.C. Preoperative gait mechanics predict clinical response to total hip arthroplasty / K.C. Foucher // Journal of Orthopaedic Research. – 2016. – Vol. 34, № 1. – P. 88–96.
15. Foucher, K.C. Preoperative factors associated with postoperative gait kinematics and kinetics after total hip arthroplasty / K.C. Foucher, S. Freels // Osteoarthritis and Cartilage. – 2015. – Vol. 23, № 10. – P. 1685–1694.
16. Gill, S.D. Land-based versus pool-based exercise for people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee: results of a randomized controlled trial / S.D. Gill, H. McBurney, D.L. Schulz // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 2009. – Vol. 90, № 3. – P. 388–394.
17. Higuera, C. A. 2010 Mid-America Orthopaedic Association Physician in Training Award: predictors of early adverse outcomes after knee and hip arthroplasty in geriatric patients / C.A. Higuera [et al.] // Clinical Orthopaedics and Related Research. – 2011. – Vol. 469, № 5. – P. 1391–1400.
18. Zeng, R. A randomized controlled trial: preoperative home-based combined Tai Chi and Strength Training (TCST) to improve balance and aerobic capacity in patients with total hip arthroplasty (THA) / R. Zeng [et al.] // Archives of Gerontology and Geriatrics. – 2015. – Vol. 60, № 2. – P. 265–271.

Кубические пессарии при пролапсе тазовых органов: качество жизни и самостоятельный уход

Богатырева Лидия Николаевна,

к.м.н., доцент кафедры «Акушерство и гинекология», ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет имени Н.И. Пирогова»
E-mail: ing_gu@mail.ru.

Бустонов Сиёвус Фуркатович,

студент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: bustonovsf@yandex.ru

Рузиев Сунатилло Джураевич,

студент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Институт мировой медицины
E-mail: sunatullo.ruziev@mail.ru

Бустонов Умар Фуркатович,

студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого» «НовГУ» или «ФГБОУ ВО»
E-mail: Ubustonov@yandex.ru

Мишвелов Артем Евгеньевич,

специалист по визуальной обработке медицинских изображений, врач ИТ отделения лучевой диагностики, АО «СККДЦ»

Цель – проанализировать самостоятельное использование кубических пессариев при пролапсе тазовых органов с позиций качества жизни, продолжения лечения и организации наблюдения. Проведён нарративный обзор первичных исследований и официальных материалов по уходу за пессариями. Собственные клинические данные не собирались. В длительном наблюдении кубических пессариев лечение продолжали 143 из 174 женщин, успешно завершивших начальный этап, – 82,2%. Результаты TOPSY показывают возможность организации самостоятельного ухода за некоторыми видами пессариев, однако кубические модели в это исследование не включались. Разграничены продолжение использования, субъективное улучшение и влияние симптомов на повседневную активность. Предложена структура последующего наблюдения, объединяющая обучение, регистрацию нежелательных явлений и оценку сообщаемых пациентками исходов. Её эффективность требует отдельной проспективной проверки. Вывод: самостоятельный уход следует рассматривать как согласованный с пациенткой формат сопровождения, а не как отказ от медицинского контроля.

Ключевые слова: пролапс тазовых органов; кубический пессарий; качество жизни; самостоятельный уход; приверженность; совместное принятие решений.

Введение

При выборе лечения пролапса тазовых органов (ПТО) важен не только анатомический результат, но и то, насколько предложенный способ соответствует повседневным потребностям женщины. NICE рассматривает вагинальный пессарий как один из вариантов помощи при симптоматическом ПТО, самостоятельно или вместе с контролируемой тренировкой мышц тазового дна [1]. При этом выбор устройства и организация последующего ухода представляют разные задачи: технически подходящий пессарий может оказаться неудобным в бытовом использовании.

Центральный вопрос обзора – какие показатели характеризуют действие кубического пессария и приемлемость выбранного формата лечения? Клиническая оценка здесь связана с автономией пациентки и доступностью помощи. Продолжение использования не доказывает исчезновения симптомов, а отказ от устройства не всегда означает осложнение.

Цель и материалы обзора

Цель работы – сопоставить опубликованные показатели качества жизни и продолжения пессарной терапии, определить границы применимости данных о самостоятельном уходе к кубическим моделям и предложить структуру наблюдения для будущего исследования. Выполнен целевой поиск по сочетаниям “cube pessary”, “pelvic organ prolapse”, “self-management”, “quality of life”, “TOPSY” и “PEOPLE” с проверкой сведений на страницах журналов, PubMed и официальных организаций. Поиск завершён 3 сентября 2026 г.

Рассмотрены первичные исследования, публикация об инструментах оценки и официальные материалы по уходу. Отбор не был исчерпывающим или независимым двойным скринингом; протокол систематического обзора не регистрировался. Использованы опубликованные агрегированные результаты. Из-за различий устройств, исходов и сроков метаанализ не выполнялся. Публикации TOPSY относятся к одной рандомизированной выборке, а не к независимым исследованиям.

Какие исходы необходимо различать

Оценку целесообразно строить вокруг трёх самостоятельных вопросов. Первый – уменьшилось ли беспокойство из-за симптомов; второй – изменилось ли их влияние на повседневную жизнь; третий – продолжает ли женщина пользоваться устройством и почему. Для первых двух вопросов разработаны PFDI-20 и PFIQ-7 соответственно [2]. Эти инструменты не заменяют осмотр, а сведения о продолжении использования не заменяют оценки качества жизни. Глобальная оценка улучшения PGI-I, используемая в клинических исследованиях, также не тождественна анатомической коррекции.

Для будущего исследования необходимо определить сроки и правила расчёта показателей. Доля продолжающих лечение должна сопровождаться числителем, знаменателем и указанием, учтены ли неудачные первоначальные подборки. Число женщин с нежелательными явлениями следует отличать от общего числа событий: несколько эпизодов у одной участницы не означают несколько пациенток с осложнениями.

Длительное использование кубического пессария

В исследовании Z. Nemeth и соавт. [3] первоначально были включены 214 женщин; на последующий опрос ответили 185. После исключения 11 участниц с неудачей в первые четыре недели длительный анализ охватывал 174 женщины. Не менее пяти лет лечение продолжали 143 из 174 (82,2%). Среди продолжающих использование 127 из 143 (88,8%) сообщили о значительном или очень значительном улучшении по PGI-I. Лёгкие нежелательные явления отмечены у 22 из 143 (15,4%).

Разные знаменатели не позволяют объединять эти результаты в единую «эффективность 82–89%». Отбор успешно начавших лечение и неполные ответы ограничивают переносимость результатов. Без рандомизированного хирургического контроля нельзя утверждать превосходство над операцией. Исследование показывает возможность длительного самостоятельного использования у отобранных и обученных пациенток [3].

Сравнение с хирургическим лечением

Рандомизированное исследование PEOPLE включало 440 женщин с симптоматическим ПТО: 218 были распределены в группу pessaria, 222 – хирургического лечения [4]. Через 24 месяца улучшение среди участниц с доступной оценкой зарегистрировано у 132 из 173 (76,3%) и 132 из 162 (81,5%) соответственно. Исследование не подтвердило, что исходная стратегия pessaria не уступает операции в пределах заранее заданной границы. Из группы pessaria к операции перешли 118 из 218 участниц (54,1%).

PEOPLE оценивает стратегию выбора лечения, а не изолированное действие кубического изделия. Высокая частота перехода к операции и потери наблюдения важны для интерпретации. Поэтому его показатели нельзя напрямую противопоставлять пятилетнему продолжению использования в работе Nemetz: различаются дизайн, популяции и конечные точки [3, 4]. Практический вывод обзора состоит в необходимости заранее обсуждать возможность пересмотра решения. Такой пересмотр не следует автоматически считать нарушением приверженности со стороны пациентки.

Самостоятельный уход: возможности и границы доказательств

В TOPSY 340 женщин были рандомизированы на самостоятельный уход (169) либо обслуживание pessaria в клинике (171) [5]. Обучение включало индивидуальную практическую сессию, письменные материалы, последующий телефонный контакт и возможность обратиться за поддержкой. Через 18 месяцев средние значения PFIQ-7 составили 32,3 и 32,5; скорректированная межгрупповая разность – –0,03 балла (95% доверительный интервал: от –9,32 до 9,25). Статистически значимого различия качества жизни не обнаружено.

Принципиально, что TOPSY исключало кубические pessaria, а также модели Gellhorn и Shelf [5]. Следовательно, полученные данные помогают обсуждать организацию самостоятельного ухода, но не доказывают аналогичную эффективность или безопасность именно кубических устройств. Отсутствие статистически значимого различия в исследовании превосходства также нельзя без дополнительных оснований переименовать в доказанную эквивалентность всех способов ухода.

В четырёхлетнем продолжении TOPSY ответили 186 из исходных 340 участниц (55%) [6]. Средние значения PFIQ-7 составили 32,9 при исходном распределении на самостоятельный уход и 31,4 при клиническом обслуживании; скорректированная разность – 4,86 балла (95% доверительный интервал: от –6,41 до 16,12). Различия не было статистически значимым. После основного этапа участницы могли менять формат ухода. Неполнота ответов и такие переходы ограничивают выводы о длительном эффекте исходного назначения.

Готовность пациентки и распределение ответственности

В анкетном исследовании W.T. Cheng и соавт. участвовала 301 женщина, использовавшая pessaria; средний возраст составил 71,1 года [7]. Готовность обучаться самостоятельному уходу выразили 53,5%. Этот показатель отражает заявленное намерение, а не подтверждённое освоение навыка или последующее соблюдение режима. Его нельзя переносить без проверки на другую систему медицинской помощи, языковую среду или конкретно на кубические модели.

С организационно-этической позиции самостоятельность должна предлагаться как возможность, а не как условие доступа к лечению. Женщины важно понимать, какие действия она выполняет сама, какие симптомы требуют обращения и кто отвечает на возникающие вопросы. Отказ от обучения не должен интерпретироваться как отказ от помощи. Сохранение варианта клинического сопровождения особенно важно, если физические ограничения, тревога или бытовые обстоятельства затрудняют манипуляции. Это нормативный вывод настоящего обзора, а не измеренный эффект конкретной программы.

Обучение целесообразно оценивать не по факту выдачи памятки, а по воспроизведению пациенткой согласованной последовательности действий и пониманию ситуаций, когда самостоятельные манипуляции следует прекратить. Календарный возраст не заменяет индивидуальной оценки. Формат поддержки можно согласовывать повторно: предпочтения и возможности женщины меняются. Переход от самостоятельного ухода к визитам в клинику следует регистрировать отдельно от полного прекращения pessaria терапии.

Безопасность и особенности кубической модели

Для кубических pessaria Dr. Arabin производитель указывает ежедневное извлечение вечером с повторным введением утром и очисткой изделия [8]. Эта особенность не позволяет механически переносить на кубическую модель режим длительного непрерывного ношения других pessaria. Пациентке необходимы обучение и инструкция именно к назначенному

изделию. Материалы производителя описывают обращение с устройством; сами по себе они не являются сравнительным доказательством его клинической эффективности.

В памятке Cambridge University Hospitals подчёркивается необходимость сначала устранить присасывание кубического pessaria к стенкам влагалища; тянуть за шнур при сохраняющейся фиксации не следует [9]. Боль, затруднение мочеиспускания или невозможность безопасно извлечь изделие требуют связи с медицинским специалистом [8, 9]. Повторяющиеся кровянистые выделения и другие новые жалобы не должны автоматически объясняться «привыканием». Дистанционная беседа может помочь определить дальнейший маршрут, но не исключает необходимости очного осмотра.

Предлагаемая структура последующего наблюдения

По результатам сопоставления источников предлагается использовать единую карту наблюдения с четырьмя блоками: исходные цели лечения и выбранная модель; результат обучения; сообщаемые пациенткой исходы; причины изменения терапии. До начала использования фиксируются жалобы и исходная оценка качества жизни. При последующих контактах регистрируются состояние, факт использования, нежелательные явления и потребность в очной помощи. Сроки осмотров определяются клинической ситуацией и инструкцией к изделию, а не произвольным универсальным интервалом.

Для исследовательского применения следует заранее определить основную исход, например изменение PFIQ-7 через установленный протоколом срок, и отдельно оценивать продолжение лечения и безопасность. Потери наблюдения должны оставаться видимыми в отчёте. Отсутствующий ответ не равнозначен отсутствию жалоб. Причины прекращения использования предлагается группировать как неудовлетворительный контроль симптомов, нежелательные явления, трудности ухода, личное предпочтение и иные документированные обстоятельства. Такой подход позволяет избежать сведения разных ситуаций к одному показателю «отказ».

Электронный дневник может фиксировать дату, использование устройства, трудности извлечения, новые жалобы и обращение за помощью. Бумажный вариант должен оставаться доступным. Автоматические сообщения не должны создавать впечатления круглосуточного врачебного контроля, если такой службы нет. Польза цифрового сопровождения не установлена в данной работе: необходимы отдельные сравнение с обычным наблюдением и защита данных пациенток.

Ограничения обзора

Настоящая работа представляет целевой нарративный, а не систематический обзор. Полнота выявления всех исследований не гарантируется; количественная оценка риска систематической ошибки не проводилась. Прямые данные о кубических pessariaх и результаты исследований иных устройств имеют разную применимость. Самоотчёт, неполное наблюдение и различия систем помощи дополнительно ограничивают перенос выводов. Предложенная структура сопровождения является аналитической разработкой и не проходила клиническую апробацию. Новые российские показатели эффективности, частоты осложнений или экономии ресурсов в работе не установлены.

Заключение

Кубический pessaria может рассматриваться в рамках индивидуально выбранного консервативного лечения ПТО с обучением и доступным медицинским сопровождением. Опубликованные результаты подтверждают возможность длительного использования у части пациенток, но не обосновывают универсального превосходства над операцией. Продолжение терапии, субъективное улучшение и качество жизни необходимо оценивать отдельно. Данные TOPSY информативны для организации самостоятельного ухода, однако не являются прямой проверкой кубической модели. Перспективное направление – проспективная оценка согласованного с пациенткой наблюдения с прозрачным учётом исходов, причин прекращения лечения и нежелательных явлений.

Этические аспекты

Работа основана на опубликованных агрегированных данных. Новые вмешательства, сбор индивидуальных данных пациенток и их идентификация не проводились.

Литература

1. National Institute for Health and Care Excellence. Urinary incontinence and pelvic organ prolapse in women: management. NICE guideline NG123. 2019. URL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng123/chapter/recommendations> (accessed 03.09.2026).
2. Barber M.D., Walters M.D., Bump R.C. Short forms of two condition-specific quality-of-life questionnaires for women with pelvic

floor disorders (PFDI-20 and PFIQ-7) // Am.J. Obstet. Gynecol. 2005. Vol. 193, No. 1. P. 103–113. DOI: 10.1016/j.ajog.2004.12.025.

3. Nemeth Z., Kolumban S., Schmidt R., Gubas P., Kovacs K., Farkas B. Self-management of vaginal cube pessaries may be a game changer for pelvic organ prolapse treatment: a long-term follow-up study // Int. Urogynecol. J. 2023. Vol. 34. P. 921–927. DOI: 10.1007/s00192-022-05287-2.

4. van der Vaart L.R., Vollebregt A., Milani A.L., et al. Effect of pessary vs surgery on patient-reported improvement in patients with symptomatic pelvic organ prolapse: a randomized clinical trial // JAMA. 2022. Vol. 328, No. 23. P. 2312–2323. DOI: 10.1001/jama.2022.22385.

5. Hagen S., Kearney R., Goodman K., et al. Clinical effectiveness of vaginal pessary self-management vs clinic-based care for pelvic organ prolapse (TOPSY): a randomised controlled superiority trial // EClinicalMedicine. 2023. Vol. 66. Art. 102326. DOI: 10.1016/j.eclinm.2023.102326.

6. Bugge C., Kearney R., Best C., et al. Four year clinical and cost effectiveness of vaginal pessary self-management versus clinic-based care for pelvic organ prolapse (TOPSY): long term follow-up of a randomised controlled superiority trial // BJOG. 2025. Vol. 132, No. 12. P. 1762–1771. DOI: 10.1111/1471-0528.18333.

7. Cheng W.T., Lau C.H.S., Cheung Y.K.R., Chan S.C.S. Self-management of pessary in patients with pelvic organ prolapse // Hong Kong J. Gynaecol. Obstet. Midwifery. 2025. Vol. 25, No. 1. DOI: 10.12809/hkjgom.25.1.376.

8. Dr. Arabin GmbH & Co. KG. FAQ for pessaries. URL: <https://dr-arabin.de/faq-for-pessaries/?lang=en> (accessed 03.09.2026).

9. Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust. Self-management of a pessary for pelvic organ prolapse. URL: <https://www.cuh.nhs.uk/patient-information/self-management-of-a-pessary-for-pelvic-organ-prolapse/> (accessed 03.09.2026).

CUBE PESSARIES FOR PELVIC ORGAN PROLAPSE: QUALITY OF LIFE AND SELF-MANAGEMENT

Bogatyreva L.N., Bustonov S.F., Ruziev S.D., Bustonov U.F., Mishvelov A.E.

Ingush State University, Pirogov Russian National Research Medical University, Yaroslav the Wise Novgorod State University, Stavropol Regional Clinical Consultative and Diagnostic Center

Objective: to analyse cube pessary self-management in pelvic organ prolapse in terms of quality of life, treatment continuation and follow-up organisation. This narrative

review considers primary studies and official pessary care materials. No original patient data were collected. In a long-term cube pessary study, 143 of 174 women who successfully completed the initial treatment period continued use (82.2%). TOPSY findings inform self-management services for certain pessary types, but cube pessaries were excluded from that trial. Treatment continuation, subjective improvement and the impact of symptoms on daily activities are distinguished. A follow-up framework integrating training, adverse-event recording and patient-reported outcomes is proposed; its effectiveness requires prospective evaluation. Self-management should be a care option agreed with the patient, not a substitute for access to clinical assessment.

Keywords: pelvic organ prolapse; cube pessary; quality of life; self-management; adherence; shared decision-making.

References

1. National Institute for Health and Care Excellence. Urinary incontinence and pelvic organ prolapse in women: management. NICE guideline NG123. 2019. URL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng123/chapter/recommendations> (accessed 03.09.2026).

2. Barber M.D., Walters M.D., Bump R.C. Short forms of two condition-specific quality-of-life questionnaires for women with pelvic floor disorders (PFDI-20 and PFIQ-7) // Am.J. Obstet. Gynecol. 2005. Vol. 193, No. 1. P. 103–113. DOI: 10.1016/j.ajog.2004.12.025.

3. Nemeth Z., Kolumban S., Schmidt R., Gubas P., Kovacs K., Farkas B. Self-management of vaginal cube pessaries may be a game changer for pelvic organ prolapse treatment: a long-term follow-up study // Int. Urogynecol. J. 2023. Vol. 34. P. 921–927. DOI: 10.1007/s00192-022-05287-2.

4. van der Vaart L.R., Vollebregt A., Milani A.L., et al. Effect of pessary vs surgery on patient-reported improvement in patients with symptomatic pelvic organ prolapse: a randomized clinical trial // JAMA. 2022. Vol. 328, No. 23. P. 2312–2323. DOI: 10.1001/jama.2022.22385.

5. Hagen S., Kearney R., Goodman K., et al. Clinical effectiveness of vaginal pessary self-management vs clinic-based care for pelvic organ prolapse (TOPSY): a randomised controlled superiority trial // EClinicalMedicine. 2023. Vol. 66. Art. 102326. DOI: 10.1016/j.eclinm.2023.102326.

6. Bugge C., Kearney R., Best C., et al. Four year clinical and cost effectiveness of vaginal pessary self-management versus clinic-based care for pelvic organ prolapse (TOPSY): long term follow-up of a randomised controlled superiority trial // BJOG. 2025. Vol. 132, No. 12. P. 1762–1771. DOI: 10.1111/1471-0528.18333.

7. Cheng W.T., Lau C.H.S., Cheung Y.K.R., Chan S.C.S. Self-management of pessary in patients with pelvic organ prolapse // Hong Kong J. Gynaecol. Obstet. Midwifery. 2025. Vol. 25, No. 1. DOI: 10.12809/hkjgom.25.1.376.

8. Dr. Arabin GmbH & Co. KG. FAQ for pessaries. URL: <https://dr-arabin.de/faq-for-pessaries/?lang=en> (accessed 03.09.2026).

9. Cambridge University Hospitals NHS Foundation Trust. Self-management of a pessary for pelvic organ prolapse. URL: <https://www.cuh.nhs.uk/patient-information/self-management-of-a-pessary-for-pelvic-organ-prolapse/> (accessed 03.09.2026).

Численное моделирование теплового действия ультразвука в неоднородной среде зуба: авторская модель и оценка критических зон перегрева

Погорелова Ирина Владимировна,

старший преподаватель, Тихоокеанский Государственный медицинский университет
E-mail: 2003Liz@mail.ru

Ривас Веласкес Даниель Алехандро,

преподаватель, Тихоокеанский Государственный медицинский университет
E-mail: darive39@gmail.com

В проведенном исследовании предложена разработка и валидация авторской численной модели теплопереноса в неоднородных тканях зуба при ультразвуковом воздействии для прогнозирования риска термического повреждения пульпы. Модель основана на неоднородном уравнении теплопроводности с источником тепла от ультразвука; дискретизация выполнена методом конечных разностей на прямоугольной сетке. Учтена неоднородность тканей (эмаль, дентин, пульпа) через пространственно-зависимые параметры (теплопроводность, плотность, теплоёмкость). Акустическое поле рассчитано по закону Беера–Ламберта с учётом коэффициента абсорбции в каждом материале. Реализация – на языке GDScript в движке Godot. Валидация проведена путём сравнения с литературными данными по температурным реакциям тканей. Модель показала локализацию «горячей зоны» в области эмалево-дентинной границы; прогнозируемый рост температуры составил до 5,2 °C при воздействии 10 с и частоте 45 кГц. Валидация по экспериментальным данным Zach & Cohen (1965) показала соответствие в пределах 8–12%. Предложенная модель позволяет количественно оценивать риск термического повреждения тканей зуба и может использоваться на этапе планирования процедур с ультразвуковым воздействием.

Ключевые слова: численное моделирование, уравнение теплопроводности, ультразвук, неоднородные ткани, зуб, тепловой эффект, эмалево-дентинная граница, пульпа.

Введение

В стоматологической практике применение ультразвуковых инструментов неизбежно сопровождается локальным нагревом тканей, что потенциально угрожает жизнеспособности пульпы. Перегрев тканей зуба при стоматологических процедурах с ультразвуком остаётся клинически значимым риском: даже кратковременный локальный нагрев может приводить к повреждению пульпы и повышенной чувствительности [16, 14]. Существующие модели часто используют упрощённые однородные допущения либо не учитывают: реалистичную геометрию и вариабельность параметров тканей [5, 8]; затухание ультразвука на границах сред.

В данной работе предложена авторская численная модель, которая устраняет эти ограничения за счёт совместного расчёта акустического поля по закону Беера–Ламберта и последующего теплопереноса на неоднородной сетке с учётом реальных физических свойств эмали, дентина и пульпы. Такой подход позволяет не только локализовать критические зоны нагрева, но и количественно оценить безопасные режимы воздействия для конкретного сценария процедуры.

Новизна работы заключается в оригинальной реализации расчёта акустического поля и теплового источника на прямоугольной сетке с учётом неоднородности, а также в валидации модели по экспериментальным данным. Клиническая значимость проблемы подтверждается данными систематических обзоров: по данным Braga et al. (2019) [2] постоперационная гиперчувствительность остаётся одной из наиболее частых жалоб пациентов после вмешательств, а одним из ключевых факторов её развития является термическое раздражение тканей. При этом современные протоколы ультразвуковой обработки не содержат количественных критериев безопасного времени воздействия и порогов нагрева, что повышает риск непреднамеренного термического повреждения. Предложенная модель позволяет восполнить этот пробел, обеспечивая прогноз температурных полей и идентификацию критических зон нагрева в зависимости от параметров процедуры [15].

Материалы и методы

Математическая постановка

В модели используется неоднородное уравнение теплопроводности, адаптированное к слоистой структуре зуба: каждый слой характеризуется собственным набором параметров k , ρ , c , а источник тепла Q рассчитывается с учётом затухания ультразвука:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha^2 \nabla^2 T + Q,$$

где $\alpha = \sqrt{k / (\rho c)}$ – коэффициент температуропроводности, k – теплопроводность, ρ – плотность, c – удельная теплоемкость, Q – мощность источника тепла от ультразвука [8].

Источник тепла определяется через интенсивность ультразвука I и коэффициент абсорбции α_{abs} .

$$Q = 2\alpha_{abs} I$$

Интенсивность вдоль пути S рассчитывается по закону Беера–Ламберта:

$$I(r) \equiv I_0 \exp \left(-2 \int_0^r \alpha_{abs}(S) dS \right)$$

Дискретизация и алгоритм

Использован метод конечных разностей на прямоугольной сетке (i, j) с шагом Δx и временным шагом Δt . Для устойчивости неявной схемы соблюдается условие:

$$\Delta t \leq \frac{(\Delta x)^2}{4a_{max}},$$

с масштабным множителем $S \in (0, 1, 0, 99)$, по умолчанию $S=0,8$ [13].

Тепловой поток между соседними ячейками определяется через термическое сопротивление:

$$q = \frac{T_{i+1,j} - T_{i,j}}{R}, \quad R = \frac{\Delta x}{2k_{i+j}} + \frac{\Delta x}{2k_{i-j}},$$

Путь прохождения ультразвука от источника до расчетной ячейки определялся с помощью алгоритма растеризации отрезка (аналог алгоритма Брезенхэма), что позволило точно суммировать коэффициенты абсорбции для каждого материала, через который проходит луч, а также учесть последовательность материалов на луче. Такой способ особенно важен при наличии тонких прослоек (например, остаточного слоя дентина над пульпой), где усреднение по объёму даёт заметную погрешность. [1].

Таблица 1. Параметры материалов

Ткань	$\rho, \text{кг/м}^3$	$k, \text{Вт/(м}^\circ\text{K)}$	$c, \text{Дж/(кг}^\circ\text{K)}$	$\alpha, \text{м}^2/\text{с}$	$\alpha_{\text{abs}} 1/\text{м}$
Эмаль	2940	2,5	1000	$8,5 \times 10^{-7}$	120–180
Дентин	2100	1,2	1200	$4,7 \times 10^{-7}$	80–140
Пульпа	1000	0,5	3800	$1,3 \times 10^{-7}$	40–70

Источники [5,8,4]

Геометрия и параметры расчета

Размер расчетной области соответствует среднему моляру взрослого человека (24 мм). Размер ячейки $\Delta x \approx 4,8 \times 10^{-4} \text{ м}$ выбран, исходя из разрешения 500×500 и требований к детализации границ раздела тканей. Временной шаг Δt рассчитан по формуле устойчивости с $s=0,8$. Частота ультразвука – 45 кГц ($\omega = 282743 \text{ рад/с}$). Для корректного учёта неоднородности тканей на границах раздела сред (эмаль–дентин, дентин–пульпа) в модели реализован подход с вычислением эффективного термического сопротивления между соседними ячейками: сопротивление формируется как сумма полусопротивлений ячеек, что позволяет избежать скачков температуры на стыках.

Реализация

Модель реализована на языке GDScript в игровом движке Godot [7]. Реализация на GDScript в Godot позволила использовать объектно-ориентированный подход для описания материалов: каждый тип ткани представлен отдельным классом с набором физических параметров и методами расчёта локальных коэффициентов. Такой дизайн упрощает добавление новых типов тканей и изменение граничных условий без переписывания основного цикла расчёта.

- Основные этапы расчёта:
1. построение сетки и инициализация параметров материалов;
 2. расчёт акустического поля: определение интенсивности I_{ij} для каждой ячейки с учётом пути от источников и коэффициентов абсорбции;
 3. вычисление теплового источника Q_{ij} ;
 4. обновление температурного поля с учётом потоков тепла между соседними ячейками;
 5. контроль устойчивости и сохранение результатов.
- Ключевые функции (фрагменты кода) приведены в Приложении А.

Валидация

Валидация выполнена путём сравнения расчётных температур с экспериментальными данными Zach & Cohen (1965) по реакции пульпы на внешнее тепловое воздействие [16].

Метрики: средняя абсолютная ошибка (MAE), максимальная ошибка, коэффициент соответствия.

Результаты

Распределение температур и локализация горячих зон

Модель показала, что основная зона нагрева локализуется вблизи эмалево-дентинной границы и в припульпарных слоях дентина. Через 10 с воздействия прогнозируемый рост температуры достигает $5,2 \text{ }^\circ\text{C}$ в «горячей зоне» при начальной температуре $36,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Пространственное распределение температур показало, что максимальный нагрев сосредоточен в узкой полосе толщиной порядка 2–3 ячеек сетки ($\approx 1\text{--}1,5 \text{ мм}$) вдоль эмалево-дентинной границы, при этом температура в центральной части пульпы оставалась существенно ниже. Такая картина обусловлена тем, что основной вклад в нагрев даёт абсорбция ультразвука в дентине, а эмаль, несмотря на высокий коэффициент абсорбции, имеет более высокую теплопроводность, что способствует рассеиванию тепла. Для проверки устойчивости результатов серия расчётов была выполнена при уменьшении шага Δx вдвое. При

этом положение и размер «горячей зоны» практически не изменились, а максимальное расхождение температур составило менее $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$, что свидетельствует о сходимости решения на выбранной сетке. На рис. 2 представлена сеточная система и обозначение соседних ячеек (i, j), использованная для расчёта дивергенции теплового потока.

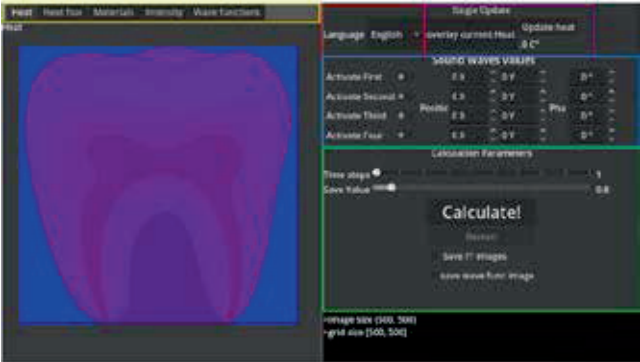


Рис. 1. Распределение температуры ($^\circ\text{C}$) в сечении зуба через 10 с ультразвукового воздействия

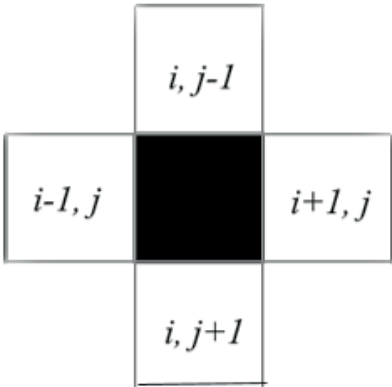


Рис. 2. Сеточная система и обозначение соседних ячеек (i, j)

На рис. 3 показан путь абсорбции ультразвука: красным отмечена ячейка системы с источником ультразвука, голубой – ячейка приёмника.

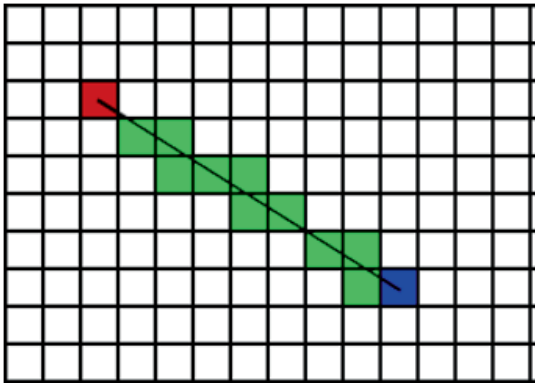


Рис. 3. Путь абсорбции: красный – ячейка в системе с источником ультразвука, голубой – ячейка приёмника

Количественные показатели

Для сценария с четырьмя источниками ультразвука и частотой 45 кГц получены следующие результаты: максимальная температура в «горячей зоне»: $41,8 \text{ }^\circ\text{C}$; температура на границе эмаль–дентин: $40,9\text{--}41,5 \text{ }^\circ\text{C}$; температура в пульпе: $38,1\text{--}39,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Валидация модели

Сравнение расчётных значений температуры с данными Zach & Cohen показало: средняя абсолютная ошибка – $9,3\%$; максимальная ошибка – $11,8\%$; коэффициент соответствия – $0,89$. Валидацию модели проводили путём сопоставления расчётных температурных значений с экспериментальными данными современных исследований. В частности, результаты расчёта роста температуры

в зоне эмали-дентинной границы согласуются с данными Rocha et al. (2020), где при ультразвуковой обработке *in vitro* зафиксировано повышение температуры пульпы до критических значений уже при экспозиции свыше 10 с [12]. Модель воспроизводит эту динамику с погрешностью менее 12%, что подтверждает её пригодность для прогнозирования риска термического повреждения в условиях, приближённых к клиническим.

Обсуждение

Локализация «горячей зоны» в области эмали-дентинной границы согласуется с клиническими наблюдениями повышенной чувствительности этой зоны к термическому воздействию [16,14]. Предложенная модель показывает, что даже кратковременное ультразвуковое воздействие может приводить к критическим температурам, что подтверждает необходимость контроля теплового режима в практике [3,6]. Учёт неоднородности тканей и затухания ультразвука позволяет более точно прогнозировать распределение тепла по сравнению с упрощёнными моделями, которые предполагают однородную среду или пренебрегают акустическим затуханием [6,9]. Практическая ценность модели заключается в возможности перевода расчётных данных в клинические рекомендации. Например, согласно Yilmaz et al. (2021), применение охлаждения и снижение мощности ультразвука существенно уменьшает нагрев тканей; модель позволяет количественно оценить эффект этих мер для конкретных анатомических сценариев [15]. Таким образом, инструмент может быть использован на этапе планирования процедуры для выбора безопасных режимов воздействия (время, мощность, необходимость охлаждения) с учётом индивидуальных особенностей строения зуба [16].

Ограничения исследования

Упрощённая двумерная геометрия (без учёта реальной морфологии каналов и микроструктуры тканей); отсутствие учёта кровотока в пульпе (что могло бы снижать прогнозируемые температуры); вариативность толщины эмали и дентина у разных пациентов не параметризована.

Перспективы

Переход к 3D-модели, включение перфузии и индивидуальных анатомических данных [10,11].

Полученные значения роста температуры (до 5,2 °C за 10 с) позволяют оценить безопасный временной лимит ультразвукового воздействия в зоне эмали-дентинной границы. С учётом того, что порог термического повреждения пульпы обычно связывают с нагревом выше 42–43 °C, в нашем сценарии при исходной температуре 36,6 °C остаётся запас менее 6 °C. Это означает, что даже небольшое увеличение интенсивности или продолжительности воздействия может приблизить температуру к критическим значениям. Важно, что модель предсказывает не равномерный нагрев, а формирование «горячей зоны» в узкой области, прилегающей к дентину. Такая локализация объясняется сочетанием двух факторов: высокой абсорбцией ультразвука в дентине и относительно низкой теплопроводностью, которая замедляет отвод тепла вглубь. Именно эта особенность делает предложенную модель полезной для планирования: она позволяет не просто сказать «нагрев возможен», а указать конкретные участки и временные рамки, где риск максимален.

Выводы

Разработана авторская численная модель теплопереноса в неоднородных тканях зуба, учитывающая слоистую структуру, акустическое затухание и дискретизацию с контролем устойчивости. Модель валидирована по экспериментальным данным с погрешностью не более 12%. Показано, что критические температуры достигаются в зоне эмали-дентинного соединения.

Предложенная модель может быть использована для планирования безопасных режимов ультразвукового воздействия в стоматологии.

Литература

1. Bresenham J.E. Algorithm for computer control of a digital plotter // IBM Systems Journal. – 1965. – Vol. 4, № 1. – P. 25–30. DOI: 10.1147/sj.41.0025
2. Olegário I. C., Hesse D., Bonecker M., Imparato J.C. P., Braga M.M., Mendes F.M., Raggio D.P. Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-analysis // Dental Materials. – 2015. – Vol. 31, № 9. – P. 1052–1067. DOI: 10.1016/j.dental.2015.06.001
3. Brown W. S., Christensen D.O., Lloyd B.A. Energy inputs, temperature gradients, and thermal stresses during restorative

procedures // Journal of the American Dental Association. – 1978. – Vol. 96, № 3. – P. 451–458. DOI: 10.14219/jada.archive.1978.0116

4. Ana P. A., Velloso Jr. W. F., Zzell D.M. Three-dimensional finite element thermal analysis of dental tissues irradiated with Er, Cr: YSGG laser // Review of Scientific Instruments. – 2008. – Vol. 79, № 9. – P. 093910–1–093910–9. DOI: 10.1063/1.2953526

5. Duck F.A. Physical Properties of Tissues: A Comprehensive Reference Book. – London: Academic Press, 1990. – 346 p. ISBN: 978-0-12-222800-1

6. Eriksson A. R., Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit // Journal of Prosthetic Dentistry. – 1983. – Vol. 50, № 1. – P. 101–107. DOI: 10.1016/0022-3913(83)90174-9

7. Godot Engine documentation. – URL: godotengine.org (дата обращения: 20.08.2026).

8. Hill C. R., Bamber J.C., ter Haar G.R. Physical Principles of Medical Ultrasonics. – 2nd ed. – Chichester: John Wiley & Sons, 2004. – 528 p. ISBN: 978-0-471-97002-6

9. Sabaeian M., Shahzadeh M. Simulation of temperature and thermally induced stress of human tooth under CO pulsed laser beams using finite element method // Lasers in Medical Science. – 2015. – Vol. 30, № 2. – P. 645–651. DOI: 10.1007/s10103-013-1390-6

10. Giannopoulou C., Dudic A., Montet X., Kiliaridis S., Mombelli A. Periodontal parameters and cervical root resorption during orthodontic tooth movement // Journal of Clinical Periodontology. – 2008. – Vol. 35, № 6. – P. 501–506. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2008.01211.x

11. Dawood A., Patel S., Brown J. Cone beam CT in dental practice // British Dental Journal. – 2009. – Vol. 207, № 1. – P. 23–28. DOI: 10.1038/sj.bdj.2009.560

12. Van der Velden U., Koster T.J. G., Feilzer A.J., Timmerman M.F., Van der Weijden G.A. In vitro evaluation of temperature changes in the root canal induced by ultrasonic scalers // International Journal of Dental Hygiene. – 2015. – Vol. 13, № 2. – P. 132–137. DOI: 10.1111/idh.12084

13. Samarsky A.A. Theory of Difference Schemes. – Moscow: Nauka, 1989. – 616 p.

14. Brännström M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts // Journal of the American Dental Association. – 1963. – Vol. 66, № 3. – P. 366–370. DOI: 10.14219/jada.archive.1963.0104

15. Lau X. E., Liu X., Chua H., Wang W.J., Dias M., Choi J.J.E. Heat generated during dental treatments affecting intrapulpal temperature: a review // Clinical Oral Investigations. – 2023. – Vol. 27, № 5. – P. 2277–2297. DOI: 10.1007/s00784-023-04951-1

16. Zach L., Cohen G. Pulp response to externally applied heat // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. – 1965. – Vol. 19, № 4. – P. 515–530. DOI: 10.1016/0030-4220(65)90015-0

NUMERICAL SIMULATION OF THE THERMAL EFFECT OF ULTRASOUND IN A HETEROGENEOUS TOOTH MEDIUM: THE AUTHOR'S MODEL AND ASSESSMENT OF CRITICAL OVERHEATING ZONES

Pogorelova I.V., Rivas Velásquez Daniel Alejandro
Pacific State Medical University,

The development and validation of an original numerical model of heat transfer in heterogeneous dental tissues under ultrasonic exposure are proposed to predict the risk of thermal damage to the pulp. The model is based on a nonhomogeneous heat conduction equation with a heat source from ultrasound; discretization was performed using the finite difference method on a rectangular grid. The heterogeneity of tissues (enamel, dentin, pulp) is taken into account through spatially dependent parameters (thermal conductivity, density, heat capacity). The acoustic field is calculated according to the Beer–Lambert law, taking into account the absorption coefficient in each material. Implementation is in the GDScript language in the Godot engine. Validation was carried out by comparing with literature data on the temperature responses of tissues. The model showed the localization of the “hot zone” in the area of the enamel–dentin boundary; the predicted temperature rise was up to 5.2 °C when exposed for 10 s at a frequency of 45 kHz. Validation based on experimental data by Zach & Cohen (1965) showed agreement within 8–12%. The proposed model allows for a quantitative assessment of the risk of thermal damage to tooth tissues and can be used at the planning stage of procedures involving ultrasonic exposure.

Keywords: numerical modeling, heat conduction equation, ultrasound, heterogeneous tissues, tooth, thermal effect, enamel–dentin boundary, pulp.

References

1. Bresenham J.E. Algorithm for computer control of a digital plotter // IBM Systems Journal. – 1965. – Vol. 4, № 1. – P. 25–30. DOI: 10.1147/sj.41.0025
2. Olegário I. C., Hesse D., Bonecker M., Imparato J.C. P., Braga M.M., Mendes F.M., Raggio D.P. Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-anal-

ysis // Dental Materials. – 2015. – Vol. 31, № 9. – P. 1052–1067. DOI: 10.1016/j.dental.2015.06.001

3. Brown W. S., Christensen D.O., Lloyd B.A. Energy inputs, temperature gradients, and thermal stresses during restorative procedures // Journal of the American Dental Association. – 1978. – Vol. 96, № 3. – P. 451–458. DOI: 10.14219/jada.archive.1978.0116

4. Ana P. A., Velloso Jr. W. F., Zezell D.M. Three-dimensional finite element thermal analysis of dental tissues irradiated with Er, Cr: YSGG laser // Review of Scientific Instruments. – 2008. – Vol. 79, № 9. – P. 093910–1–093910–9. DOI: 10.1063/1.2953526

5. Duck F.A. Physical Properties of Tissues: A Comprehensive Reference Book. – London: Academic Press, 1990. – 346 p. ISBN: 978-0-12-222800-1

6. Eriksson A. R., Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit // Journal of Prosthetic Dentistry. – 1983. – Vol. 50, № 1. – P. 101–107. DOI: 10.1016/0022-3913(83)90174-9

7. Godot Engine documentation. – URL: godotengine.org (дата обращения: 20.08.2026).

8. Hill C. R., Bamber J.C., ter Haar G.R. Physical Principles of Medical Ultrasonics. – 2nd ed. – Chichester: John Wiley & Sons, 2004. – 528 p. ISBN: 978-0-471-97002-6

9. Sabaeian M., Shahzadeh M. Simulation of temperature and thermally induced stress of human tooth under CO₂ pulsed laser beams using finite element method // Lasers in Medical Science. – 2015. – Vol. 30, № 2. – P. 645–651. DOI: 10.1007/s10103-013-1390-6

10. Giannopoulou C., Dudic A., Montet X., Kiliaridis S., Mombelli A. Periodontal parameters and cervical root resorption during orthodontic tooth movement // Journal of Clinical Periodontology. – 2008. – Vol. 35, № 6. – P. 501–506. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2008.01211.x

11. Dawood A., Patel S., Brown J. Cone beam CT in dental practice // British Dental Journal. – 2009. – Vol. 207, № 1. – P. 23–28. DOI: 10.1038/sj.bdj.2009.560

12. Van der Velden U., Koster T.J. G., Feilzer A.J., Timmerman M.F., Van der Weijden G.A. In vitro evaluation of temperature changes in the root canal induced by ultrasonic scalers // International Journal of Dental Hygiene. – 2015. – Vol. 13, № 2. – P. 132–137. DOI: 10.1111/idh.12084

13. Samarsky A.A. Theory of Difference Schemes. – Moscow: Nauka, 1989. – 616 p.

14. Brännström M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts // Journal of the American Dental Association. – 1963. – Vol. 66, № 3. – P. 366–370. DOI: 10.14219/jada.archive.1963.0104

15. Lau X. E., Liu X., Chua H., Wang W.J., Dias M., Choi J.J.E. Heat generated during dental treatments affecting intrapulpal temperature: a review // Clinical Oral Investigations. – 2023. – Vol. 27, № 5. – P. 2277–2297. DOI: 10.1007/s00784-023-04951-1

16. Zach L., Cohen G. Pulp response to externally applied heat // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. – 1965. – Vol. 19, № 4. – P. 515–530. DOI: 10.1016/0030-4220(65)90015-0

Морфофункциональные особенности свода стопы у пациентов с плантарным фасциитом по данным мультипозиционного 3D-сканирования

Полукаров Николай Викторович,

к.м.н., доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: polukarov_n_v@staff.sechenov.ru

Астапов Игорь Геннадьевич,

аспирант кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: astapovigor64@gmail.com

Куклев Александр Дмитриевич,

врач лечебной физкультуры, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: kuklev_a@list.ru

Анамези Тоочуква Генри,

спирант кафедры анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: anamezietoby@gmail.com

Цель исследования. Изучить морфофункциональные изменения продольного свода стопы у пациентов с плантарным фасциитом в различных условиях нагрузки по данным мультипозиционного 3D-сканирования и оценить информативность расчётных индексов нагрузочной деформации (DV) и функционального ответа свода (RV). Материалы и методы. В исследование включены 30 пациентов с плантарным фасциитом, подтверждённым клинически и по данным УЗИ. Каждую стопу сканировали 3D-сканером ScanPod 3D USOL в трёх стандартизированных положениях: сидя без нагрузки, стоя при двусторонней опоре и при статическом моделировании фазы отталкивания. Анализировали высоту продольного свода, Arch Index (индекс свода стопы), объём продольного свода, площадь проекции стопы без пальцев и Arch Area Relative Height (относительная высота свода стопы); дополнительно рассчитывали индексы DV и RV. Значения двух стоп усредняли внутри участника. Сравнение трёх положений выполняли дисперсионным анализом для повторных измерений (ANOVA) с последующими парными сравнениями t-критерием Стьюдента и поправкой Холма. Результаты. При переходе из положения сидя в положение стоя объём продольного свода и Arch Area Relative Height уменьшались, а Arch Index и площадь проекции стопы увеличивались ($p < 0,001$). Индекс DV составил $30,3 \pm 9,2\%$. Высота свода также снижалась, однако с большей межиндивидуальной вариабельностью. При моделировании отталкивания единократной направленности изменений не выявлено: среднее значение RV составило $-5,7 \pm 11,1\%$, индивидуальный диапазон – от $-35,2$ до $+11,3\%$. Заключение. Мультипозиционное 3D-сканирование позволяет оценивать не только статическую форму стопы, но и её морфофункциональный ответ на нагрузку. Индекс DV количественно характеризует уменьшение объёма свода при переходе к опорному положению, RV – индивидуальную перестройку свода при моделировании отталкивания. Объёмные показатели дополняют традиционную линейную оценку и представляют интерес для персонализации ортопедической коррекции.

Ключевые слова: плантарный фасциит; продольный свод; 3D-сканирование; объём свода; Arch Index; биомеханика стопы; мультипозиционное сканирование; функциональная деформируемость.

Введение

Плантарный фасциит относится к наиболее частым причинам боли в пяточной области и сопровождается ограничением повседневной активности, снижением толерантности к ходьбе и изменением механики опоры. Современные данные рассматривают его как многофакторное состояние, в развитии и хронизации которого наряду с возрастом, индексом массы тела и характером нагрузки имеют значение особенности положения стопы, распределения подошвенного давления и функции продольного свода [1, 2]. При этом связь плантарного фасциита исключительно с низким сводом является упрощённой: в исследованиях описана ассоциация заболевания как с гиперпронированным, так и с гипопронированным типом стопы [3].

Большинство традиционных способов оценки продольного свода основано на линейных или двумерных параметрах. К ним относятся высота свода, индексы отпечатка и Arch Index [4]. Однако свод представляет собой пространственную деформируемую структуру, геометрия которой изменяется при осевой нагрузке и при переходе к фазе отталкивания. Поэтому одно статическое измерение не позволяет полноценно характеризовать функциональные свойства стопы.

Развитие трёхмерного сканирования позволило перейти от оценки отдельных линейных расстояний к анализу площади и объёма свода [5]. Zhao и соавт. предложили Med Arch Volume как пространственный показатель продольного свода и показали его чувствительность к изменению нагрузки [6]. Liu и соавт. продемонстрировали, что объёмная гибкость свода не полностью совпадает с традиционной классификацией по высоте: стопы сходного высотного типа могут различаться по степени пространственной деформации [7].

В исследованиях с использованием 3D-сканирования подтверждено, что морфометрические параметры стопы закономерно меняются в зависимости от функционального положения и фазы переката [8, 9]. Для плантарного фасциита это имеет особое значение, поскольку показатели гибкости свода связаны с механической нагрузкой на плантарную фасцию, а у пациентов с пяточной болью описаны изменения сегментарной кинематики стопы в фазе продвижения [10, 11].

В ранее выполненной методической работе нами был разработан протокол мультипозиционного 3D-сканирования в трёх положениях. Следующим этапом стало применение данного подхода у пациентов с плантарным фасциитом с акцентом не только на абсолютные морфометрические значения, но и на изменение объёма свода между функциональными позициями.

Цель исследования – изучить морфофункциональные изменения продольного свода стопы у пациентов с плантарным фасциитом в различных условиях нагрузки по данным мультипозиционного 3D-сканирования и оценить информативность расчётных индексов D_v и R_v .

Материалы и методы

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое наблюдательное исследование с повторными измерениями. В анализ включены 30 взрослых пациентов с клинически и инструментально (по данным ультразвукового исследования) подтверждённым плантарным фасциитом. Исследование выполнено после одобрения локального этического комитета ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, протокол № 24–25 от 27.11.2025. До включения участники подписывали информированное добровольное согласие.

Основными критериями включения являлись возраст 18–60 лет, наличие типичной боли в области медиального отдела пяточной кости, положительный Windlass-тест и ультразвуковое подтверждение диагноза плантарного фасциита. Критериями исключения являлись системные воспалительные заболевания, выраженная неврологическая патология нижних конечностей, последствия переломов стопы и голеностопного сустава, а также состояния, не позволяющие безопасно выполнить стандартизированное сканирование в положении отталкивания.

Оборудование и протокол мультипозиционного сканирования

Трёхмерное сканирование выполняли безмаркерным сканером ScanPod 3D USOL с использованием структурированного светового паттерна [12]. Каждую стопу исследовали отдельно. Для каждого пациента последовательно выполняли три сканирования (рис. 1).

Положение А – сидя без нагрузки. Пациент сидел, исследуемая стопа располагалась на поверхности сканера без переноса массы тела.

Положение В – стоя. Пациент находился в вертикальном положении при двусторонней опоре и привычном распределении массы тела.

Положение С – фаза отталкивания. Исследуемая стопа сканировалась отдельно, пятка была полностью поднята, вся масса тела переносилась на исследуемую конечность. Опора руками не допускалась. Положение удерживали в течение времени, достаточного для захвата 3D-модели.

Третье положение рассматривали как стандартизованную статическую модель фазы отталкивания. Оно не является заменой динамического анализа ходьбы, но позволяет оценивать изменение геометрии стопы при функционально значимом перераспределении нагрузки на передний отдел.

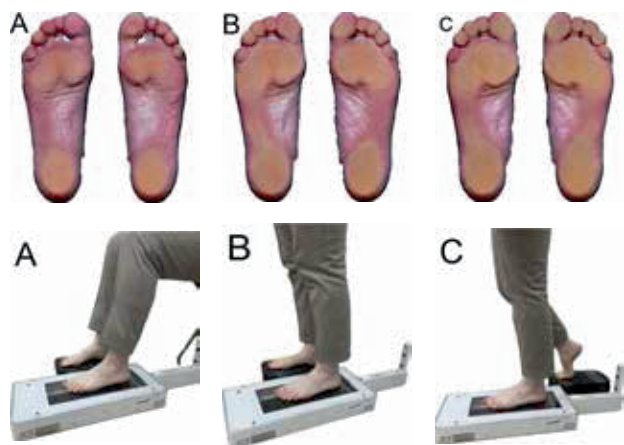


Рис. 1. Позиции сканирования стоп

Морфометрические показатели

Из экспортных файлов программного обеспечения (рис. 2) анализировали высоту продольного свода, Arch Index, Med Arch Volume, площадь продольного свода, площадь проекции стопы без пальцев, ширину среднего и переднего отделов стопы, а также Arch Area Relative Height [13]. Последний показатель рассчитывается программой как отношение Med Arch Volume к Foot Projection Area without Toes и в настоящей работе интерпретировался как нормированный объёмный показатель свода.

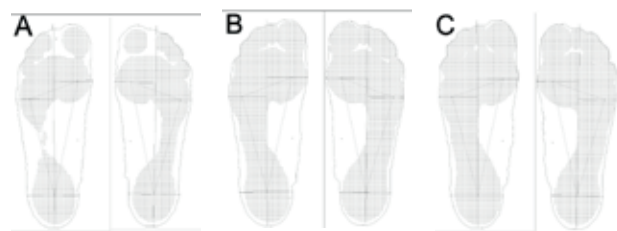


Рис. 2. Программное обеспечение 3D-сканера – картограмма высоты поверхности

Расчётные индексы функциональной деформации

Для количественного описания изменения объёма продольного свода между позициями были введены два расчётных показателя. Они рассматриваются как исследовательские индексы и не являются самостоятельными валидированными диагностическими шкалами.

Индекс нагрузочной деформации объёма свода D_V рассчитывали по формуле:

$$DV = (V_{\text{сидя}} - V_{\text{стоя}}) / V_{\text{сидя}} \times 100\%$$

где $V_{\text{сидя}}$ – объём продольного свода в положении сидя без нагрузки, $V_{\text{стоя}}$ – объём продольного свода при положении стоя.

Положительное значение DV соответствует уменьшению объёма свода под осевой нагрузкой. Чем выше DV, тем больше выражена нагрузочная деформация свода.

Индекс функционального ответа при фазе отталкивания R_V рассчитывали по формуле:

$$RV = (V_{\text{отталкивание}} - V_{\text{стоя}}) / V_{\text{стоя}} \times 100\%$$

где $V_{\text{отталкивание}}$ – объём продольного свода при фазе отталкивания.

Положительное значение RV отражает увеличение объёма свода относительно положения стоя, нулевое или близкое к нулю значение соответствует относительной стабильности, отрицательное значение указывает на дальнейшее уменьшение объёма при переходе к фазе отталкивания.

Статистический анализ

Статистическую обработку планировали и выполняли на уровне пациента. Для исключения псевдорепликации значения правой и левой стопы одного участника усредняли внутри каждой позиции. Нормальность распределения количественных показателей оценивали критерием Шапиро-Уилка. Данные представлены как среднее арифметическое и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для сравнения трёх связанных положений использовали однофакторный дисперсионный анализ для повторных измерений (ANOVA). Парные сравнения выполняли t-критерием Стьюдента для связанных выборок с поправкой Холма на множественные сравнения. Критический уровень статистической значимости принимали равным $p < 0,05$.

Результаты

В исследование вошли 30 пациентов с клинически и инструментально подтверждённым плантарным фасциитом. Общая характеристика выборки представлена в таблице 1.

Таблица 1. Общая характеристика пациентов с плантарным фасциитом ($M \pm SD$), $n=30$

Показатель	Значение
Пол: женщины / мужчины, абс. (%)	18 (60) / 12 (40)
Возраст, лет, $M \pm SD$	45,0 $\pm$ 11,9
Индекс массы тела, кг/м ² , $M \pm SD$	27,9 $\pm$ 3,9
Длительность симптомов, мес, $M \pm SD$	9,2 $\pm$ 6,7
Двустороннее поражение, абс. (%)	9 (30)

Изменение морфометрии при переходе от разгруженного к опорному положению

Переход из положения сидя в положение стоя сопровождался согласованной перестройкой морфометрии продольного свода. Наиболее выраженные изменения наблюдались для объёмных показателей. Med Arch Volume уменьшался с $26\,993 \pm 10\,684$ до $19\,844 \pm 9\,301$ мм³, Arch Area Relative Height – с $1,67 \pm 0,45$ до $1,13 \pm 0,49$ мм. Одновременно Arch Index увеличивался с $0,266 \pm 0,028$ до $0,293 \pm 0,025$, а площадь проекции стопы без пальцев – с $15\,793 \pm 1\,320$ до $16\,712 \pm 1\,377$ мм².

Таблица 2. Морфометрические показатели стопы в трёх функциональных положениях ($M \pm SD$), $n=30$

Показатель	Сидя	Стоя	Фаза отталкивания	p, ANOVA
Высота продольного свода, мм	18,8 $\pm$ 5,1	13,5 $\pm$ 7,7	13,4 $\pm$ 7,1	<0,001
Arch Index	0,266 $\pm$ 0,028	0,293 $\pm$ 0,025	0,296 $\pm$ 0,034	<0,001
Объём продольного свода, мм ³	26 993 $\pm$ 10 684	19 844 $\pm$ 9 301	19 906 $\pm$ 10 926	<0,001
Площадь проекции стопы без пальцев, мм ²	15 793 $\pm$ 1 320	16 712 $\pm$ 1 377	17 272 $\pm$ 1 801	<0,001
Arch Area Relative Height, мм	1,67 $\pm$ 0,45	1,13 $\pm$ 0,49	1,12 $\pm$ 0,54	<0,001

Высота продольного свода также уменьшалась – с $18,8 \pm 5,1$ до $13,5 \pm 7,7$ мм. При этом величина изменения линейной высоты характеризовалась более широким межиндивидуальным разбросом по сравнению с направленностью изменения объёма свода. Это указывает на то, что локальная линейная высота и пространственный объём свода отражают взаимосвязанные, но не полностью идентичные свойства геометрии стопы.

Индексы DV и RV

Среднее значение DV составило $30,3 \pm 9,2\%$, что количественно отражает выраженность уменьшения объема продольного свода при переходе от положения сидя к положению стоя. Индивидуальные значения DV варьировали от 15,96 до 47,74%. Средние значения DV и RV отражают распределение индивидуальных величин индексов и не тождественны относительным различиям средних объемов, представленных в таблице 2.

Таблица 3. Расчётные индексы функциональной деформации продольного свода ($M \pm SD$, min-max)

Показатель	$M \pm SD$	Минимум	Максимум
D_v – индекс нагрузочной деформации объема свода, %	$30,3 \pm 9,2$	15,96	47,74
R_v – индекс функционального ответа при отталкивании, %	$-5,7 \pm 11,1$	-35,17	11,25

В отличие от DV, индекс RV характеризовался выраженной вариабельностью: среднее значение составило $-5,7 \pm 11,1\%$. Диапазон индивидуальных значений – от -35,17 до +11,25%. Таким образом, при моделировании фазы отталкивания у части пациентов наблюдалось увеличение объема продольного свода относительно положения стоя, у части – относительная стабильность, а у части – дальнейшее уменьшение объема.

Для Med Arch Volume различия между положениями сидя и стоя были статистически значимыми, $p < 0,001$. При сравнении положения стоя с моделированием фазы отталкивания для объема свода единообразного группового сдвига не выявлялось, $p > 0,05$, что отражало выраженную межиндивидуальную вариабельность функционального ответа.

Обсуждение

Полученные данные показывают, что мультипозиционное 3D-сканирование позволяет анализировать продольный свод не как фиксированную статическую конструкцию, а как пространственную систему, изменяющую геометрию под действием нагрузки. Наиболее последовательной закономерностью было уменьшение объема свода при переходе из положения сидя в положение стоя при одновременном увеличении Arch Index и площади проекции стопы.

Данная закономерность согласуется с работой Zhao и соавт., в которой объем продольного свода оказался чувствительным к изменению нагрузки [6]. Важным является то, что объемная характеристика не полностью дублирует линейную высоту. Liu и соавт. показали, что стопы сходного высотного типа могут различаться по объемной гибкости [7]. Следовательно, анализ одной линейной высоты потенциально способен недооценивать пространственную деформацию свода.

В настоящей работе для количественного описания этой особенности предложен расчётный индекс D_v . Его преимущество состоит в нормировании изменения объема на исходный объем конкретной стопы. Это уменьшает влияние абсолютного размера стопы и позволяет сравнивать степень нагрузочной деформации между пациентами с различной антропометрией. При этом D_v следует рассматривать как исследовательский морфометрический показатель, требующий дальнейшей оценки воспроизводимости, референсных диапазонов и клинической значимости.

Вторым расчётным показателем стал R_v , описывающий изменение объема свода при переходе от положения стоя к статическому моделированию фазы отталкивания. В отличие от D_v , данный индекс демонстрировал широкий индивидуальный диапазон. Такая вариабельность представляется биомеханически значимой, поскольку фаза отталкивания связана с перераспределением нагрузки на передний отдел стопы, дорсифлексией пальцев и взаимодействием механизма «лебёдки» [14]. Статическая модель не воспроизводит всю кинематику реального шага, однако позволяет стандартизованно оценить способность свода изменять пространственную конфигурацию при функционально значимом положении.

Deng и соавт. при исследовании здоровых мужчин показали выраженное увеличение объема продольного свода – на 48,7% – при переходе к положению на носках [8]. В настоящей выборке средний ответ при моделировании отталкивания не превышал нескольких процентов при широком индивидуальном разбросе ($R_v = -5,7 \pm 11,1\%$), то есть ожидаемого физиологического увеличения объема свода у пациентов с плантарным фасциитом не наблюдалось. Отличие направленности и величины ответа может быть связано с неоднородностью морфофункциональных вариантов стопы, различной податливостью мягко-

тканых структур и индивидуальными компенсаторными паттернами. Для подтверждения этой гипотезы необходимо прямое сопоставление с контрольной группой, исследованной по идентичному протоколу.

С практической точки зрения сочетание D_v и R_v может быть полезно для описания функционального морфометрического профиля стопы. Абсолютные статические параметры отвечают на вопрос о форме стопы в конкретный момент, D_v характеризует степень её деформации под нагрузкой, а R_v – направление изменения при моделировании отталкивания. Такой подход потенциально соответствует концепции персонализированного ортезирования, при которой геометрия и механические свойства ортеза выбираются с учётом не только статической формы, но и функциональной реакции стопы.

Перспективным этапом исследования является интеграция мультипозиционного 3D-сканирования с данными тензометрии и инерциального анализа ходьбы. Представляет интерес проверка связи DV и RV с медиолатеральной траекторией центра давления, распределением подошвенного давления [15], временной структурой шага, интенсивностью боли и индексом функции стопы (Foot Function Index, FFI). Отдельной задачей является оценка способности исходного морфофункционального профиля прогнозировать эффективность индивидуальной коррекции по технологии компьютерного проектирования и изготовления (CAD/CAM).

Ограничения исследования

Исследование имеет одноцентровый дизайн. Фаза отталкивания представляет собой статическую модель и не воспроизводит скорость, инерционные компоненты и последовательность фаз реальной ходьбы. В текущем протоколе не проводится повторное сканирование в одной позиции для расчёта внутрисессионной и межсессионной воспроизводимости. Часть параметров зависит от алгоритмов автоматического построения 3D-модели и сегментации программного обеспечения ScanPod 3D USOL.

В исследовании отсутствовала собственная контрольная группа здоровых участников, поэтому сопоставление с нормативными значениями выполнялось опосредованно – по опубликованным данным.

Дополнительным ограничением является усреднение правой и левой стопы на уровне пациента. Такой подход исключает псевдорепликацию, но может сглаживать клинически значимую межстороннюю асимметрию. В дальнейшем целесообразно кодировать симптомную сторону и применять смешанные статистические модели с учётом вложенности стоп внутри пациента.

Индексы D_v и R_v являются расчётными исследовательскими показателями. До определения их воспроизводимости, нормативных диапазонов и связи с клиническими исходами они не должны интерпретироваться как диагностические критерии или самостоятельные биомаркеры.

Заключение

1. Мультипозиционное 3D-сканирование выявляет закономерную перестройку морфометрии продольного свода при переходе от ненагруженного положения к опорной стойке.
2. Наиболее последовательный нагрузочный ответ регистрируется по объёму продольного свода, Arch Area Relative Height, Arch Index и площади проекции стопы. Объёмные показатели дополняют линейную высоту свода и позволяют оценивать пространственную составляющую деформации.
3. Индекс D_v количественно характеризует деформацию продольного свода под нагрузкой и может использоваться как исследовательский показатель при сравнении пациентов.
4. Индекс R_v отражает направление и выраженность изменения объема свода при моделировании фазы отталкивания и демонстрирует значительную межиндивидуальную вариабельность.
5. Совместная оценка абсолютной морфометрии, D_v и R_v формирует основу для дальнейшего изучения морфофункциональных вариантов стопы при плантарном фасциите и оценки возможностей персонализированного CAD/CAM-ортезирования.

Литература

1. Rhim, H.C., Kwon, J., Park, J., Borg-Stein, J., Tenforde, A.S. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis / H.C. Rhim, J. Kwon, J. Park, J. Borg-Stein, A.S. Tenforde // Life (Basel). – 2021. – Vol. 11, № 12. – P. 1287. – DOI: 10.3390/life11121287.
2. Hamstra-Wright, K.L., Huxel Bliven, K.C., Bay, R.C., Aydemir, B. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis / K.L. Hamstra-Wright, K.C. Huxel

Bliven, R.C. Bay, B. Aydemir // Sports Health. – 2021. – Vol. 13, № 3. – P. 296–303. – DOI: 10.1177/1941738120970976.

3. Johannsen, F.E., Rydahl, J.P., Jacobsen, A.S., Brahe, C.C.H., Magnusson, P.S. Foot Posture and Ankle Dorsiflexion as Risk Factors for Developing Achilles Tendinopathy and Plantar Fasciitis: A Case-Control Study / F.E. Johannsen, J.P. Rydahl, A.S. Jacobsen, C.C.H. Brahe, P.S. Magnusson // Foot Ankle Int. – 2024. – Vol. 45, № 12. – P. 1380–1389. – DOI: 10.1177/10711007241281289.

4. Cavanagh, P.R., Rodgers, M.M. The arch index: a useful measure from footprints / P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers // J Biomech. – 1987. – Vol. 20, № 5. – P. 547–551. – DOI: 10.1016/0021-9290(87)90255-7.

5. Allan, J.J., Munteanu, S.E., Bonanno, D.R., Buldt, A.K., Choppin, S., Bullas, A., Pearce, N., Menz, H.B. Methodological and statistical approaches for the assessment of foot shape using three-dimensional foot scanning: a scoping review / J.J. Allan, S.E. Munteanu, D.R. Bonanno, A.K. Buldt, S. Choppin, A. Bullas, N. Pearce, H.B. Menz // J Foot Ankle Res. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 24. – DOI: 10.1186/s13047-023-00617-z.

6. Zhao, C., Chen, J., Deng, Y., Huang, W., Ma, S., Su, S., Zhao, Z., Tang, J., Wang, J., Huang, W., Tang, L., Hu, N. Arch volume: a new method for medial longitudinal arch measurement / C. Zhao, J. Chen, Y. Deng, W. Huang, S. Ma, S. Su, Z. Zhao, J. Tang, J. Wang, W. Huang, L. Tang, N. Hu // Foot Ankle Surg. – 2022. – Vol. 28, № 7. – P. 962–967. – DOI: 10.1016/j.fas.2022.01.007.

7. Liu, J., Deng, M., Wang, W., Xiong, Y. A foot structure study of new arch flexibility grading system based on three-dimensional arch volume / J. Liu, M. Deng, W. Wang, Y. Xiong // Chin J Traumatol. – 2023. – Vol. 26, № 6. – P. 329–333. – DOI: 10.1016/j.cjte.2023.09.002.

8. Deng, Y., Chen, J., Ma, S., Tang, J., Yang, X., Tang, L., Xiong, Y., Zhao, C. Foot bone structure and plantar soft tissue deformation behavior in different functional positions / Y. Deng, J. Chen, S. Ma, J. Tang, X. Yang, L. Tang, Y. Xiong, C. Zhao // Quant Imaging Med Surg. – 2026. – Vol. 16, № 2. – P. 127. – DOI: 10.21037/qims-2025-869.

9. Zhang, L.Y., Yick, K.L., Yue, M.J., Yip, J., Ng, S.P. An exploratory study of dynamic foot shape measurements with 4D scanning system / L.Y. Zhang, K.L. Yick, M.J. Yue, J. Yip, S.P. Ng // Sci Rep. – 2023. – Vol. 13, № 1. – P. 8628. – DOI: 10.1038/s41598-023-35822-0.

10. Takabayashi, T., Edama, M., Inai, T., Kubo, M. Arch height flexibility is associated with plantar fascia tension during running / T. Takabayashi, M. Edama, T. Inai, M. Kubo // Gait Posture. – 2024. – Vol. 108. – P. 270–274. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2023.12.012.

11. Pazhooman, H., Alamri, M.S., Pomeroy, R.L., Cobb, S.C. Foot kinematics in runners with plantar heel pain during running gait / H. Pazhooman, M.S. Alamri, R.L. Pomeroy, S.C. Cobb // Gait Posture. – 2023. – Vol. 104. – P. 15–21. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2023.05.019.

12. Telfer, S., Woodburn, J. The use of 3D surface scanning for the measurement and assessment of the human foot / S. Telfer, J. Woodburn // J Foot Ankle Res. – 2010. – Vol. 3. – P. 19. – DOI: 10.1186/1757-1146-3-19.

13. Rogati, G., Leardini, A., Ortolani, M., Caravaggi, P. Semi-automatic measurements of foot morphological parameters from 3D plantar foot scans / G. Rogati, A. Leardini, M. Ortolani, P. Caravaggi // J Foot Ankle Res. – 2021. – Vol. 14, № 1. – P. 18. – DOI: 10.1186/s13047-021-00461-z.

14. Welte, L., Kelly, L.A., Lichtwark, G.A., Rainbow, M.J. Influence of the windlass mechanism on arch-spring mechanics during dynamic foot arch deformation / L. Welte, L.A. Kelly, G.A. Lichtwark, M.J. Rainbow // J R Soc Interface. – 2018. – Vol. 15, № 145. – P. 20180270. – DOI: 10.1098/rsif.2018.0270.

15. Buldt, A.K., Allan, J.J., Landorf, K.B., Menz, H.B. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: A systematic review / A.K. Buldt, J.J. Allan, K.B. Landorf, H.B. Menz // Gait Posture. – 2018. – Vol. 62. – P. 56–67. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.026.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE FOOT ARCH IN PATIENTS WITH PLANTAR FASCIITIS BASED ON MULTI-POSITION 3D SCANNING

Polukarov N.V., Astapov I.G., Kuklev A.D., Toochukwu Henry Anamazi, Trubetskaya S.I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Objective. To investigate morphofunctional changes of the longitudinal arch in patients with plantar fasciitis under different loading conditions using multi-position 3D scanning and to evaluate the derived indices of load deformation (DV) and functional response (RV). Materials and methods. Thirty patients with plantar fasciitis confirmed clinically and by

ultrasound were included. Each foot was scanned separately (ScanPod 3D USOL) in three standardized positions: seated non-weight-bearing, bipedal standing, and static push-off simulation with the heel fully elevated and body weight on the tested limb. Arch height, Arch Index, longitudinal arch volume, foot projection area excluding toes, and Arch Area Relative Height were analyzed; DV and RV indices were calculated. Values of both feet were averaged within each participant. Positions were compared using one-way repeated-measures ANOVA with paired Student's t-tests and Holm correction. Results. From seated to standing, longitudinal arch volume and Arch Area Relative Height decreased, while Arch Index and foot projection area increased ($p < 0.001$). Mean DV was $30.3 \pm 9.2\%$. Arch height also decreased but with greater inter-individual variability. Push-off simulation showed no uniform response: mean RV was $-5.7 \pm 11.1\%$, individual range from -35.2 to $+11.3\%$. Conclusion. Multi-position 3D scanning assesses not only static foot morphology but also the load-related response of the arch. DV quantifies arch volume reduction under weight-bearing, while RV characterizes individual arch reconfiguration during push-off simulation. Volumetric parameters complement conventional linear measurements and are of interest for personalized orthotic correction.

Keywords: plantar fasciitis; longitudinal arch; 3D foot scanning; arch volume; Arch Index; foot biomechanics; multi-position scanning; functional deformability.

References

1. Rhim, H.C., Kwon, J., Park, J., Borg-Stein, J., Tenforde, A.S. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis / H.C. Rhim, J. Kwon, J. Park, J. Borg-Stein, A.S. Tenforde // Life (Basel). – 2021. – Vol. 11, № 12. – P. 1287. – DOI: 10.3390/life11121287.

2. Hamstra-Wright, K.L., Huxel Bliven, K.C., Bay, R.C., Aydemir, B. Risk Factors for Plantar Fasciitis in Physically Active Individuals: A Systematic Review and Meta-analysis / K.L. Hamstra-Wright, K.C. Huxel Bliven, R.C. Bay, B. Aydemir // Sports Health. – 2021. – Vol. 13, № 3. – P. 296–303. – DOI: 10.1177/1941738120970976.

3. Johannsen, F.E., Rydahl, J.P., Jacobsen, A.S., Brahe, C.C.H., Magnusson, P.S. Foot Posture and Ankle Dorsiflexion as Risk Factors for Developing Achilles Tendinopathy and Plantar Fasciitis: A Case-Control Study / F.E. Johannsen, J.P. Rydahl, A.S. Jacobsen, C.C.H. Brahe, P.S. Magnusson // Foot Ankle Int. – 2024. – Vol. 45, № 12. – P. 1380–1389. – DOI: 10.1177/10711007241281289.

4. Cavanagh, P.R., Rodgers, M.M. The arch index: a useful measure from footprints / P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers // J Biomech. – 1987. – Vol. 20, № 5. – P. 547–551. – DOI: 10.1016/0021-9290(87)90255-7.

5. Allan, J.J., Munteanu, S.E., Bonanno, D.R., Buldt, A.K., Choppin, S., Bullas, A., Pearce, N., Menz, H.B. Methodological and statistical approaches for the assessment of foot shape using three-dimensional foot scanning: a scoping review / J.J. Allan, S.E. Munteanu, D.R. Bonanno, A.K. Buldt, S. Choppin, A. Bullas, N. Pearce, H.B. Menz // J Foot Ankle Res. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 24. – DOI: 10.1186/s13047-023-00617-z.

6. Zhao, C., Chen, J., Deng, Y., Huang, W., Ma, S., Su, S., Zhao, Z., Tang, J., Wang, J., Huang, W., Tang, L., Hu, N. Arch volume: a new method for medial longitudinal arch measurement / C. Zhao, J. Chen, Y. Deng, W. Huang, S. Ma, S. Su, Z. Zhao, J. Tang, J. Wang, W. Huang, L. Tang, N. Hu // Foot Ankle Surg. – 2022. – Vol. 28, № 7. – P. 962–967. – DOI: 10.1016/j.fas.2022.01.007.

7. Liu, J., Deng, M., Wang, W., Xiong, Y. A foot structure study of new arch flexibility grading system based on three-dimensional arch volume / J. Liu, M. Deng, W. Wang, Y. Xiong // Chin J Traumatol. – 2023. – Vol. 26, № 6. – P. 329–333. – DOI: 10.1016/j.cjte.2023.09.002.

8. Deng, Y., Chen, J., Ma, S., Tang, J., Yang, X., Tang, L., Xiong, Y., Zhao, C. Foot bone structure and plantar soft tissue deformation behavior in different functional positions / Y. Deng, J. Chen, S. Ma, J. Tang, X. Yang, L. Tang, Y. Xiong, C. Zhao // Quant Imaging Med Surg. – 2026. – Vol. 16, № 2. – P. 127. – DOI: 10.21037/qims-2025-869.

9. Zhang, L.Y., Yick, K.L., Yue, M.J., Yip, J., Ng, S.P. An exploratory study of dynamic foot shape measurements with 4D scanning system / L.Y. Zhang, K.L. Yick, M.J. Yue, J. Yip, S.P. Ng // Sci Rep. – 2023. – Vol. 13, № 1. – P. 8628. – DOI: 10.1038/s41598-023-35822-0.

10. Takabayashi, T., Edama, M., Inai, T., Kubo, M. Arch height flexibility is associated with plantar fascia tension during running / T. Takabayashi, M. Edama, T. Inai, M. Kubo // Gait Posture. – 2024. – Vol. 108. – P. 270–274. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2023.12.012.

11. Pazhooman, H., Alamri, M.S., Pomeroy, R.L., Cobb, S.C. Foot kinematics in runners with plantar heel pain during running gait / H. Pazhooman, M.S. Alamri, R.L. Pomeroy, S.C. Cobb // Gait Posture. – 2023. – Vol. 104. – P. 15–21. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2023.05.019.

12. Telfer, S., Woodburn, J. The use of 3D surface scanning for the measurement and assessment of the human foot / S. Telfer, J. Woodburn // J Foot Ankle Res. – 2010. – Vol. 3. – P. 19. – DOI: 10.1186/1757-1146-3-19.

13. Rogati, G., Leardini, A., Ortolani, M., Caravaggi, P. Semi-automatic measurements of foot morphological parameters from 3D plantar foot scans / G. Rogati, A. Leardini, M. Ortolani, P. Caravaggi // J Foot Ankle Res. – 2021. – Vol. 14, № 1. – P. 18. – DOI: 10.1186/s13047-021-00461-z.

14. Welte, L., Kelly, L.A., Lichtwark, G.A., Rainbow, M.J. Influence of the windlass mechanism on arch-spring mechanics during dynamic foot arch deformation / L. Welte, L.A. Kelly, G.A. Lichtwark, M.J. Rainbow // J R Soc Interface. – 2018. – Vol. 15, № 145. – P. 20180270. – DOI: 10.1098/rsif.2018.0270.

15. Buldt, A.K., Allan, J.J., Landorf, K.B., Menz, H.B. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: A systematic review / A.K. Buldt, J.J. Allan, K.B. Landorf, H.B. Menz // Gait Posture. – 2018. – Vol. 62. – P. 56–67. – DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.026.

Опыт использования кубических pessaries Dr. Arabin как альтернативы хирургическому лечению пролапса тазовых органов

Гатагажева Зарета Магомедовна,

д.м.н., заведующая кафедрой акушерства и гинекологии, Медицинский институт, ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
E-mail: ing_gu@mail.ru; zareta1@list.ru

Узденова Зухра Хаджимуратовна,

д.м.н., профессор кафедры детских болезней, акушерства и гинекологии, медицинский факультет, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»
E-mail: elifiya@bk.ru.

Мисирова Марина Мухтарбиевна,

врач акушер-гинеколог, ООО «ЭЛИФИЯ»
E-mail: m.misirova@icloud.com

Гатагажева Малика Магомедовна,

к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии, Медицинский институт, ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»
E-mail: ing_gu@mail.ru; amira76@list.ru

Мишвелов Артем Евгеньевич,

специалист по визуальной обработке медицинских изображений, врач ИТ-отделения лучевой диагностики, АО «СККДЦ».

В статье представлен опыт лечения пролапса тазовых органов (ПТО) с акцентом на консервативную стратегию с использованием кубических pessaries Dr. Arabin как альтернативу хирургической коррекции. Проведен сравнительный анализ терапевтических подходов в лечении ПТО. Особое внимание уделено механизму действия кубических pessaries, клинической эффективности при ПТО II–III степени, влиянию на качество жизни пациенток, а также показаниям к выбору консервативной тактики в качестве терапии первой линии.

Ключевые слова: пролапс тазовых органов, недостаточность тазового дна, кубический pessary Dr. Arabin, консервативное лечение, хирургическая коррекция, качество жизни, клинические рекомендации.

Актуальность проблемы

Пролапс тазовых органов (ПТО) представляет собой одну из наиболее значимых проблем современной урогинекологии, оказывающую существенное влияние на качество жизни женщин. Согласно данным эпидемиологических исследований, распространенность ПТО варьирует от 2,9% до 53,0% в зависимости от возрастной группы и критериев диагностики [1]. Зарубежные источники указывают, что данное состояние затрагивает около 40% женщин старше 40 лет [2, 3]. Недостаточность мышц тазового дна характеризуется прогрессирующим течением, что приводит к нарастанию степени тяжести клинических проявлений с возрастом и требует своевременной коррекции. По данным С. Н. Буяновой пролапс гениталий в 70,1% случаев сочетается с недержанием мочи при напряжении [4], с нарушением дефекации у 36,5%, с диспареунией – у 53,3% пациенток [5]. При этом следует отметить, что начальные формы ПТО проявляются в репродуктивном возрасте: у 65% больных – между 30 и 45 годами, у 19% больных – до 30 лет, и лишь у 17% – после 50 лет, и по мере прогрессирования заболевания появляются и усугубляются функциональные нарушения [6].

Согласно терминологии, принятой Международной урологической ассоциацией и Международным обществом по недержанию мочи, пролапс тазовых органов (ПТО) представляет собой опущение передней и/или задней стенок влагалища и/или верхушки влагалища (матки/шейки или купола влагалища после гистерэктомии) относительно гименальной плоскости [7]. Традиционно ведущим методом лечения ПТО остается хирургическая коррекция, направленная на неопластическое формирование новых точек опоры тазового дна. Однако оперативное лечение сопряжено с рядом ограничений: наличие противопоказаний к анестезиологическому пособию, высокий риск рецидивов (по некоторым данным, до 25–30% после передней кольпорафии), необходимость повторных вмешательств, а также сознательный отказ пациенток от операции [8]. В этой связи особую актуальность приобретает поиск и внедрение эффективных консервативных методов лечения, способных не только купировать симптомы, но и предотвратить прогрессирование заболевания.

Цель исследования

обосновать эффективность использования кубических pessaries Dr. Arabin в качестве альтернативы хирургическому лечению при симптоматическом пролапсе тазовых органов.

Введение

Хирургическое лечение остается «золотым стандартом» при тяжелых формах пролапса, однако необходим тщательный отбор пациенток и учет факторов риска рецидивирования [9].

Современные оперативные методики включают: влагалищную экстирпацию матки с пластикой тазового дна; переднюю и заднюю кольпорафию; сакроагинопексию (абдоминальным или лапароскопическим доступом); операции с применением синтетических протезов (сетчатых имплантатов). Однако, несмотря на технологический прогресс, хирургическая коррекция имеет ряд недостатков. Как отмечается в исследовании PEOPLE, до 30% пациенток после оперативного лечения сталкиваются с рецидивом пролапса в течение 3–5 лет. Кроме того, в клинической практике существует значительная когорта женщин, которым хирургическое лечение противопоказано из-за тяжелой соматической патологии, либо они осознанно отказываются от операции, опасаясь анестезиологического риска и послеоперационных осложнений.

Клинические рекомендации (Российского общества акушеров-гинекологов (РОАГ), обновленные в 2024 году с вступлением в силу с 1 января 2025 года) [10], вносят существенные изменения в подходы к лечению ПТО. Ключевым нововведением является расширение показаний к консервативной терапии и рекомендация использования силиконовых pessaries в качестве приоритетного метода у определенных групп пациенток. Консервативное лечение, согласно современным представлениям, включает модификацию образа жизни, тренировки мышц тазового дна, использование вагинальных pessaries, локальную гормональную терапию при генитоуринарном менопаузальном

синдроме. Принципиально важным является положение о том, что консервативное лечение рекомендуется на уровне первичной медицинской помощи, а также пациенткам, для которых хирургические методы неприемлемы. Это положение полностью соответствует современной международной парадигме, согласно которой пессарии следует рассматривать в качестве терапии первой линии для всех женщин с симптоматическим пролапсом и/или стрессовым недержанием мочи.

Кубический пессарий Dr. Arabin представляет собой инновационное изделие медицинского назначения, изготовленное из гипоаллергенного медицинского силикона. Выбор материала не случаен: силикон обладает оптимальной биосовместимостью, не вызывает сенсibilизации, не пористый (в отличие от латексных аналогов), что предотвращает адгезию бактерий и снижает риск инфекционных осложнений. Согласно инструкции индивидуальный подбор формы и размера пессария производится в зависимости от вида и степени пролапса на основании объективного исследования и использования колец для тестирования (адаптационных колец) или измерения размера gh по классификации POP-Q (расстояние между наружным отверстием уретры и задней спайкой), что будет соответствовать необходимому размеру пессария). Конструктивно пессарий выполнен в форме куба с перфорационными отверстиями и имеет характерную особенность – «кнопку», которая обеспечивает дополнительную фиксацию за счет создания вакуумного эффекта. Наличие силиконовой нити облегчает извлечение устройства.

Механизм действия кубического пессария Dr. Arabin основан на нескольких физических принципах: объемное замещение, вакуумная фиксация, поддержка сфинктерного аппарата. Рекомендуемый режим – установка утром и извлечение на ночь, что позволяет слизистой оболочке восстанавливаться и минимизирует риск пролежней и воспалительных изменений.

Важным направлением современной практики является обучение пациенток самостоятельному введению и извлечению пессария. Как отмечается в обзоре ScienceDirect (2026), самоуправление пессарием значительно повышает приверженность лечению, улучшает качество жизни и снижает нагрузку на систему здравоохранения.

Наиболее репрезентативное отечественное исследование по применению кубических пессариев Dr. Arabin было проведено коллективом авторов из Кемеровского государственного медицинского университета [11].

В исследование были включены 41 женщина в возрасте 60–80 лет с недостаточностью мышц тазового дна II–III степени и явным или скрытым недержанием мочи. По результатам исследования 10 пациенток (71,4%) после 6 месяцев использования пессария отказались от ранее запланированного оперативного лечения. Авторы исследования делают обоснованное заключение, что применение гинекологических пессариев Dr. Arabin является эффективным методом лечения недостаточности мышц тазового дна II–III степени у женщин пожилого возраста, которые не желают подвергаться оперативному лечению.

В работе Е.Ю. Глухова и соавторов, опубликованной на платформе Pharmateca, представлены результаты оценки эффективности ургинекологических пессариев Dr. Arabin у 95 пациенток с ПТО II–IV степени [12, 13]. Средний возраст участниц составил 66,9 года (диапазон 34–87 лет). Важно отметить, что 93,7% женщин нуждались в оперативном лечении, однако оно не могло быть выполнено из-за наличия противопоказаний или отказа пациенток. По результатам исследования общая удовлетворенность пациенток составила 88,4%, снижение симптомов ПТО отмечено у 54,7% женщин, купирование ощущения «выпуклости» в половой щели – с 90% до 3% ($p < 0,001$), уменьшение чувства давления – с 49% до 3% ($p < 0,001$), нормализация мочеиспускания – с 12% до 0% недержания ($p = 0,003$), устранение запоров – с 14% до 0% ($p = 0,001$). Особого внимания заслуживает анализ анамнестических данных: пациентки обращались за медицинской помощью в среднем лишь через 4,9 года от момента появления первых симптомов (максимальный срок – 15–20 лет), что свидетельствует о высокой терпимости женщин к проявлениям ПТО и необходимости активного скрининга.

Ключевым доказательством эффективности пессариев как альтернативы хирургии является рандомизированное клиническое исследование, проведенное A.-L.W.M. Coolen и соавт. (2018) [14], результаты которого цитируются в обзоре Дикке Г.Б. и соавторов у женщин с пролапсом II степени и выше через 12 месяцев средний балл домена UDI-6 (симптомы недержания мочи) по опроснику PFDI-20 составил 0 как в группе хирургического лечения, так и в группе с использованием пессария ($p < 0,01$). При этом 72% женщин, проходивших лечение пессарием, отказались от операции.

M. Robert et al. (2013) в своем обзоре обосновывают необходимость рассмотрения пессариев в качестве терапии первой линии для всех женщин с симптоматическим пролапсом (степень доказательности II, уровень рекомендации 1A) [15].

Важным аргументом в пользу пессариев является их способность не только купировать симптомы, но и влиять на морфофункциональное состояние тазового дна. По данным K. Jones et al. (2008), через 2 недели после начала использования пессария наблюдалось уменьшение размера генитального перерыва с 4,8 до 4,1 см, а через 3 месяца – до 3,9 см. [16]. По данным Аполихиной И.А. при использовании пессариев происходят положительные объективные изменения: уменьшение размера половой щели через 3 месяца с 4,8 до 3,9 см, снижение степени опущения у 21% женщин после 1-го года использования (по POP-Q) [17].

С 2025 года вступили в силу обновленные клинические рекомендации по пролапсу тазовых органов у женщин, разработанные Российским обществом акушеров-гинекологов совместно с Российским обществом урологов.

Материалы и методы

Исследование проводилось в период 2024–2025 гг. на базе ЦЗ «АВИ-ЦЕННА». Исследование было проведено с соблюдением этических норм в соответствии с Хельсинкской декларацией ВОЗ «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Методом сплошного отбора в группу исследования были включены 38 женщин в возрасте от 55–83 лет с несостоятельностью мышц тазового дна 2–3 степени, сопровождающейся стрессовым недержанием мочи, которым планировалось хирургическое лечение или не желающие подвергаться оперативному лечению, а также те, которым было отказано в хирургическом лечении из-за коморбидного состояния. Критериями включения на данном этапе являлись: информированное согласие на участие в исследовании, возраст пациенток от 55–85 лет, наличие несостоятельности мышц тазового дна 2–3 степени, сопровождающейся стрессовым недержанием мочи.

Критериями исключения являлись: отказ женщин от участия в исследовании, возраст женщин моложе 55 или старше 85 лет, отсутствие стрессового недержания мочи, наличие тяжелой соматической патологии, являющейся противопоказанием для консервативного лечения несостоятельности мышц тазового дна, несостоятельность мышц тазового дна 4 степени.

Всем женщинам проводилось обследование согласно Клиническим рекомендациям РОАГ (Российского общества акушеров-гинекологов) «Выпадение женских половых органов» (2024–2026). Всем пациенткам проводилось социологическое исследование, включающее анкетирование при помощи стандартизированной анкеты. Для диагностики явного и скрытого недержания мочи при напряжении использовался кашлевой тест и проба Вальсальвы. Для диагностики и определения степени несостоятельности мышц тазового дна использовался объективный метод Baden–Walker. Для определения стадии заболевания использовалось ультразвуковое исследование органов малого таза трансвагинальным и трансабдоминальным способом с использованием классификационной системы POP-Q (Данная классификация рекомендована Международным обществом по лечению недержания мочи (ICS) и Международной ургинекологической ассоциацией (IUGA).

Все пациентки были распределены на 2 группы. В первой группе было 19 пациенток с недостаточностью мышц тазового дна 2–3 степени со стрессовым недержанием мочи, не желающие подвергаться оперативному лечению, во второй группе было также 19 пациенток с недостаточностью мышц тазового дна 2–3 степени, которым планировалось оперативное лечение. Все женщины пользовались гинекологическим кубическим перфорированным с кнопкой WPLK пессарием Dr. Arabin. Размер пессария подбирался индивидуально после осмотра пациентки.

Через 6 месяцев вновь было проведено анкетирование обеих групп исследования, определение степени недостаточности мышц тазового дна с использованием объективного метода Baden–Walker, ультразвуковое исследование органов малого таза трансвагинальным и трансабдоминальным способом с использованием классификационной системы POP-Q. Для диагностики недержания мочи при напряжении использовался кашлевой тест и проба Вальсальвы.

Статистический анализ осуществлялся при помощи программы StatSoft Statistica 6.0.

Результаты

Пациентки в обеих группах были сопоставимы по большинству критериев. Средний возраст исследуемых женщин статистически значимо не различался и составил 67,6 лет в первой группе и 66,3 во второй группе. Жительницами села были в первой группе 47,4%, города 53,6%, во второй группе 49,2% и 51,8% соответственно. В обеих группах не ра-

ботали – 92,3% и 91,4% соответственно. Индекс массы тела у всех пациенток в первой группе был не выше 29, во второй группе не превышал 28. В первой группе замужем были 84,2%, во второй группе 81,3% соответственно.

В структуре жалоб пациенток обеих групп преобладали мочевая инконтиненция (93,3% и 91,0% соответственно). Из гинекологических заболеваний в анамнезе отмечали воспалительные заболевания 32,3% и 38,4% соответственно, гиперпластический процесс эндометрия 15,3% и 17,2%, аденомиоз 18,3% и 21,2%, миому матки 23% и 27%, соответственно.

Все пациентки в обеих группах были родоразрешены через естественные родовые пути. В первой группе более 3–4 родов имели 89%, во второй группе 87%, т.е. практически все пациентки были многорожавшие.

При объективном исследовании пациенток зияние половой щели выявлено у 58,4% и 62,3% соответственно. Степень пролапса по классификации Baden–Walker у пациенток в обеих группах составила 2–3 степени. Кашлевой тест и проба Вальсальвы была положительной практически у всех пациенток. Структура стадии пролапса по классификационной системе POP-Q была представлена опущением матки 78% и 79% соответственно; опущение передней стенки влагалища 18,6% и 23,4%; задней стенки влагалища 32,5% и 37,2%, соответственно).

Через 6 месяцев после лечения на недержание мочи в первой группе жаловались 18,5%, во второй группе 22,0% соответственно. При объективном исследовании пациенток частота зияния половой щели в обеих группах составила у 38,2% и 42,2%. Кашлевой тест и проба Вальсальвы была положительной у 27,0% в первой группе и у 24,0% во второй группе. Через 6 месяцев применения гинекологического пессария Dr. Arabin 8 пациенток из второй группы отказались от ранее предложенного хирургического лечения.

Обсуждение

В лечении пролапса тазовых органов ведущее место занимают хирургические методы коррекции тазового дна. Современные синтетические материалы совершили революцию в реконструктивной хирургии, позволяя быстро и недорого формировать искусственный неофасциогенез с минимумом осложнений для пациента. Хирургические методы лечения хорошо корригируют клинические проявления пролапса, в том числе и самые негативные для пациента – мочевою и каловую инконтиненцию. К сожалению, существуют больные, которым выполнение хирургической коррекции по тем или иным причинам противопоказано, а некоторые осознанно не желают подвергаться оперативному лечению. Такие больные хорошо корригируются применением различного рода влагалищных пессариев, позволяющего уменьшить проявления мочевого инконтиненции [11].

Проведенное исследование показало, что, у женщин в пожилом возрасте применение гинекологических пессариев Dr. Arabin при пролапсе 2–3 степени, сопровождающемся явным или скрытым недержанием мочи, является эффективной техникой управления заболеванием. Пациенты, применявшие в течение 6 месяцев гинекологический пессарий Dr. Arabin меньше испытывали симптомы недержания мочи, определяющегося кашлевым тестом и пробой Вальсальвы. Через 6 месяцев применения гинекологического пессария Dr. Arabin 8 пациенток отказались от ранее предложенного хирургического лечения.

Проведенное исследование подтверждает факт возможности самостоятельного консервативного лечения гинекологическим пессарием Dr. Arabin у женщин с недостаточностью мышц тазового дна.

Выводы

Применение гинекологических пессариев Dr. Arabin является эффективным методом лечения недостаточности мышц тазового дна 2–3 степени у женщин пожилого возраста, которые не желают подвергаться оперативному лечению. Безопасность и обратимость метода делают его предпочтительным у пациенток пожилого возраста, с тяжелой соматической патологией. Современные клинические рекомендации (POAG, 2024/2025; UK Continence Society, 2026) рассматривают пессарии как терапию первой линии при симптоматическом пролапсе, что соответствует мировой тенденции к персонализации лечения и приоритету консервативных методов.

Таким образом, кубические пессарии Dr. Arabin представляют собой эффективную и безопасную альтернативу хирургическому лечению пролапса тазовых органов у широкого круга пациенток. Дальнейшее внедрение этого метода в клиническую практику, обучение врачей и пациенток навыкам самоуправления пессарием являются актуальными задачами современной урогинекологии.

Литература

1. Краснопольский В.И., Буянова С.Н., Петрова В.Д. Комбинированное лечение больных с опущением и выпадением внутренних половых органов и недержанием мочи с применением антистрессовых технологий: пособие для врачей. М., 2003. 41 с.
2. La Valle J. Counseling the perimenopausal woman // *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*. 2002. Vol. 29, no. 3. P. 541–553.
3. Persu C. et al. Pelvic Organ Prolapse Quantification System (POP-Q) – a new era in pelvic prolapse staging // *Journal of Medicine and Life*. 2011. Vol. 4, no. 1. P. 75–81.
4. Фенотипический симптомокомплекс дисплазии соединительной ткани у женщин / Т.Ю. Смольнова, С.Н. Буянова, С.В. Савельев [и др.] // *Клиническая медицина*. – 2003. – Т. 81, № 8. – С. 42–47. – EDN OJXUZN.
5. Малевич Ю.К., Мороз Н.В. Несостоятельность тазового дна, определение, классификация, тактика // *Медицинский журнал Белорусского государственного медицинского университета*. 2015. № 3. С. 26–29.
6. Тигиева А.В. Несостоятельность тазового дна у женщин репродуктивного возраста: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.01 «Акушерство и гинекология». М., 2014. 20 с.
7. Haylen B.T., de Ridder D., Freeman R.M. et al.; International Urogynecological Association; International Continence Society. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction // *Neurourology and Urodynamics*. 2010. Vol. 29, no. 1. P. 4–20.
8. Жуманова Е.Н., Корчажкина Н.Б., Михайлова А.А., Колгаева Д.И. Реабилитационные программы у женщин после пластики влагалища нативными тканями (учебно-методическое пособие) // *Восстановительные биотехнологии, профилактическая, цифровая и предиктивная медицина*. 2024. Т. 1, № 1. С. 45–54. DOI: 10.17116/rbpd-2024101145.
9. Беженарь В.Ф., Дикке Г.Б., Глухов Е.Ю. (ред.). Недостаточность тазового дна. Терапия на основе достижений науки и клинической практики. М.: АБВ-пресс, 2021. 468 с.
10. Пролапс тазовых органов у женщин: клинические рекомендации (утв. Минздравом России). 2024 (вступление в силу с 01.01.2025).
11. Меховская Л.Ю., Елгина С.И., Мозес В.Г., Рудаева Е.В., Мозес К.Б. Опыт применения гинекологического пессария Доктора Арабин в клинической практике // *Мать и Дитя в Кузбассе*. 2020. № 3 (82). С. 56–60. DOI: 10.24411/2686-7338-2020-10036.
12. Глухов Е.Ю., Дикке Г.Б., Нефф Е.И., Рощина М.О. Опыт консервативной коррекции пролапса тазовых органов с использованием пессариев в структуре хирургической помощи // *Women's Clinic*. 2021. № 3. С. 10–18.
13. Дикке Г.Б., Глухов Е.Ю., Нефф Е.И., Рощина М.О., Суханов А.А., Кукарская И.И., Щербатых Е.Ю. Хирургическая коррекция и консервативная терапия пролапса тазовых органов // *Фарматека*. 2021. Т. 28, № 6. С. 25–32. DOI: 10.18565/pharmateca.2021.6.25-32.
14. Coolen A.-L.W.M., Troost S., Mol B.W.J., Roovers J.P.W.R., Bongers M.Y. Primary treatment of pelvic organ prolapse: pessary use versus prolapse surgery // *International Urogynecology Journal*. 2018. Vol. 29, no. 1. P. 99–107. DOI: 10.1007/s00192-017-3372-x.
15. Robert M., Schulz J.A., Harvey M.A.; Urogynaecology Committee. RETIRED: Technical update on pessary use // *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*. 2013. Vol. 35, no. 7. P. 664–674. DOI: 10.1016/S1701-2163(15)30888-4.
16. Jones K., Yang L., Lowder J.L., Meyn L., Ellison R., Zyczynski H.M. et al. Effect of pessary use on genital hiatus measurements in women with pelvic organ prolapse // *Obstetrics and Gynecology*. 2008. Vol. 112, no. 3. P. 630–636.
17. Аполихина И.А., Чочуева А.С., Горбунова Е.А. Урогинекологические пессарии: навигатор для новичка // *Медицинский совет*. 2016. № 12. С. 156–161. URL: <https://rucont.ru/efd/458639> (дата обращения: 24.07.2026).

EXPERIENCE OF USING DR. ARABIN CUBE PESSARIES AS AN ALTERNATIVE TO SURGICAL TREATMENT OF PELVIC ORGAN PROLAPSE

Galagazheva Z.M., Uzdanova Z.Kh., Misirova M.M., Galagazheva M.M., Mishvelov A.E. Medical Institute, Ingush State University, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, ELIFIYA LLC, JSC "SKKDC"

This article presents experience in treating pelvic organ prolapse (POP), focusing on a conservative strategy using Dr. Arabin cube pessaries as an alternative to surgical correction. A comparative analysis of therapeutic approaches to POP treatment is provided. Particu-

lar attention is paid to the mechanism of action of cube pessaries, their clinical efficacy in grades II–III POP, their impact on patients' quality of life, and indications for choosing a conservative approach as first-line therapy.

Keywords: pelvic organ prolapse, pelvic floor insufficiency, Dr. Arabin cube pessary, conservative treatment, surgical correction, quality of life, clinical guidelines.

References

1. Krasnopol'sky V.I., Buyanova S.N., Petrova V.D. Combined treatment of women with internal genital organ descent and prolapse and urinary incontinence using anti-stress techniques: a guide for physicians. Moscow, 2003. 41 p. (In Russian).
2. La Valle J. Counseling the perimenopausal woman // *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*. 2002. Vol. 29, no. 3. P. 541–553.
3. Persu C. et al. Pelvic Organ Prolapse Quantification System (POP-Q) – a new era in pelvic prolapse staging // *Journal of Medicine and Life*. 2011. Vol. 4, no. 1. P. 75–81.
4. Smolnova, T. Yu., Buyanova, S. N., Saveliev, S. V., et al. Phenotypic Symptom Complex of Connective Tissue Dysplasia in Women. *Clinical Medicine*. 2003;81(8):42–47. EDN: OJXUZN.
5. Malevich Yu.K., Moroz N.V. Pelvic floor insufficiency: definition, classification, and management // *Meditsinskiy zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2015. No. 3. P. 26–29. (In Russian).
6. Tigieva A.V. Pelvic floor insufficiency in women of reproductive age: abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences, specialty 14.01.01, Obstetrics and Gynecology. Moscow, 2014. 20 p. (In Russian).
7. Haylen B.T., de Ridder D., Freeman R.M. et al.; International Urogynecological Association; International Continence Society. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction // *Neurourology and Urodynamics*. 2010. Vol. 29, no. 1. P. 4–20.
8. Zhumanova E.N., Korchazhina N.B., Mikhailova A.A., Kolgaeva D.I. Rehabilitation programs for women after native-tissue vaginal repair: an educational and methodological guide // *Vosstanovitelnye biotekhnologii, profilakticheskaya, tsifrovaya i prediktivnaya meditsina*. 2024. Vol. 1, no. 1. P. 45–54. DOI: 10.17116/rbpdpm2024101145. (In Russian).
9. Bezhenar V.F., Dikke G.B., Glukhov E.Yu. (eds.). Pelvic floor insufficiency. Therapy based on advances in science and clinical practice. Moscow: ABV-press, 2021. 468 p. (In Russian).
10. Pelvic organ prolapse in women: clinical guidelines approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. 2024 (effective from January 1, 2025). (In Russian).
11. Mekhovskaya L.Yu., Elgina S.I., Mozes V.G., Rudaeva E.V., Mozes K.B. Experience with the use of the Dr. Arabin gynecological pessary in clinical practice // *Mat i Ditya v Kuzbasse*. 2020. No. 3 (82). P. 56–60. DOI: 10.24411/2686-7338-2020-10036. (In Russian).
12. Glukhov E.Yu., Dikke G.B., Neff E.I., Roshchina M.O. Experience with conservative correction of pelvic organ prolapse using pessaries as part of surgical care // *Women's Clinic*. 2021. No. 3. P. 10–18. (In Russian).
13. Dikke G.B., Glukhov E.Yu., Neff E.I., Roshchina M.O., Sukhanov A.A., Kukarskaya I.I., Shcherbatykh E. Yu. Surgical correction and conservative therapy for pelvic organ prolapse // *Pharmateca*. 2021. Vol. 28, no. 6. P. 25–32. DOI: 10.18565/pharmateca.2021.6.25-32. (In Russian).
14. Coolen A.-L.W.M., Troost S., Mol B.W.J., Roovers J.P.W.R., Bongers M.Y. Primary treatment of pelvic organ prolapse: pessary use versus prolapse surgery // *International Urogynecology Journal*. 2018. Vol. 29, no. 1. P. 99–107. DOI: 10.1007/s00192-017-3372-x.
15. Robert M., Schulz J.A., Harvey M.A.; Urogynaecology Committee. RETIRED: Technical update on pessary use // *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*. 2013. Vol. 35, no. 7. P. 664–674. DOI: 10.1016/S1701-2163(15)30888-4.
16. Jones K., Yang L., Lowder J.L., Meyn L., Ellison R., Zyczynski H.M. et al. Effect of pessary use on genital hiatus measurements in women with pelvic organ prolapse // *Obstetrics and Gynecology*. 2008. Vol. 112, no. 3. P. 630–636.
17. Apolikhina I.A., Chochueva A.S., Gorbunova E.A. Urogynecological pessaries: a guide for beginners // *Meditsinskiy sovet*. 2016. No. 12. P. 156–161. URL: <https://rucont.ru/efd/458639> (accessed July 24, 2026). (In Russian).

Ранняя манифестация психических нарушений в эмоционально-волевой сфере при хорее гентингтона в молодом возрасте

Тарасов Максим Сергеевич,

ассистент кафедры «Физиология человека», Медицинский институт, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
E-mail: taraso2001@mail.ru

Сергеева Анастасия Валерьевна,

студент, Медицинский институт ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
E-mail: awrlwn@mail.ru

Хажмурадов Хаджи Рамзанович,

студент, Медицинский институт ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
E-mail: snaperbot.05@mail.ru

Соломанина Ольга Олеговна,

кандидат медицинских наук, доцент кафедры «Физиология человека», Медицинский институт, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
E-mail: solomanina2010@yandex.ru

Микуляк Надежда Ивановна,

д.м.н., профессор, заведующая кафедрой «Физиология человека», Медицинский институт ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
E-mail: normphys@mail.ru

Хорея Гентингтона – медленно прогрессирующее наследственное заболевание нервной системы, гетерогенное по клинической картине и патофизиологическим механизмам развития.

Распространенность данного заболевания в популяции Западной Европы составляет в среднем 4–10 случаев на 100 000 населения, что позволяет отнести его к орфанным заболеваниям.

Целью исследования стало изучение анамнестических, эпидемиологических и клинических особенностей хронической прогрессирующей хорей в молодом возрасте.

Материал и методы исследования – проанализированы клинические особенности дегенеративной хорей «классической» гиперкинетической формы с преобладанием психических нарушений в эмоционально – волевой сфере, мнестических нарушений и расстройством личности по эндогенному типу у мужчины 1990 года рождения.

Верификация клинического диагноза проведена посредством генетического тестирования, анамнестически, по результатам клинко – неврологического осмотра, в соответствии со шкалами UHDRS – TMS (шкала оценки двигательных нарушений), MMSE (шкала оценки психического статуса) и MoCA (шкала оценки когнитивного статуса).

Ключевые слова: хорей Гентингтона, белок гентингтин, экспансия CAG – повторов, нейродегенеративные заболевания, двигательные нарушения, когнитивные нарушения, психические расстройства, описание клинического случая.

Введение

Хорея Гентингтона (ХГ) – это прогрессирующее и изнуряющее наследственное нейродегенеративное заболевание подкорковых ядер и коры головного мозга, возникающее, как правило, в зрелом возрасте. Характеризуется четко выраженной клинической триадой [1]:

1. Двигательные нарушения, в том числе хореоатетоз. Хореоатетоз – это непроизвольные подергивания, скручивания или извивающиеся движения.

2. Снижение когнитивных функций, в том числе ухудшение памяти и исполнительных функций.

3. Психические расстройства, в том числе тревожность и депрессия.

В Российской Федерации хроническая прогрессирующая хорей является одним из наиболее тяжелых заболеваний нервной системы. Данное заболевание входит в число приоритетных научно – исследовательских направлений в области мировой неврологии и включено Министерством здравоохранения Российской Федерации в список редких (орфанных) заболеваний.

В среднем показатель распространенности составляет 5,5 случая на 100 тысяч человек. В странах Западной Европы этот показатель варьирует в широких пределах – от 0,96 в Исландии до 11,8 на Мальте. В Северной Америке заболеваемость оценивается на уровне 13,7 случая на 100 тысяч населения. Значительно реже патология встречается в Азии, где частота не превышает 0,7 случая на 100 тысяч человек. Наиболее высокие показатели зафиксированы в популяциях с так называемым «эффектом основателя». Ярким примером является регион озера Маракайбо в Венесуэле, где распространенность достигает 699 случаев на 100 тысяч населения. Высокая частота также отмечается на острове Тасмания (12,1), в Англии (12) и Канаде (13,7) [2].

В Российской Федерации распространенность патологии в целом не оценивалась, показатели по различным регионам разнятся. Согласно зарубежным оценкам, гипотетическая частота может составлять около 3,7 случая на 100 тысяч населения. В то же время отечественные исследователи, опираясь на данные из 18 регионов, приводят более низкий показатель – 1,91 на 100 тысяч [2].

Наследственная хорей обычно проявляется в среднем возрасте в 30–50 лет. Заболеванием страдают мужчины и женщины с одинаковой частотой, однако существует явление, известное как «отцовская передача», когда наиболее тяжелые формы болезни передаются от отца, особенно если мутантный ген передается через несколько поколений. Это связано с нестабильностью участка ДНК, содержащего мутацию белка гентингтина, и увеличением количества повторов в процессе образования сперматогенеза [3].

Дегенеративная хорей – это аутосомно – доминантное заболевание с характерными тринуклеотидными повторами цитозина, аденина и гуанина (ЦАГ) в гене на коротком плече 4 – й хромосомы, что приводит к выработке мутантного белка гентингтина (mHTT).

Белок гентингтин (mHTT) участвует во многих важнейших клеточных процессах, включая нейрогенез и развитие мозга, энергетический обмен, регуляцию транскрипции, синаптическую активность, перемещение везикул, клеточную сигнализацию и аутофагию [1].

Аномальные агрегаты этого белка приводят к нарушению многочисленных клеточных процессов, запуская каскад нейродегенеративных расстройств.

При хорее Гентингтона были выявлены три основные категории факторов риска, связанных с повторами триплета ЦАГ [4].

1. Длина повтора.

Чем длиннее ЦАГ – повторы (>35), тем раньше проявляются симптомы заболевания. Действительно, дефектные триплетные повторы ЦАГ лежат в основе аномально удлинённого полиглутаминового участка, что приводит к нейродегенеративным заболеваниям, включая хорей Гентингтона. Длина ЦАГ – повторов также является важным фактором прогрессирования заболевания, особенно при когнитивных, двигательных и неврологических нарушениях.

2. Нестабильность ЦАГ – повторов.

3. Генетические модификаторы.

Основными патофизиологическими особенностями хореи Гентингтона являются дегенерация нейронов в хвостатом ядре и скорлупе, а также обширная гибель нейронов в коре головного мозга. Считается, что хореоатетоз, развитие дистонии и акинезии обусловлены дегенерацией и атрофией субстанции Р – нейропептида из семейства тахикининов – в средних шиповидных проецированных нейронах базальных ганглиев, а когнитивные и поведенческие нарушения – атрофией коры головного мозга [5].

В настоящее время существуют несколько теорий патогенеза развития данного заболевания:

1. Теория нарушения убиквитин – протеасомного пути.

Мутантный гентингтин при болезни Гентингтона содержит удлинённый полиглутаминовый участок, что делает его токсичным для нейронов. В норме убиквитин-протеасомная система уничтожает повреждённые белки, но при этой патологии процесс нарушается [6].

Растворимые формы мутантного белка, помеченные убиквитином, ингибируют активность протеасомы. Сама протеасома плохо расщепляет полиглутаминовые последовательности, так как глутамин не соответствует ее специфичности. Длинные фрагменты застревают в протеолитической камере, блокируя фермент и подвергаясь лишь неполному расщеплению [6].

В результате токсичные фрагменты накапливаются, агрегируют и образуют включения, что еще больше усугубляет дисфункцию протеасомы. Ингибирование убиквитин-протеасомной системы усиливает агрегацию и гибель нейронов, тогда как ее активация снижает количество агрегатов и замедляет нейродегенерацию.

2. Теория дисрегуляции транскрипции.

Мутантный белок гентингтин, синтезирующийся вследствие экспансии CAG-повторов в гене HTT, напрямую вмешивается в работу клеточного ядра, нарушая процесс транскрипции – считывания генетической информации с ДНК для синтеза белков. В норме белок гентингтин участвует в регуляции этого процесса, взаимодействуя с различными факторами транскрипции, однако мутантная форма приобретает токсические свойства и проникает в ядро, где связывается с ключевыми белками-регуляторами. В частности, mHTT подавляет работу коактиватора PGC-1 α , который контролирует экспрессию генов, отвечающих за энергетический обмен и защиту от окислительного стресса, что приводит к энергетическому дефициту и накоплению свободных радикалов в нейронах [7].

Кроме того, mHTT блокирует транскрипцию гена, кодирующего нейротрофический фактор мозга BDNF, который жизненно необходим для питания и выживания нейронов стриатума – основной мишени заболевания. Снижение уровня BDNF лишает нейроны трофической поддержки, делая их уязвимыми к повреждению. Параллельно нарушается регуляция генов, контролируемых белком SREBP, что ведет к сбоям в синтезе холестерина и жирных кислот, важных для стабильности клеточных мембран и работы синапсов. Из-за массового характера этих нарушений страдают тысячи генов, включая те, что отвечают за выживание клеток, синаптическую пластичность и антиоксидантную защиту [7].

В результате дисрегуляция транскрипции запускает каскад вторичных процессов – митохондриальную дисфункцию, окислительный стресс и эксайтотоксичность, которые совместно приводят к избирательной гибели нейронов стриатума.

3. Эксайтотоксичность из-за повышенного высвобождения глутамата и агонистов глутамата из корковых афферентных нейронов.

При болезни Гентингтона мутантный белок гентингтин нарушает работу астроцитов, которые в норме удаляют избыток глутамата из синаптической щели, из-за чего этот нейромедиатор накапливается в токсичных концентрациях. Одновременно мутантный гентингтин повышает чувствительность постсинаптических нейронов полосатого тела к глутамату, особенно воздействуя на рецепторы NMDA, содержащие субъединицу NR2B [8].

Чрезмерная стимуляция этих рецепторов вызывает массивный и неконтролируемый поток ионов кальция внутрь нейрона, что приводит к кальциевой перегрузке клетки. Митохондрии пытаются абсорбировать избыточный кальций, но это нарушает их функцию: падает выработка АТФ, открываются поры в мембранах, и резко возрастает продукция активных форм кислорода, вызывающих окислительный стресс.

Из-за истощения АТФ страдает эндоплазматический ретикулум, где нарушается сворачивание белков и запускается стрессовый ответ. Активируется фермент PARP-1, который в попытке восстановить повреждение ДНК истощает запасы никотинамидадениндинуклеотида (NAD⁺), лишая митохондрии необходимого кофактора и усугубляя энергетический коллапс. В результате этого каскада в нейроне одновременно активируются множественные пути гибели клеток: апоптоз

через каспазы, некроз из-за разрушения мембран, избыточная аутофагия и ферроптоз, связанный с перекисным окислением липидов [8].

Все эти процессы сходятся воедино, объясняя, почему нейроны стриатума, наиболее уязвимые к глутаматной токсичности, избирательно погибают при болезни Гентингтона.

4. Теория митохондриальной дисфункции и нарушений энергетического метаболизма.

Мутантный белок гентингтин (mHTT), синтезирующийся вследствие экспансии CAG-повторов, напрямую нарушает сразу несколько аспектов жизнедеятельности митохондрий, что приводит к энергетическому коллапсу и гибели нейронов, особенно в стриатуме. Первичным событием является физическое взаимодействие mHTT с внешней мембраной митохондрий, что нарушает работу электрон-транспортной цепи, в первую очередь комплексов II и III, снижая эффективность окислительного фосфорилирования и синтез АТФ. Из-за этого дефекта митохондрии начинают производить избыточное количество активных форм кислорода, вызывая окислительный стресс, который повреждает липиды мембран, белки и митохондриальную ДНК, замыкая порочный круг повреждения [9].

Одновременно mHTT подавляет экспрессию PGC-1 α – главного регулятора биогенеза митохондрий, из-за чего клетка теряет способность создавать новые, здоровые митохондрии взамен поврежденных. Мутантный белок также нарушает динамику митохондрий: он связывается с белком деления Drp1 и гиперактивирует его, вызывая чрезмерное фрагментирование митохондрий, что снижает их функциональность и облегчает распространение повреждений.

Параллельно mHTT нарушает кальциевый гомеостаз: митохондрии теряют способность эффективно буферизировать избыток кальция, поступающий через NMDA-рецепторы при глутаматной стимуляции, что ведет к открытию митохондриальной поры (mPTP), падению мембранного потенциала и высвобождению проапоптотических факторов, таких как цитохром c [9].

Все эти факторы – энергетический дефицит, окислительный стресс, нарушение кальциевого баланса и избыточное фрагментирование – сходятся в запуске программируемой клеточной гибели нейронов, что объясняет прогрессирующий характер заболевания и избирательную уязвимость стриатума с его высокими энергетическими потребностями.

5. Теория изменений в аксональном транспорте и синаптической дисфункции.

При болезни Гентингтона мутантный белок гентингтин (mHTT) нарушает внутриклеточную логистику нейрона, что приводит к сбоям в работе синапсов и последующей гибели клеток, особенно в стриатуме. В норме хантингтин выступает каркасным белком, связывая грузы с моторными белками – кинезином (движение к синапсу) и динеином (движение к телу клетки). Из-за мутации этот процесс нарушается: изменяется баланс между моторами, и грузы начинают перемещаться неправильно, застревать или менять направление [10].

Критическим последствием является нарушение транспорта везикул с нейротрофическим фактором мозга (BDNF) из коры в стриатум, который сам не производит BDNF. Дефицит BDNF лишает нейроны стриатума трофической поддержки, делая их уязвимыми к повреждению. Параллельно mHTT нарушает работу синапсов: при высокой активности нейрона наблюдается избыточный рекрутинг механизма объемного эндоцитоза, который отвечает за захват мембраны и образование новых везикул. Это ведет к нарушению обновления синаптических везикул и нейротрансмиссии, что дестабилизирует нейронные сети [10].

Также страдает транспорт митохондрий, лишая синапсы локального источника энергии, необходимого для поддержания активности. Сочетание трофического голодания (дефицит BDNF), энергодефицита (нехватка митохондрий в синапсах) и нарушения синаптического цикла приводит к тому, что синапсы перестают эффективно работать, и нейрон начинает разрушаться с дистальных отделов задолго до гибели всей клетки.

Необходимо отметить, что белок гентингтин является сильным активатором глиальных клеток нервной системы и лимфоидных клеток спинномозговой жидкости, что приводит к хронической нейровоспалительной реакции, которая может вызвать повреждение и гибель нейронов, тем самым способствуя прогрессированию заболевания.

Цель исследования

Рассмотрение патогенетических теорий возникновения хореи Гентингтона и изучение анамнестических, клинических и ранних диагностических особенностей гетерогенных клинических проявлений этого заболевания в молодом возрасте.

Материал и методы исследования

Изучены научные публикации в базах данных PubMed, eLIBRARY.RU и др. Проанализированы клинические особенности дегенеративной хореи «классической» гиперкинетической формы с преобладанием психических нарушений в эмоционально – волевой сфере, мнестических нарушений и расстройством личности по эндогенному типу у мужчины 1990 г.р.

Верификация клинического диагноза проведена посредством генетического тестирования, анамнестически, по результатам клинко – неврологического осмотра, в соответствии со шкалами UHDRS – TMS (шкала оценки двигательных нарушений), MMSE (шкала оценки психического статуса) и MoCA (шкала оценки когнитивного статуса), лабораторных методов исследования.

Описание клинического случая

Пациент Е. при поступлении в неврологическое отделение предъявлял жалобы на нарушение ночного сна, тревожность, неустойчивый фон настроения, снижение памяти на текущие события, чувство тревоги, наличие насильственных движений в кистях, стопах, мимической мускулатуре и шее, неустойчивость при ходьбе.

Со слов жены, в последние годы заболевание активно прогрессирует. Участились непроизвольные головокружения и падения, появилась нечёткость речи, стало сложно выговаривать некоторые слова, малоактивен.

Госпитализирован с целью обследования и лечения.

Впервые жена пациента Е. отметила странности в поведении в течение последних 5 лет, когда пациент стал покупать какие – то пластмассовые пластины, которые широко рекламировали, ими заряжал воду. В поле зрения психиатра попал впервые, когда перестал спать по ночам, стал разговаривать с «мнимым собеседником», слышал «голоса» угрожающего содержания. Специальной бригадой скорой медицинской помощи был госпитализирован в областную психиатрическую больницу.

На беседе с врачом психиатром пациент Е. был в сопровождении жены. Ориентировался в месте, во времени, в собственной личности. Был доступен к речевому контакту. Отвечал на поставленные вопросы в плане заданного. Темп мышления достаточный. Суждения непоследовательные, нарушена целенаправленность, наблюдалась амбивалентность суждений. Бредовых идей не высказывал. Фон настроения был неустойчивый, несколько снижен, тревожен, эмоционально напряжен. Отмечал нарушение ночного сна. В поведении упорядочен. Обманов восприятия выявлено не было.

Отмечались проявления аффективной неустойчивости в виде снижения фона настроения, тревожности, нестабильности ночного сна. Отмечались проявления дефицитарной симптоматики в эмоционально – волевой сфере в виде апатичности, отсутствия побуждений к деятельности, в домашней обстановке время проводил в пределах постели, практически ничем не занимался.

На попытки активизировать его реагировал оппозиционированием, негативистичными высказываниями, раздражительностью. В поведении в целом оставался упорядоченным, режим не нарушал.

От участия в психореабилитационных программах отказывался, ограниченно принимал участие в занятиях в группе с психологом по программе терапии творческим самовыражением.

Наблюдалось проявления хореического симптома в виде повышенной моторной активности со стороны нижней челюсти и «игра» пальцами рук.

Медикаментозная терапия в пределах стационара включала длительный приём нейролептиков, а именно производных тioxантена и бутирофенона. Выписался на фоне улучшения психического состояния.

Впервые возникновение насильственных движений отметил в 2021 году. Тогда в научно – исследовательском институте г. Москвы была впервые диагностирована Хорея Гентингтона. Генетическое тестирование выявило CAG – экспансию в первом экзоне гена HTT в размере 49 повторов (второй аллель – 17 повторов). С тех пор врачом рекомендован регулярный приём препарата из группы NMDA – антагонистов.

Наследственный анамнез отягощён – мать, тётя, бабушка со стороны матери наблюдаются с диагнозом хорея Гентингтона.

При последующей госпитализации в неврологическом статусе: сознание ясное, ориентирован во времени, месте, собственной личности. Сопровождается женой. К продуктивному контакту доступен, заторможен. Эмоционально лабилен. Плаксив. Безинициативен. Память и интеллект снижены. Объем навыков и знаний снижен. На вопросы отвечает односложно. Дизартрия. Слабость мимической мускулатуры слева: не может надуть щёки, сглаженность левой носогубной складки.

Небная занавеска подвижна. Небный и глоточный рефлекс снижены. Глубокие рефлексы с рук, D=S, с ног S>D оживлены с расширением рефлексогенных зон. Клонусоид стоп, более выраженный слева. Сила мышц 5 баллов. Тонус мышц повышен в правой руке по пластическому типу. Гиперестезия дистальных отделов нижних конечностей «носки».

Ограничение движений не выявлено. Умеренно выраженная постоянная хорея в дистальных отделах рук, ног, головы, туловища. Постуральные расстройства умеренно выраженные. В позе Ромберга не устойчив, координационные пробы выполняет неуверенно, падает без четкой латерализации. Координационные пробы выполняет с интенцией, мимопопаданием с обеих сторон.

Наблюдаются танцующие движения в руках и ногах непостоянного характера. Непроизвольные движения мышц лица, иногда в виде оскала (гиперкинезы). Мускулатура развита средне. Атрофий мышц не выявлено. Походка атаксическая, «шаркающая», с пропульсией, отмечается склонность к падениям.

Нарушений со стороны чувствительной сферы и тазовых органов не выявлено.

Генетическое тестирование выявило CAG – экспансию в первом экзоне гена HTT в размере 49 повторов (второй аллель – 17 повторов).

Результаты лабораторных и инструментальных данных, отражающих состояние сердечно – сосудистой, дыхательной, пищеварительной и мочеполовой систем организма без изменений.

Результаты магнитно – резонансной томографии головного мозга показали увеличение интенсивности МР – сигнала в T2 – изображении и в режиме FLAIR симметрично в отношении оград. Обнаружена легкая степень церебральной атрофии с сопутствующей вентрикуломегалией.

При проведении электроэнцефалограммы основной ритм не был зафиксирован, наблюдалось выраженное замедление основной активности фоновой записи с преобладанием уплощенных медленных форм активности тета-дельта диапазона. Функциональные пробы (РФС и тесты с гипервентиляцией) не продемонстрировали значительных изменений в биоэлектрическую активность. Эпилептиформная активность не была обнаружена.

Оценка двигательных нарушений по шкале UHDRS – TMS – 88/124 балл. Оценка когнитивного статуса по шкале MMSE – 23/30 баллов. Оценка психического статуса по шкале MoCA – 22/30 баллов. Результаты выходят за пределы референсных значений. Выявлены выраженные моторные и немоторные нарушения, умеренная когнитивная недостаточность, нарушения повседневной активности.

Дифференциальный диагноз

Данное заболевание требует проведения тщательной дифференциальной диагностики от других состояний, которые могут иметь схожие симптомы:

1. Идиопатическая (сенильная) хорея. Чаще возникает у пожилых людей без семейной истории болезни. Симптомы обычно менее выражены и прогрессируют медленнее. Нет признаков деменции или психических нарушений.
2. Вирусная энцефалитическая хорея (например, при эпидемическом энцефалите Экономо). Может возникать после вирусной инфекции. Часто сопровождается лихорадкой и другими признаками воспаления мозга. Обычно имеет острое начало и может разрешаться со временем.
3. Токсические формы хореи. Могут развиваться вследствие отравления угарным газом, свинцом, ртутью или другими токсинами. Начало часто связано с воздействием токсина. При устранении воздействия симптомы могут регрессировать.
4. Постинфекционная хорея Сиденгама (ревматическая хорея). Связана с ревматической лихорадкой, вызванной стрептококковой инфекцией. Чаще встречается у детей и подростков. Характеризуется острым началом и самоограничением симптомов.
5. Синдром Вильсона – Коновалова (гепатоцеребральная дистрофия). Наследственное нарушение обмена меди. Проявляется дрожанием рук, мышечной ригидностью, а также печеночной недостаточностью. В отличие от хореи Гентингтона, нет характерных изменений личности и поведения.
6. Доброкачественная семейная хорея Бенедикта. Генетически обусловленное состояние, но с доброкачественным течением. Не сопровождается деменцией или психическими расстройствами. Прогноз благоприятный.
7. Паркинсонизм и другие экстрапирамидные расстройства. Например, болезнь Паркинсона, эссенциальный тремор, синдром Туретта. Отличаются характером двигательных нарушений (тремор, ригидность мышц). Когнитивные нарушения развиваются позже и имеют другой паттерн.
8. Психогенная хорея. Обусловлена психологическим стрессом или психическим заболеванием. Движения носят произвольный ха-

ракет и могут исчезать при отвлечении внимания пациента. Отсутствие органических изменений в мозге.

9. Антифосфолипидный синдром. Аутоиммунное заболевание, которое может проявляться различными неврологическими симптомами, включая хорею. Подтверждается наличием антител к фосфолипидам в крови.

10. Опухоли головного мозга. Опухоль может компримировать базальные ганглии, вызывая хореоформные движения.

Лечение

Медикаментозная терапия носит исключительно поддерживающий характер, направлена на симптоматическую коррекцию двигательных, аффективных и психотических нарушений.

Дополнительно к постоянно принимаемым препаратам из группы NMDA – антагонистов рекомендован курсовой прием сосудистых и нейропротективных препаратов, антиоксидантов, антигипоксантов.

Немедикаментозные подходы к лечению хореи Гентингтона включают занятия с психологом, посещение психотерапевтических тренингов, лечебную гимнастику и массаж.

На фоне проводимой терапии отмечалась некоторая положительная динамика в виде увеличения двигательной активности, улучшения походки.

Увеличение мобильности пациента позволяет перевести его на этап восстановительно – реабилитационного лечения.

Обсуждение и результаты

Приведенный клинический случай пациента Е. демонстрирует «классическую» двигательную форму Хореи Гентингтона с наличием психических нарушений в эмоционально – волевой сфере, мнестических нарушений и расстройством личности по эндогенному типу.

Уникальность клинического случая состоит в том, что дегенеративная хорея начинается с ранних проявлений психических нарушений (снижение фона настроения, раздражительность, снижение концентрации внимания), а выраженные двигательные нарушения (непроизвольные движения, трудность контроля движений, изменение походки) присоединяются с течением времени. Это наблюдение соответствует современным данным о том, что изменение личности, когнитивные расстройства и аффективная симптоматика могут предшествовать моторным проявлениям хореи Гентингтона.

Диагноз верифицирован при молекулярно – генетическом исследовании. Это позволило установить на ранних этапах заболевания, когда оказались недостаточно информативными.

Несмотря на проводимую консервативную терапию сосудистых и нейропротективных препаратов, антиоксидантов, антигипоксантов, агонистами, отмечается неуклонное прогрессирование заболевания с ухудшением моторных и когнитивных функций.

Данный клинический случай подчеркивает важность ранней диагностики и мультидисциплинарного подхода к лечению пациентов с наследственными дегенеративными заболеваниями в молодом возрасте.

Заключение

Клинический случай пациента Е. с хореей Гентингтона, представленный в данной статье, демонстрирует редкую форму проявления заболевания, при которой психические нарушения предшествуют развитию характерных двигательных симптомов. Это наблюдение подчеркивает важность ранней диагностики и комплексного подхода к лечению пациентов с подозрением на хорею Гентингтона в молодом возрасте.

Психиатрическая оценка должна проводиться наряду с неврологическим обследованием, чтобы обеспечить своевременную коррекцию когнитивных и эмоциональных расстройств, что может значительно улучшить качество жизни пациента до появления выраженных моторных нарушений.

Литература

1. Shaha R, Godad A. Huntingtin protein in health and Huntington's disease: Molecular mechanisms, pathology and therapeutic strategies. Ageing Res Rev. 2026;114:102984.

2. Ключников С.А. Болезнь Гентингтона. Неврологический журнал имени Л.О. Бадаляна. 2020. 2020;1(3):139–158.
3. Myers RH. Huntington's disease genetics. NeuroRx. 2004;1(2):255–262.
4. Pengo M, Squitieri F. Beyond CAG Repeats: The Multifaceted Role of Genetics in Huntington Disease. Genes. 2024;15(6):807.
5. Tan AYS, Tippet LJ, Turner CP, et al. Microglial proliferation and astrocytic protein alterations in the human Huntington's disease cortex. Neurobiol Dis. 2024;198:106554.
6. Sap KA, Geijtenbeek KW, Schipper-Krom S, Guler AT, Reits EA. Ubiquitin-modifying enzymes in Huntington's disease. Front Mol Biosci. 2023;10:1107323.
7. Araldi RP, Dias Pinto JR, Kerkis I. AI-Enhanced Transcriptomic Discovery of Druggable Targets and Repurposed Therapies for Huntington's Disease. Brain Sciences. 2025;15(8):865.
8. Deyell J.S., Gulia R., La Spada A.R. Chapter 12 – Selective vulnerability in Huntington's disease: From excitotoxicity, mitochondrial dysfunction, and transcription dysregulation to therapeutic opportunity. Academic Press. 2024;285–309.
9. Yang H-M. Mitochondrial Dysfunction in Neurodegenerative Diseases. Cells. 2025;14(4):276.
10. Barron, Jessica C. Unraveling the crucial role of huntingtin in synaptic plasticity and neuronal health in the adult brain. Memorial University of Newfoundland; 2025;212.

EARLY MANIFESTATION OF MENTAL DISORDERS IN THE EMOTIONAL - VOLITIONAL SPHERE IN HUNTINGTON'S CHOREA AT A YOUNG AGE

Tarasov M.S., Sergeeva A.V., Khazhmuradov Kh.R., Solomanina O.O., Mikulyak N.I.
Medical Institute, Penza State University

Huntington's chorea is a slowly progressive hereditary disease of the nervous system, heterogeneous in clinical picture and pathophysiological mechanisms of development. The prevalence of this disease in the population of Western Europe averages 4–10 cases per 100,000 population, which allows it to be attributed to orphan diseases. The aim of the study was to study the anamnestic, epidemiological and clinical features of chronic progressive chorea at a young age. Research material and methods – the clinical features of degenerative chorea of the «classical» hyperkinetic form with a predominance of mental disorders in the emotional, volitional sphere and mnesic disorders, endogenous personality disorder in a man born in 1990 are analyzed. The verification of the clinical diagnosis was carried out through genetic testing, anamnetically, according to the results of a clinical and neurological examination, in accordance with the UHDRS – TMS (scale of assessment of motor disorders), MMSE (scale of assessment of mental status) and MoCA (scale of assessment of cognitive status) scales.

Keywords: Huntington's chorea, huntingtin protein, CAG repeat expansion, neurodegenerative diseases, motor disorders, cognitive disorders, mental disorders, clinical case description.

References

1. Shaha R, Godad A. Huntingtin protein in health and Huntington's disease: Molecular mechanisms, pathology and therapeutic strategies. Ageing Res Rev. 2026;114:102984.
2. Klyushnikov S.A. Huntington's disease. L.O. Badalyan Neurological Journal. 2020;1(3):139–158.
3. Myers RH. Huntington's disease genetics. NeuroRx. 2004;1(2):255–262.
4. Pengo M, Squitieri F. Beyond CAG Repeats: The Multifaceted Role of Genetics in Huntington Disease. Genes. 2024;15(6):807.
5. Tan AYS, Tippet LJ, Turner CP, et al. Microglial proliferation and astrocytic protein alterations in the human Huntington's disease cortex. Neurobiol Dis. 2024;198:106554.
6. Sap KA, Geijtenbeek KW, Schipper-Krom S, Guler AT, Reits EA. Ubiquitin-modifying enzymes in Huntington's disease. Front Mol Biosci. 2023;10:1107323.
7. Araldi RP, Dias Pinto JR, Kerkis I. AI-Enhanced Transcriptomic Discovery of Druggable Targets and Repurposed Therapies for Huntington's Disease. Brain Sciences. 2025;15(8):865.
8. Deyell J.S., Gulia R., La Spada A.R. Chapter 12 – Selective vulnerability in Huntington's disease: From excitotoxicity, mitochondrial dysfunction, and transcription dysregulation to therapeutic opportunity. Academic Press. 2024;285–309.
9. Yang H-M. Mitochondrial Dysfunction in Neurodegenerative Diseases. Cells. 2025;14(4):276.
10. Barron, Jessica C. Unraveling the crucial role of huntingtin in synaptic plasticity and neuronal health in the adult brain. Memorial University of Newfoundland; 2025;212.

Межсистемное поражение при остром ишемическом инсульте: клиническо-инструментальная динамика нейрокардиальных, гемодинамических и системных нарушений – клинический случай

Стяжкина Светлана Николаевна,

доктор медицинских наук, профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО "Ижевский Государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

E-mail: sstazkina064@gmail.com

Козлов Ярослав Николаевич,

студент, ФГБОУ ВО "Ижевский Государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: cvrs_xd@vk.com

Коробейников Владимир Николаевич,

студент, ФГБОУ ВО "Ижевский Государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: goragorevinova@gmail.com

Миннегулов Руслан Рамилевич,

студент, ФГБОУ ВО "Ижевский Государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: r.minnegulov2004@gmail.com

Представлен клинический случай острого ишемического инсульта в бассейне левой средней мозговой артерии с последующей геморрагической трансформацией, нейрокардиальным повреждением, прогрессирующей гемодинамической нестабильностью и полиорганной декомпенсацией. При первичной КТ 14.07.2026 выявлен гиподенсивный очаг 3×2,8 см в левой лобной области, ASPECTS 9; подтип инсульта первоначально оставался неустановленным. После системной тромболитической терапии и эндоваскулярной реперфузии развилось быстрое структурное прогрессирование. 15.07 КТ выявила инфаркт 98×65 мм в бассейне левой СМА с геморрагической трансформацией; одновременно отмечены тропонин I 1,23 нг/мл, ишемические ST-T изменения, ФВ ЛЖ 36% и регионарная гипокинезия. В дальнейшем нарастали метаболический ацидоз, воспалительный ответ и острая почечная дисфункция. 17.07 потребовался норэпинефрин 0,25–0,4 мкг/кг/мин, 19.07–0,5–0,7 мкг/кг/мин с добавлением адреналина. NIHSS увеличился с 16 до 30 баллов. На фоне выраженного масс-эффекта и 5-мм дислокации срединных структур произошла остановка кровообращения; после кратковременного ROSC последовала повторная остановка. Реанимация оказалась неэффективной; биологическая смерть констатирована 19.07.2026 в 20:50.

Ключевые слова: острый ишемический инсульт; средняя мозговая артерия; геморрагическая трансформация; нейрокардиальное повреждение; тропонин I; фракция выброса; вазопрессорная поддержка; полиорганная дисфункция; эндоваскулярная реперфузия; клинический случай.

Острый ишемический инсульт является не только локальным поражением мозга, но и системным состоянием, способным сопровождаться нейрокардиальной дисфункцией, нарушением сосудистого тонуса, метаболическими расстройствами и вторичным поражением органов [1–4]. Особенно значимы повышение кардиальных биомаркеров, электрокардиографические изменения и снижение сократимости миокарда [5–7].

Представленный случай демонстрирует временную связь между прогрессированием церебрального поражения и последовательным межсистемным каскадом.

Клинический случай

14.07.2026 первичная КТ выявила гиподенсивный очаг 3×2,8 см в левой лобной области, ASPECTS 9. Подтип инсульта на этом этапе оставался неустановленным. Проведены системная тромболитическая терапия и эндоваскулярная реперфузия. NIHSS составлял 16 баллов.

15.07 КТ выявила обширный инфаркт левой СМА 98×65 мм с неоднородными очагами геморрагической трансформации. Количественный тропонин I составлял 1,23 нг/мл (14.07–1,09 нг/мл). ЭКГ демонстрировала синусовый ритм, левое отклонение ЗОС, вероятную ГЛЖ, подъем ST в V1–V3 и депрессию ST с отрицательным T в I, aVL, V4–V6. ЭхоКГ выявила ФВ ЛЖ 36%, гипокинезию апикальных передних и переднебоковых сегментов и ГЛЖ. NIHSS 15 баллов. Эти данные формировали объективный нейрокардиальный фенотип.

15.07 зарегистрирован тяжелый метаболический ацидоз (pH 7,08; HCO₃–8,8 ммоль/л; BE –18,1 ммоль/л). К 17.07 креатинин достиг 133 мкмоль/л, мочевины 12,0 ммоль/л, CRP 226,4 мг/л; 19.07–202 мкмоль/л, 23,5 ммоль/л и 450,5 мг/л соответственно. Натрий 19.07 составлял 149 ммоль/л. NIHSS увеличился до 30 баллов 18–19.07.

17.07 гемодинамика была нестабильной: норэпинефрин 0,25 мкг/кг/мин с увеличением до 0,4 мкг/кг/мин. 19.07 потребность достигла 0,5 мкг/кг/мин; при остановке кровообращения добавлен адреналин 0,03 мкг/кг/мин. В 12:20 выявлены АД 0/0 мм рт. ст. и редкий идиовентрикулярный ритм с переходом в асистолию.

Проведена расширенная СЛР, включая непрямой массаж сердца, коррекцию ИВЛ и внутривенное введение адреналина. В 12:25 достигнут кратковременный ROSC: ЧСС 140/мин, АД 190/100 мм рт. ст. Затем АД снизилось до 100/60 мм рт. ст.; норэпинефрин увеличен до 0,7, адреналин до 0,05 мкг/кг/мин. Контрольная КТ показала масс-эффект, смещение срединных структур вправо до 5 мм, обширный инфаркт левой лобно-теменной области с геморрагической трансформацией и поражение области моста.

В 20:20 19.07 на кардиомониторе зафиксирована фибрилляция желудочков, начата ЭИТ 200 Дж, после которой развилась асистолия. При отсутствии эффективного кровообращения и самостоятельного дыхания, тотальном цианозе, отсутствии фотореакции и арефлексии реанимационные мероприятия признаны неэффективными. Биологическая смерть констатирована в 20:50.

Ключевая динамика

Дата	Неврология/КТ	Сердце	Системные показатели	Поддержка
14.07	NIHSS 16; 3×2,8 см; ASPECTS 9	сTnI 1,09	Cr 78	ТЛТ + EVT
15.07	NIHSS 15; 98×65 мм; геморрагическая трансформация	сTnI 1,23; ФВ 36%	pH 7,08; HCO ₃ –8,8	ИВЛ
17.07	NIHSS 15	–	Cr 133; CRP 226,4	NE 0,25–0,4
19.07	NIHSS 30; масс-эффект; +5 мм; ASPECTS 4	идиовентрикулярный ритм → асистолия	Cr 202; CRP 450,5; Na 149	NE 0,5–0,7 + адреналин; СЛР
19.07	повторная остановка	асистолия после ЭИТ 200 Дж	АД 0/0	СЛР неэффективна; смерть 20:50

Искусственная вентиляция лёгких

ИВЛ проводилась в условиях тяжёлого неврологического поражения и гемодинамической нестабильности. На этапе СЛР применён режим CMV, после ROSC – SIMV; изменение параметров отражало переход от реанимационной к поддерживающей вентиляции.

Этап	Режим	FiO ₂	VT / f	PEEP
СЛР	CMV	90%	550 мл / 14	5 mbar
после ROSC	SIMV	50%	600 мл / 14	5 mbar

Вентиляционная поддержка обеспечивала респираторную стабилизацию, однако не препятствовала прогрессированию церебрального масс-эффекта и системной гемодинамической недостаточности.

Обсуждение

Ключевой особенностью наблюдения является резкое несоответствие между исходным КТ-профилем и последующей скоростью тканевой эволюции. При ASPECTS 9 и очаге 3×2,8 см 14.07 уже на следующий день сформировался крупный инфаркт 98×65 мм с геморрагической трансформацией. Это подчёркивает необходимость динамической, а не однократной оценки состояния мозга [1,3,8].

Одновременно возник нейрокардиальный фенотип: динамика тропонина I, СТ-Т изменения, ФВ 36% и регионарная гипокинезия. Подобные изменения описаны при stroke-heart syndrome [5–7]. Однако представленные данные не позволяют установить единственный механизм кардиального повреждения; отсутствие документированной ФП и внутрисердечного тромба не подтверждает кардиоэмболический генез. Поэтому возможный кардиоэмболический компонент следует обозначать только как гипотезу.

Рост NIHSS с 16 до 30 баллов совпал с увеличением объёма инфаркта и развитием масс-эффекта. Параллельно нарастали acidosis, CRP, азотемия и потребность в вазопрессорах.

Аналогичные закономерности развития системного воспалительного ответа при критических состояниях описаны С.Н. Стяжкиной, которая указывает, что прогрессирование основного патологического процесса сопровождается нарастанием метаболических нарушений и формированием полиорганной дисфункции [11,12].

Такая последовательность указывает на переход от преимущественно церебрального поражения к системной критической декомпенсации.

Практическое значение наблюдения состоит в необходимости раннего междисциплинарного мониторинга: серийной оценки NIHSS и нейровизуализации, количественного тропонина, ЭКГ и ЭхоКГ, кислотно-основного состояния, функции почек и динамики вазопрессорной потребности. Это позволяет раньше выявлять сочетание церебрального, нейрокардиального и гемодинамического ухудшения.

По данным С.Н. Стяжкиной, эффективность ведения пациентов с тяжёлыми осложнёнными состояниями определяется не только лечением основного заболевания, но и своевременной коррекцией системных и метаболических нарушений [11,12].

Научная новизна

Научная новизна наблюдения заключается в последовательной документированной фиксации перехода от исходно ограниченного ишемического поражения с ASPECTS 9 к крупному инфаркту с геморрагической трансформацией, нейрокардиальному повреждению, вазопрессор-зависимой гемодинамической недостаточности, острой почечной дисфункции, выраженному масс-эффекту и летальному исходу. Дополнительную ценность представляет временная сопряжённость динамики NIHSS с нейровизуализацией и системными показателями.

Заключение

Тяжёлый острый ишемический инсульт может сопровождаться последовательным межсистемным каскадом церебрального, кардиального и гемодинамического поражения. Представленное наблюдение подтверждает концепцию, согласно которой локальный патологический процесс при неблагоприятном течении способен трансформироваться в системное состояние с выраженной воспалительной реакцией, интоксикацией и полиорганной недостаточностью [11,12]. Благоприятный исходный КТ-профиль не исключил быстрой эволюции инфаркта и геморрагической трансформации.

Динамика NIHSS, тропонина, ФВ ЛЖ, кислотно-основного состояния, функции почек и вазопрессорной поддержки отражала углубление критического состояния. Возможный кардиоэмболический компо-

нент требует дальнейшего подтверждения и в данном случае не может рассматриваться как установленная причина.

Литература

1. Campbell BCV, De Silva DA, Macleod MR, et al. Ischaemic stroke. Nat Rev Dis Primers. 2019;5:70. DOI: 10.1038/s41572-019-0118-8.
2. Kleindorfer DO, Towfighi A, Chaturvedi S, et al. 2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and TIA. Stroke. 2021;52:e364-e467. DOI: 10.1161/STR.0000000000000375.
3. Prabhakaran S, Ruff I, Bernstein RA. Acute stroke intervention. JAMA. 2015;313:1451–1462. DOI: 10.1001/jama.2015.3058.
4. Macrez R, Ali C, Toutirais O, et al. Stroke and the immune system: from pathophysiology to new therapeutic strategies. Lancet Neurol. 2011;10:471–480. DOI: 10.1016/S1474-4422(11)70066-7.
5. Scheitz JF, Nolte CH, Doehner W, et al. Stroke-heart syndrome: clinical manifestations and underlying mechanisms. Lancet Neurol. 2018;17:1109–1120. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30336-3.
6. Jensen JK, Atar D, Mickley H. Mechanism of troponin elevations in patients with acute ischemic stroke. Int J Cardiol. 2007;114:178–183. DOI: 10.1016/j.ijcard.2006.12.005.
7. Sposato LA, Hilz MJ, Aspberg S, et al. Post-stroke cardiovascular complications and neurogenic mechanisms. Nat Rev Neurol. 2020.
8. Yaghi S, Willey JZ, Cucchiara B, et al. Treatment and outcome of hemorrhagic transformation after intravenous alteplase. Stroke. 2017.
9. Стяжкина С.Н. Эндогенная интоксикация при остром деструктивном панкреатите. Ижевск, 2016. 98 с.
10. Стяжкина С.Н., Климентов М.Н., Пелина Н.А. и др. Проблемы лечения гнойно-септических осложнений мягких тканей при сахарном диабете // Эффективная фармакотерапия. 2025. Т. 21. № 23. С. 38–42.

MULTISYSTEM INVOLVEMENT IN ACUTE ISCHEMIC STROKE: CLINICAL AND INSTRUMENTAL DYNAMICS OF NEUROCARDIAC, HEMODYNAMIC, AND SYSTEMIC DISORDERS – A CASE REPORT

Styazhkina S.N., Kozlov Ya.N., Korobeynikov V.N., Minnegulov R.R.
Izhevsk State Medical University

A clinical case of acute ischemic stroke in the left middle cerebral artery territory complicated by hemorrhagic transformation, neurocardiac injury, progressive hemodynamic instability and multiorgan dysfunction is presented. Initial CT on 14 July 2026 demonstrated a 3×2.8 cm hypodense lesion in the left frontal region with ASPECTS 9, while the stroke subtype was initially undetermined. After systemic thrombolysis and endovascular reperfusion, rapid infarct evolution occurred. CT on 15 July showed a 98×65 mm infarct with hemorrhagic transformation. Troponin I was 1.23 ng/mL; ECG abnormalities, left ventricular ejection fraction of 36% and regional hypokinesia were documented. Severe metabolic acidosis, inflammatory response and acute kidney dysfunction subsequently developed. Norepinephrine 0.25–0.4 µg/kg/min was required on 17 July and 0.5–0.7 µg/kg/min with epinephrine on 19 July. NIHSS increased from 16 to 30. Progressive mass effect and 5-mm midline shift preceded circulatory arrest. Transient ROSC was followed by recurrent arrest; resuscitation was unsuccessful and biological death was confirmed at 20:50 on 19 July 2026.

Keywords: acute ischemic stroke; middle cerebral artery; hemorrhagic transformation; neurocardiac injury; troponin I; left ventricular ejection fraction; vasopressor support; multiorgan dysfunction; endovascular reperfusion; case report.

References

1. Campbell BCV, De Silva DA, Macleod MR, et al. Ischaemic stroke. Nat Rev Dis Primers. 2019;5:70. DOI: 10.1038/s41572-019-0118-8.
2. Kleindorfer DO, Towfighi A, Chaturvedi S, et al. 2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and TIA. Stroke. 2021;52:e364-e467. DOI: 10.1161/STR.0000000000000375.
3. Prabhakaran S, Ruff I, Bernstein RA. Acute stroke intervention. JAMA. 2015;313:1451–1462. DOI: 10.1001/jama.2015.3058.
4. Macrez R, Ali C, Toutirais O, et al. Stroke and the immune system: from pathophysiology to new therapeutic strategies. Lancet Neurol. 2011;10:471–480. DOI: 10.1016/S1474-4422(11)70066-7.
5. Scheitz JF, Nolte CH, Doehner W, et al. Stroke-heart syndrome: clinical manifestations and underlying mechanisms. Lancet Neurol. 2018;17:1109–1120. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30336-3.
6. Jensen JK, Atar D, Mickley H. Mechanism of troponin elevations in patients with acute ischemic stroke. Int J Cardiol. 2007;114:178–183. DOI: 10.1016/j.ijcard.2006.12.005.
7. Sposato LA, Hilz MJ, Aspberg S, et al. Post-stroke cardiovascular complications and neurogenic mechanisms. Nat Rev Neurol. 2020.
8. Yaghi S, Willey JZ, Cucchiara B, et al. Treatment and outcome of hemorrhagic transformation after intravenous alteplase. Stroke. 2017.
9. Стяжкина С.Н. Эндогенная интоксикация при остром деструктивном панкреатите. Ижевск, 2016. 98 с.
10. Стяжкина С.Н., Климентов М.Н., Пелина Н.А. и др. Проблемы лечения гнойно-септических осложнений мягких тканей при сахарном диабете // Эффективная фармакотерапия. 2025. Т. 21. № 23. С. 38–42.

Куница Владислава Викторовна,

врач-гинеколог, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта»
E-mail: vlada.vlada.91@list.ru.

Токи Нурие Ильясовна,

студент Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»
E-mail: nurietoki@mail.ru

Идиопатический лёгочный фиброз (ИЛФ) представляет собой хроническое прогрессирующее интерстициальное заболевание лёгких с формированием необратимого фиброза и последовательным снижением лёгочной функции. Целью работы являлся анализ современных данных об эпидемиологии, факторах риска, патогенезе, клинических проявлениях, диагностике и терапии ИЛФ. Проведён анализ отечественных и зарубежных публикаций, представленных в базах данных PubMed, Scopus, eLibrary.ru и Web of Science, посвящённых актуальным аспектам заболевания. Обобщены современные сведения о распространённости и заболеваемости ИЛФ, факторах, ассоциированных с его развитием, и основных механизмах фиброгенеза. Установлено, что ведущим патогенетическим механизмом является повторное повреждение альвеолярного эпителия с нарушением репаративных процессов, активацией фибробластов и миофибробластов и избыточным синтезом компонентов внеклеточного матрикса. Рассмотрены основные клинические проявления и современные методы диагностики ИЛФ, включая оценку функциональных показателей лёгких и высокоразрешающую компьютерную томографию с определением паттернов обычной интерстициальной пневмонии. Проанализированы современные подходы к фармакотерапии заболевания. Показано, что основными антифибротическими препаратами при ИЛФ являются пирфенидон и нинтеданиб, применение которых ассоциировано с замедлением снижения функции лёгких и прогрессирования заболевания. Современная диагностика ИЛФ основывается на комплексной оценке клинических, функциональных и лучевых данных, а своевременное начало антифибротической терапии направлено на замедление прогрессирования заболевания.

Ключевые слова: идиопатический лёгочный фиброз; интерстициальные заболевания лёгких; фиброгенез; антифибротическая терапия.

Введение

Легочный фиброз (ЛФ) – это хроническое прогрессирующее интерстициальное заболевание легких из группы идиопатических интерстициальных пневмоний, характеризующееся обширными изменениями в жизнедеятельности и функционировании клеток с повышенным накоплением внеклеточного матрикса, что обуславливает фиброз легочной ткани со значительным нарушением респираторной функции [1,2]. Данная патология связана с гистологическим и/или компьютерно-томографическим (КТ) паттерном обычной интерстициальной пневмонии (ОИП) [3]. Идиопатический легочной фиброз (ИЛФ) является наиболее распространенной формой ЛФ, а распространенность заболевания растет во всем мире в последние годы. Ежегодная заболеваемость ИЛФ оценивается в 0,57–4,51 случая на 100 000 человек в Азии, 0,33–2,51 случая в Европе и 2,4–2,98 случая в Северной Америке. В обзорных исследованиях отмечено, что в среднем на долю ИЛФ приходится 17 (20–37) % всех случаев интерстициальных заболеваний легких [4]. ИЛФ развивается преимущественно у мужчин, средний возраст постановки диагноза составляет приблизительно 65 лет [5]. Течение ИЛФ непредсказуемо, проявляется прогрессирующей одышкой, нарастанием рестриктивных вентиляционных нарушений и имеет плохой прогноз со средней выживаемостью 2–3 года после постановки диагноза, причем основной причиной смерти является хроническая гипоксемическая дыхательная недостаточность [2]. Качество жизни значительно ухудшается из-за прогрессирующего снижения функции легких, в результате чего пациенты испытывают затруднения при выполнении простых повседневных действий; нередко пациентам требуется дополнительный кислород для облегчения нагрузки при нормальном дыхании [1–4]. На данный момент ИЛФ остается неизлечимым заболеванием, тяжесть его течения можно сравнить с онкологическими заболеваниями, терапия направлена на облегчение симптоматики и замедлении прогрессирующего снижения функции легких, для отдельных пациентов возможна трансплантация легких [5]. Сложность подбора терапии для таких больных обусловлена многофакторностью механизмов развития ИЛФ, однако с улучшением понимания патогенеза были разработаны препараты с антифибротической активностью, пирфенидон и нинтеданиб [6]. В настоящее время проводится множество исследований по разработке препаратов, направленных на другие звенья патогенеза [1,2,6].

Цель – проанализировать современную литературу, посвящённую всем аспектам диагностики и терапии легочного фиброза.

Материалы и методы: был проведен анализ зарубежной и отечественной научной литературы. Обзор выполнен в базах данных PubMed, Scopus, eLibrary.ru и Web of Science с помощью поиска источников по ключевым словам темы.

Результаты и их обсуждение

Распространенность и факторы риска ИЛФ

Заболеваемость ИЛФ в различных популяциях составляет примерно 4–9 случаев на 100 000 человеко-лет, при этом, согласно современным данным популяционных исследований, соотношение показателей заболеваемости мужчин и женщин может достигать приблизительно 3–4:1 [5]. По отдельным сообщениям, заболеваемость ИЛФ составляет в среднем 11,3 случая в год на 100 тыс. у мужчин и 7,1 – у женщин [6]. У лиц старше 75 лет заболеваемость и распространенность ИЛФ составляют соответственно 71 и 271 на 100 тыс. населения в год для мужчин, 67 и 266 на 100 тыс. населения в год – для женщин [7]. В возрастной группе от 18 до 34 лет заболеваемость ИЛФ составляет 0,4 на 100 тыс. населения [7]. Общая заболеваемость и распространенность в популяции – 16,3 и 42,7 на 100 тыс. населения в год [7]. По предварительным данным, распространенность и заболеваемость ИЛФ в Российской Федерации составляют от 8 до 12 случаев на 100 000 и от 4 до 7 случаев на 100 000 соответственно [8]. Ранее в 2016 г исследователи Аверьянов А.В. и Лесняк В.Н., экстраполируя зарубежные данные на российскую популяцию, сообщали, что в России не менее 30 тыс. пациентов страдает ИЛФ [4]. Согласно систематическому обзору и мета-анализу, опубликованному в 2025 году, объединенная глобальная распространенность ИЛФ составляет 17,7 случая на 100 000 населения [5]. По данным популяционного исследования, основанного на анализе страховой базы США за 2017–2022 гг., показатель заболеваемости идиопатическим

лёгочным фиброзом варьировал от 14,5 до 26,1 случая на 100 000 человеко-лет в зависимости от использованных диагностических критериев; после возрастнo-половой стандартизации соответствующие значения составляли 9,8–18,4 случая на 100 000 человеко-лет. При этом заболеваемость среди мужчин была выше и составляла 17,0–31,5 случая на 100 000 человеко-лет, тогда как среди женщин – 9,7–21,3 случая на 100 000 человеко-лет [9]. По недавним данным, в Европе распространенность ИФЛ составила 14,6 на 100 000 населения [5], а еще более точные данные представлены в итальянском исследовании, где общая заболеваемость 4,6 случая на 100 000 человеко-лет, при этом мужчины – 9,0/100 000 человеко-лет, а женщины 2,3/100 000 человеко-лет. Позже были получены данные на 31 декабря 2022 г., где распространённость ИЛФ составила: мужчины – 31,9/100 000 и женщины – 11,6/100 000, всего – 21,5/100 000 [10]. Есть более старые сведения, что в Европе примерно 40 000 новых случаев ИЛФ диагностируется каждый год [7]. Объединённая оценка заболеваемости ИЛФ в странах Азии составила 4,4 случая на 100 000 человеко-лет [5]. По данным крупного национального исследования Южной Кореи за период с 2010 по 2023 было выявлено в общей сложности 91 638 случаев ИЛФ и 28 683 случая впервые выявленного ИЛФ, общая распространенность увеличилась с 8,91 на 100 000 человек в возрасте ≥50 лет в 2010 году до 63,78 на 100 000 в 2023 году. Общая заболеваемость увеличилась с 6,07 на 100 000 в 2011 году до 16,86 на 100 000 в 2023 году [11].

К факторам риска развития ИЛФ относятся профессиональные и экологические воздействия, факторы образа жизни и ряд сопутствующих заболеваний. Значимыми экзогенными факторами являются ингаляционное воздействие асбеста, кремниевой пыли и органических антигенов, способствующих повреждению лёгочной ткани, хроническому воспалению и фиброзу [2,7]. Курение и хроническое употребление алкоголя также ассоциированы с повышенным риском ЛФ [2]. Компоненты табачного дыма индуцируют окислительный стресс и воспаление, а никотин стимулирует пролиферацию фибробластов, синтез коллагена и экспрессию миофибробластных маркеров [1,2,7].

К возможным факторам, ассоциированным с развитием ИЛФ, относятся гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (микроаспирация желудочного содержимого повреждает эпителий дыхательных путей и активирует профибротические сигнальные пути); хронические вирусные инфекции (вирусы герпеса, Эпштейна–Барр, цитомегаловирус и вирус гепатита С; особое внимание в последние годы уделяется постковидным фибротическим изменениям) [1–4,7,12].

Сахарный диабет 2-го типа также рассматривается как потенциальный фактор риска ИЛФ [7]. Для пациентов с ИЛФ характерна высокая частота коморбидных состояний, таких как лёгочная гипертензия, синдром обструктивного апноэ сна, рак лёгкого, хроническая обструктивная болезнь лёгких и ишемическая болезнь сердца [2,11,12].



Рис. 1. Факторы риска развития ИЛФ

Патогенез ИЛФ

Ключевым механизмом развития ИЛФ являются повторные и персистирующие повреждения альвеолярного эпителия с последующим нарушением его регенерации [7]. Основными эффекторными клетками фиброгенеза являются миофибробласты и их предшественники [12,13]. Повреждение альвеолцитов II типа сопровождается активацией профибротических сигнальных

путей и нарушением репарации альвеолярного эпителия [2]. Под действием TGF- β происходит дифференциация фибробластов в миофибробласты, которые синтезируют избыточное количество компонентов внеклеточного матрикса, прежде всего коллагена, что способствует рубцеванию и нарушению нормальной архитектуры легочной ткани, постепенному увеличению ее жесткости [2,12–13]. Помимо этого, поврежденный легочный эпителий теряет способность регулировать пролиферацию фибробластов и выработку компонентов внеклеточного матрикса, что ведет к избыточному накоплению компонентов матрикса и прогрессированию фиброза [13].

В патогенезе ИЛФ участвуют возраст-ассоциированное старение альвеолярных клеток, нарушение функции теломер и изменения регенераторного потенциала эпителия. Генетические варианты MUC5B, TERT, TERC и RTEL1 ассоциированы с повышенной восприимчивостью к развитию ИЛФ и нарушением репаративных процессов [2,7].

Центральным профибротическим медиатором является TGF- β [13]. Его повышенная экспрессия выявляется в альвеолярных макрофагах, эпителиальных клетках и фибробластах при ИЛФ. TGF- β индуцирует экспрессию MBD2, тем самым стимулирует переход фибробластов в миофибробласты и ухудшение фиброза. В регуляции клеточной пролиферации, дифференцировки и апоптоза также участвуют молекулярные сигнальные пути WNT/ β -catenin и PI3K/Akt/mTOR [2,12].

Помимо молекулярных механизмов в развитии ИЛФ важное патогенетическое значение имеют клетки легочного интерстиция. Так, например, клетки Клара мигрируют в область альвеол, способствуют их бронхиолизации и образованию фибробластических очагов, путем секреции TGF- β активируют фибробласты, базальные клетки эпителия дыхательных путей подвергаются гиперплазии, участвуют в кистозной трансформации паренхимы (характерной для запущенной стадии ИФЛ), обеспечивают избыточную выработку слизи [14]. Макрофаги, приобретая M2подобный фенотип, характеризующийся активной выработкой интерлейкина (ИЛ)-10, TGF- β , тромбоцитарного фактора роста (PDGF), фактора роста фибробластов (FGF) и фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), которые способствуют прогрессированию фиброза легочной ткани [1,2]. К настоящему времени также получены данные об участии в развитии легочного фиброза нейтрофилов, В-лимфоцитов, плазматических клеток, Т-хелперов второго типа и врожденных лимфоидных клеток [15]. Развитие методов секвенирования позволило выявить ряд новых популяций фибробластов, в частности: матричные фибробласты Col13a1, матричные фибробласты Col14a1 и мезенхимальные клетки-предшественники [2]. Также обнаружены популяции PDGFRB^{high}-фибробластов и p16^{INK4a}-фибробластов [2]. Эндотелиальные клетки участвуют в патогенезе ИЛФ посредством эндотелиально-мезенхимального перехода, нарушения ангиокриной сигнализации и межклеточного взаимодействия с альвеолярным эпителием и фибробластами [12]. Дисфункция эндотелия способствует активации миофибробластов, нарушению регенерации альвеолярного эпителия и ремоделированию сосудов лёгких, тем самым поддерживая прогрессирование фибротического процесса [2,12].

Таким образом, патогенез ИЛФ включает последовательное повреждение альвеолярного эпителия, нарушение его регенерации, активацию фибробластов, формирование миофибробластов и избыточное накопление внеклеточного матрикса. Результатом является необратимый фиброз со снижением растяжимости лёгких и нарушением диффузии газов. [2,12–15].

Клиника и диагностика ИЛФ

Основными клиническими симптомами у пациентов с ИЛФ являются прогрессирующая одышка и сухой кашель, которые на начальных стадиях заболевания большинство больных отмечают во время физической нагрузки. При этом отличительной особенностью кашля является его рефрактерность к противокашлевым средствам, так как в интерстициальной ткани лёгких отсутствуют кашлевые рецепторы [16]. На поздних стадиях ИЛФ кашель приобретает продуктивный характер [7,16]. Другие симптомы ИЛФ: быстрая утомляемость, мышечная слабость, субфебрильная лихорадка, боли в грудной клетке и снижение массы тела [1–3,7,16]. У пациентов с ИЛФ аускультативно выслушиваются хрипы «Velcro» – конечно-инспираторная крепитация [1,7], наиболее часто определяются в заднебазальных отделах, хотя при прогрессировании заболевания крепитация может выслушиваться над всей поверхностью лёгких и в течение всей фазы вдоха [16]. До 50% всех пациентов отмечают изменения концевых фаланг в виде барабанных палочек [3]. По мере прогрессирования ИЛФ возможно развитие лёгочной гипертензии, ассоциированной с повышением нагрузки на правые отделы сердца, в следствие чего выявляются диагностические признаки характерные для легочного сердца: акцент II тона над легочной артерией, систолический шум трикуспидальной регургитации, периферические отеки и диффузный цианоз [1,7,16].

Для выделения ИЛФ из группы других идиопатических интерстициальных болезней важнейшим ориентиром являются результаты компью-

терной томографии (КТ) легких высокого разрешения. Использование этого подхода значительно облегчает диагностику ИЛФ по обнаружению признаков ОИП – рентгеноморфологическое название образа (паттерна), наблюдаемого при ИЛФ [17]. В феврале 2018 г. в журнале «Lancet Respiratory Medicine» опубликовано предложение экспертов Флейшнеровского общества по дальнейшему совершенствованию КТ-критериев диагностики ИЛФ (таб.1) [18].

Таблица 1. Диагностические категории ОИП при КТВР

Признак	Распространение	Образы/отличительные черты
Типичный ОИП-образ (паттерн)	Гетерогенное базальное и субплевральное	«Сотовое лёгкое», ретикулярные тени с периферическими тракционными бронхоэктазами и бронхиолоэктазами. Отсутствие признаков альтернативного диагноза
Вероятный ОИП-образ	Гетерогенное базальное и субплевральное	Ретикулярные тени с периферическими тракционными бронхоэктазами и бронхиолоэктазами. Нет «сотового лёгкого». Отсутствие признаков альтернативного диагноза
Неопределённый ОИП-образ	Варибельное или диффузное	Наличие фиброза с некоторыми малозаметными признаками, предполагающими не-ОИП-образ
КТВР-образ, не соответствующий диагнозу ИЛФ	Верхнедолевое, среднедолевое, перибронховаскулярное распространение с малым субплевральным распространением	Доминирующая консолидация, распространённое и выраженное «матовое стекло» (вне обострения), распространённое мозаичное обеднение рисунка с резко выраженными лобулярными воздушными ловушками на выдохе, диффузные узлы или кисты

В исследованиях описывается симптом пропеллера-расположение сот в верхнепередних и задненижних отделах, обнаруживается у большинства больных с ИЛФ [16]. Весьма заманчивым является использование других диагностических методов в дифференциальной диагностике ИЛФ. Последние международные рекомендации предлагают возможность использования других диагностических методов в зависимости от КТ-образа (паттерна) (таб.2) [18].

Таблица 2. Рекомендации по использованию диагностических методов в зависимости от КТ-образа (паттерна) АТО/ЕРО/ЯРО/ЛАТО (2018 г.)

Диагностический метод	КТ-варианты – вероятный, неопределённый образ ОИП или альтернативный диагноз	КТ-образ ОИП
БАЛ, клеточный анализ	Да (условно)	Нет
Хирургическая биопсия лёгких	Да (условно)	Нет
Трансбронхиальная биопсия лёгких	Нет	Нет
Криобиопсия лёгких	Нет	Нет
Изучение истории применения лекарств и факторов окружающей среды	Тщательное изучение ранее принимавшихся лекарств, а также детальное изучение факторов окружающей среды: дома, на работе и других мест, часто посещаемых пациентом, для исключения иных ИБЛ	Тщательное изучение ранее принимавшихся лекарств, а также детальное изучение факторов окружающей среды: дома, на работе и других мест, часто посещаемых пациентом, для исключения иных ИБЛ
Серологическое тестирование для исключения заболеваний соединительной ткани	Обязательное стандартное тестирование для исключения системных заболеваний соединительной ткани как причины ИБЛ	Обязательное стандартное тестирование для исключения системных заболеваний соединительной ткани как причины ИБЛ
Мультидисциплинарная дискуссия	Мультидисциплинарная дискуссия рекомендуется	Мультидисциплинарная дискуссия рекомендуется
Сывороточные биомаркеры	Не рекомендуется исследование для выявления ИЛФ	Не рекомендуется исследование для выявления ИЛФ

Функциональные методы исследования обеспечивают диагностику ИЛФ и мониторинг течения заболевания, однако не позволяют достоверно отличить ИЛФ от других ИЗЛ вследствие неспецифичности выявляемых нарушений [17].

К гистологическому исследованию биопсийного материала прибегают при диагностической неопределённости ИЛФ с учётом мозаичности морфологических изменений и необходимости выбора репрезентативного участка лёгочной ткани. Биопсия может рассматриваться в случае вероятного или неопределённого ОИП-образа, а также при КТ-признаках, не соответствующих ИЛФ; решение о биопсии должно основываться на индивидуальной оценке диагностической ценности и риска процедуры [3,17,18].

Рассматривается возможность использования биомаркеров в диагностике ИЛФ, таких как MUC5B, TERT (Telomerase reverse transcriptase), мутации генов сурфактанта С и А, ELMOD2, однако их применение в клинической практике ограничено из-за низкой специфичности [18].

Лечение

Традиционные методы лечения ИЛФ включают иммуносупрессанты и глюкокортикоиды, которые направлены на снижение воспаления и активности иммунной системы, что, как предполагается, замедляет прогрессирование фиброза. Однако клинические исследования показали их ограниченную эффективность и потенциальные побочные эффекты, поэтому современные клинические протоколы не рекомендуют их назначение при ИЛФ [19]. В настоящее время клиническая эффективность в лечении ИЛФ доказана только для двух препаратов, зарегистрированных в Российской Федерации: нинтеданиба и пирфенидона [3].

Пирфенидон – первый антифибротический препарат, который был одобрен для лечения ИЛФ в Японии в 2008 г., в Европе – в 2011 г.. В Российской Федерации пирфенидон зарегистрирован в 2016 г [19]. Механизм действия препарата заключается в подавлении фиброгенной активности фибробластов легких человека и TGF-β (Transforming growth factor beta) индуцированной дифференциации миофибробластов, таким образом, препарат обладает антифибротической и противовоспалительной активностью [6,20]. Клинические исследования показали, что пирфенидон замедляет снижение функции легких и улучшает выживаемость без прогрессирования заболевания [19]. К распространенным побочным эффектам относятся желудочно-кишечные расстройства, фоточувствительность и повышение уровня ферментов печени, что требует регулярного мониторинга [2]. В исследованиях III фазы CAPACITY 004 и 006 пирфенидон достоверно замедлял снижение функции легких, при этом эффект сохранялся до 48-й недели [20]. В исследовании ASCEND препарат снизил риск снижения ФЖЕЛ или летального исхода на 47,9%, замедлял снижение дистанции 6-минутной ходьбы и увеличивал выживаемость без прогрессирования ИЛФ [19]. Эффективность пирфенидона также продемонстрирована у пациентов с более выраженными функциональными нарушениями и на поздних стадиях заболевания [20].

Нинтеданиб – это внутриклеточный ингибитор тирозинкиназ, препарат блокирует три вида рецепторов фактора роста: фактора роста фибробластов (1–3); тромбоцитарного фактора роста (α и β); сосудистого эндотелиального фактора роста (1–3). Кроме того, нинтеданиб конкурентно связывается с аденозинтрифосфатом и блокирует внутриклеточный сигнальный путь, а также тормозит пролиферацию и трансформацию фибробластов, что лежит в основе патогенеза ИЛФ [6,19]. Рекомендуется назначать препарат по 150 мг 2 раза в сутки. При ИЛФ нинтеданиб одобрен для лечения пациентов с лёгким и умеренно выраженным течением заболевания, хотя результаты последующего ретроспективного анализа свидетельствуют о сопоставимом терапевтическом эффекте и у пациентов с более тяжёлым течением ИЛФ [1,19,20].

Эффективность нинтеданиба подтверждена в исследованиях III фазы INPULSIS-1 и INPULSIS-2 и долгосрочном исследовании INPULSIS-ON. В обоих исследованиях препарат достоверно замедлял снижение ФЖЕЛ в течение 52 недель. В INPULSIS-2 нинтеданиб также увеличивал время до первого обострения ИЛФ и в меньшей степени ухудшал качество жизни по шкале SGRQ: прирост общего балла составил 2,80 против 5,48 в группе плацебо. В объединённом анализе достоверного различия по времени до первого зарегистрированного обострения не выявлено [20]. Из побочных эффектов чаще всего диарея, реже тошнота, рвота, снижение массы тела и повышение активности печёночных ферментов [19]. Фармакологические исследования в области терапии ИЛФ продолжаются [2,20].

Заключение

ИЛФ представляет собой прогрессирующее заболевание с неблагоприятным прогнозом, требующее своевременной диагностики и динамического наблюдения. Современный диагностический подход основан на комплексной оценке клинических проявлений, функциональных показателей и данных высокоразрешающей компьютерной томографии. Определение характерного паттерна ОИП имеет ключевое значение для установления диагноза и позволяет в ряде случаев избежать инвазивной морфологической верификации. Основу современной терапии составляют антифибротические препараты пирфенидон и нинтеданиб,

замедляющие снижение функции лёгких. Раннее выявление заболевания и своевременное начало лечения являются основными условиями замедления его прогрессирования.

Литература

1. Филиппова А. А. и др. Идиопатический легочный фиброз: интеграция современных диагностических и терапевтических алгоритмов. Забайкальский медицинский вестник. 2026;1: 189–199.

2. Wang J, Li K, Hao D, Li X, Zhu Y, Yu H, Chen H. Pulmonary fibrosis: pathogenesis and therapeutic strategies. MedComm (2020). 2024;5(10): e744. DOI: 10.1002/mco2.744.

3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Идиопатический легочный фиброз: клинические рекомендации. М.; 2021.

4. Авдеев С.Н. Идиопатический легочный фиброз. Пульмонология. 2016;25(5):600–612.

5. Golchin N, Patel A, Scheuring J, Wan V, Hofer K, Collet JP, Elpers B, Lesperance T. Incidence and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis: a systematic literature review and meta-analysis. BMC Pulm Med. 2025;25(1):378. DOI: 10.1186/s12890-025-03836-1.

6. Лещенко И.В., Трифанова Н.М., Эсаулова Н.А., Глушкова Т.В. Лекарственная терапия идиопатического легочного фиброза в наблюдательных исследованиях и в реальной клинической практике. Практическая пульмонология. 2024;(1).

7. Муркамилов И. Т., Сабиров И.С., Фомин В.В., Айтбаев К.А., Юсупов Ф.А. Идиопатический легочный фиброз: распространенность и факторы риска (обзор литературы) // Научное наследие. 2020. № 49–2.

8. Чикина С.Ю., Черняк А.В., Мерзоева З.М. и др. Регистр больных идиопатическим легочным фиброзом в Российской Федерации. Пульмонология. 2020;30(2):173–183. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-2-173-183.

9. Fan Y, Bao H, Pimple P, Olson AL, Nathan SD. Incidence rate and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis in the United States 2017–2022. Ann Am Thorac Soc. 2026;23(2):208–218. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202503-2620C.

10. Francesca G, Michele S, Anna P, Paolo C, Davide C, Federico L, Francesco P, Elisabetta R, Laura T, Sara T, Carrozzi L, Elena B, Alessio C. Epidemiology of idiopathic pulmonary fibrosis: a population registry-based study. Orphanet J Rare Dis. 2026;21(1):57.

11. Yoon HY, Kim KH, Kim SY, Park MS, Park JS, Park JH, Uh ST, Yoo JW, Lee JH, Choi WI, Lee JH, Han CH; Korea ILD Study Group. Nationwide incidence and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis in South Korea. Tuberc Respir Dis (Seoul). 2026. DOI: 10.4046/trd.2026.0012.

12. Muri J, Durcová B, Slivka R, et al. Idiopathic pulmonary fibrosis: review of current knowledge. Physiol Res. 2024;73:487–497. DOI: 10.33549/physiolres.935322.

13. Акуликина Л.А., Щепалина А.А., Zubarev I.S., Moiseev A.S., Бровко М.Ю. Прогрессирующий легочный фиброз: современное состояние проблемы. Пульмонология. 2024;4:13–20. DOI: 10.32756/0869-5490-2024-4-13-20.

14. Choi J, Park JE, Tsagkogeorga G, et al. Inflammatory signals induce AT2 cell-derived damage-associated transient progenitors that mediate alveolar regeneration. Cell Stem Cell 2020;27(3):366–82.

15. Yan S, Li M, Liu B, et al. Neutrophil extracellular traps and pulmonary fibrosis: an update. J Inflamm (Lond). 2023;20(1):2.

16. Mann J, Goh NSL, Holland AE, Khor YH. Cough in idiopathic pulmonary fibrosis. Front Rehabil Sci. 2021;2:751798. DOI: 10.3389/fresc.2021.751798.

17. Шмелев Е.И., Эргешов А.Э., Гергерт В.Я. Дифференциальная диагностика идиопатического легочного фиброза. Терапевтический архив. 2020;92(3):102–108. DOI: 10.26442/00403660.2020.03.000346.

18. Lynch DA, et al. Diagnostic criteria for idiopathic pulmonary fibrosis: a Fleischner Society White Paper. Lancet Respir Med. 2018;6(2):138–153. DOI: 10.1016/S2213-2600(17)30433-2.

19. Муркамилов И.Т. и др. Идиопатический легочный фиброз: современный взгляд на проблему лечения (обзор литературы). The Scientific Heritage. 2020;(50–2):21–28.

20. Giulianelli G, Coccoconelli E, Fiorentù G, Bernardinello N, Balestro E, Spagnolo P. Idiopathic pulmonary fibrosis, today and tomorrow: certainties and new therapeutic horizons. Pulm Ther. 2025;11(2):195–234. DOI: 10.1007/s41030-025-00296-0.

IDIOPATHIC PULMONARY FIBROSIS IN THERAPEUTIC PRACTICE

Kunitsa V.V., Toki N.I.
The Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology named after D.O. Ott, Order of the Red Banner of Labor Medical Institute named after S.I. Georgievsky V.I. Vernadsky Crimean Federal University

Idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) is a chronic progressive interstitial lung disease characterized by the development of irreversible pulmonary fibrosis and a progressive decline in lung function. The aim of this study was to analyze current evidence on the epidemiology, risk factors, pathogenesis, clinical manifestations, diagnosis, and treatment of IPF. A review of Russian and international publications indexed in PubMed, Scopus, eLibrary. ru, and Web of Science and addressing current aspects of the disease was conducted. Current data on the prevalence and incidence of IPF, factors associated with its development, and the underlying mechanisms of fibrogenesis were summarized. Recurrent injury to the alveolar epithelium with impaired reparative processes, activation of fibroblasts and myofibroblasts, and excessive synthesis of extracellular matrix components was identified as a key pathogenic mechanism. The main clinical manifestations and current diagnostic approaches to IPF were reviewed, including assessment of pulmonary function and high-resolution computed tomography with identification of usual interstitial pneumonia patterns. Current approaches to pharmacological treatment were analyzed. Pirfenidone and nintedanib were identified as the principal antifibrotic agents for IPF, with their use associated with a reduced rate of decline in lung function and slower disease progression. Contemporary diagnosis of IPF is based on a comprehensive assessment of clinical, functional, and radiological findings, while timely initiation of antifibrotic therapy is aimed at slowing disease progression.

Keywords: idiopathic pulmonary fibrosis; interstitial lung diseases; fibrogenesis; antifibrotic therapy.

References

1. Filippova AA, et al. Idiopathic pulmonary fibrosis: integration of modern diagnostic and therapeutic algorithms. Zabaikalskii Meditsinskii Vestnik. 2026;(1):189–199.

2. Wang J, Li K, Hao D, Li X, Zhu Y, Yu H, Chen H. Pulmonary fibrosis: pathogenesis and therapeutic strategies. MedComm (2020). 2024;5(10): e744. DOI: 10.1002/mco2.744.

3. Ministry of Health of the Russian Federation. Idiopathic pulmonary fibrosis: clinical guidelines. Moscow; 2021.

4. Avdeev S.N. Idiopathic pulmonary fibrosis. Pulmonology. 2016;25(5):600–612.

5. Golchin N, Patel A, Scheuring J, Wan V, Hofer K, Collet JP, Elpers B, Lesperance T. Incidence and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis: a systematic literature review and meta-analysis. BMC Pulm Med. 2025;25(1):378. DOI: 10.1186/s12890-025-03836-1.

6. Leshchenko I.V., Trifanova N.M., Esaulova N.A., Glushkova T.V. Drug therapy for idiopathic pulmonary fibrosis in observational studies and real-world clinical practice. Practical Pulmonology. 2024;(1).

7. Murkamiлов I.T., Sabirov I.S., Fomin V.V., Aitbaev K.A., Yusupov F.A. Idiopathic pulmonary fibrosis: prevalence and risk factors (literature review). The Scientific Heritage. 2020;(49–2).

8. Chikina S.Yu., Chernyak A.V., Merzhoeva Z.M., et al. Registry of patients with idiopathic pulmonary fibrosis in the Russian Federation. Pulmonology. 2020;30(2):173–183. DOI: 10.18093/0869-0189-2020-30-2-173-183.

9. Fan Y, Bao H, Pimple P, Olson AL, Nathan SD. Incidence rate and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis in the United States 2017–2022. Ann Am Thorac Soc. 2026;23(2):208–218. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202503-2620C.

10. Francesca G, Michele S, Anna P, Paolo C, Davide C, Federico L, Francesco P, Elisabetta R, Laura T, Sara T, Carrozzi L, Elena B, Alessio C. Epidemiology of idiopathic pulmonary fibrosis: a population registry-based study. Orphanet J Rare Dis. 2026;21(1):57.

11. Yoon HY, Kim KH, Kim SY, Park MS, Park JS, Park JH, Uh ST, Yoo JW, Lee JH, Choi WI, Lee JH, Han CH; Korea ILD Study Group. Nationwide incidence and prevalence of idiopathic pulmonary fibrosis in South Korea. Tuberc Respir Dis (Seoul). 2026. DOI: 10.4046/trd.2026.0012.

12. Muri J, Durcová B, Slivka R, et al. Idiopathic pulmonary fibrosis: review of current knowledge. Physiol Res. 2024;73:487–497. DOI: 10.33549/physiolres.935322.

13. Akulikina L.A., Shchepalina A.A., Zubarev I.S., Moiseev A.S., Brovko M. Yu. Progressive pulmonary fibrosis: current state of the problem. Pulmonology. 2024;4:13–20. DOI: 10.32756/0869-5490-2024-4-13-20.

14. Choi J, Park JE, Tsagkogeorga G, et al. Inflammatory signals induce AT2 cell-derived damage-associated transient progenitors that mediate alveolar regeneration. Cell Stem Cell 2020;27(3):366–82.

15. Yan S, Li M, Liu B, et al. Neutrophil extracellular traps and pulmonary fibrosis: an update. J Inflamm (Lond). 2023;20(1):2.

16. Mann J, Goh NSL, Holland AE, Khor YH. Cough in idiopathic pulmonary fibrosis. Front Rehabil Sci. 2021;2:751798. DOI: 10.3389/fresc.2021.751798.

17. Shmelev E.I., Ergeshov A.E., Gergert V. Ya. Differential diagnosis of idiopathic pulmonary fibrosis. Therapeutic Archive. 2020;92(3):102–108. DOI: 10.26442/00403660.2020.03.000346.

18. Lynch DA, et al. Diagnostic criteria for idiopathic pulmonary fibrosis: a Fleischner Society White Paper. Lancet Respir Med. 2018;6(2):138–153. DOI: 10.1016/S2213-2600(17)30433-2.

19. Murkamiлов I.T., et al. Idiopathic pulmonary fibrosis: a modern perspective on the problem of treatment (literature review). The Scientific Heritage. 2020;(50–2):21–28.

20. Giulianelli G, Coccoconelli E, Fiorentù G, Bernardinello N, Balestro E, Spagnolo P. Idiopathic pulmonary fibrosis, today and tomorrow: certainties and new therapeutic horizons. Pulm Ther. 2025;11(2):195–234. DOI: 10.1007/s41030-025-00296-0.

Разработка и клиническая апробация тренажера для отработки навыков анестезии в стоматологии

Самуткина Марина Геннадьевна,

доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии,
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России
E-mail: m.g.samutkina@samsmu.ru

Фишер Ирина Игоревна,

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии,
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России
E-mail: solnce3310@mail.ru

Фоменко Екатерина Дмитриевна,

студент института стоматологии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России
E-mail: katfom2004@mail.ru

Серяпин Константин Михайлович,

аспирант кафедры лазерных и биотехнических систем, Самарского
университета им. Королева
E-mail: c2n@inbox.ru.

В статье представлено описание и результаты апробации тренажера для отработки навыков местной анестезии в стоматологии, разработанного коллективом авторов. Конструктивные и функциональные особенности устройства защищены патентом на полезную модель РФ № RU 201813 U1. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения безопасности инвазивных вмешательств и стандартизации обучения студентов и врачей-стоматологов. В работе рассматриваются цели создания тренажера, его технические характеристики, методология проведения педагогического эксперимента и статистический анализ полученных данных. Результаты исследования демонстрируют высокую эффективность применения данного симулятора для формирования устойчивых мануальных навыков, снижения количества осложнений и повышения уверенности обучающихся при переходе к клинической практике.

Ключевые слова: местная анестезия, стоматология, медицинский тренажер, симуляционное обучение, патент на полезную модель, мануальные навыки.

Введение

Актуальность исследования: местное обезболивание является фундаментальным этапом практически любого стоматологического вмешательства. Качество его выполнения напрямую влияет на физический комфорт пациента, психологическое восприятие лечения и, что наиболее важно, на безопасность процедуры. Осложнения при проведении анестезии, такие как гематомы, повреждение нервов (парестезии), внутрисосудистое введение анестетика или неэффективность обезболивания, могут иметь серьезные последствия и негативно сказываться на репутации врача. [1, с. 23–28]

Традиционная модель обучения «смотри – делай – учи» (watch-one-do-one-teach-one), предполагающая отработку навыков непосредственно на пациентах под контролем преподавателя, несет в себе этические риски и не всегда обеспечивает должный уровень подготовки. Существующие фантомы и муляжи часто не обладают достаточной анатомической достоверностью или системой объективной оценки действий обучающегося. [2, с. 15–20]

В связи с этим разработка специализированных тренажеров, позволяющих многократно отрабатывать технику в безопасной среде с получением обратной связи, является приоритетной задачей современного медицинского образования. Настоящее исследование посвящено разработке и оценке эффективности такого устройства.

Цель исследования: оценить педагогическую эффективность разработанного тренажера для отработки навыков местной анестезии в стоматологии в сравнении с традиционными методами обучения.

Задачи исследования: описать и изучить конструктивные особенности устройства «Тренажер для отработки навыков анестезии в стоматологии» (патент на полезную модель RU 201813 U1).

Провести сравнительный анализ функциональных возможностей разработанного тренажера с существующими аналогами (тренажерами 1–6 уровней реализма).

Разработать методику педагогического эксперимента для оценки эффективности симуляционного обучения.

Провести статистический анализ результатов входного и выходного контроля навыков у студентов экспериментальной и контрольной групп.

Сформулировать выводы о целесообразности внедрения тренажера в образовательный процесс. [3, с. 67–72]

Материалы и методы

Объект исследования: процесс формирования мануальных навыков выполнения проводниковой и инфильтрационной анестезии на нижней челюсти у студентов 3,4,5 -го курсов стоматологического факультета.

Предмет исследования: эффективность использования патентованного тренажера (патент на полезную модель RU 201813 U1) в сравнении с традиционным обучением на фантомах без обратной связи.

Материалы:

- Тренажер собственной разработки: устройство представляет собой анатомический муляж головы (или ее фрагмента) с имитацией мягких тканей и костных структур челюстей. Ключевой особенностью конструкции является наличие встроенной системы обратной связи (световой и звуковой индикатор), срабатывающей при достижении иглой заданной анатомической глубины или целевого нервного ствола (согласно описанию типичной полезной модели данного типа).
- Инструментарий: стандартные карпульные шприцы с иглами различного калибра.
- Программное обеспечение: для фиксации данных (при наличии электронной системы трекинга).

Методы

1. Дизайн исследования: Рандомизированное контролируемое исследование. Выборка из 94 студентов была разделена на две группы: контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ).
2. Входной контроль: Перед началом эксперимента обе группы проходили тестирование теоретических знаний по топографической анатомии и методам анестезии.
3. Обучение:

- Группа КГ: Обучение проводилось по традиционной методике с использованием стандартных фантомов без системы обратной связи под руководством преподавателя.

- Группа ЭГ: Обучение проводилось на разработанном тренажере (Патент на полезную модель RU 201813 U1). Студенты имели возможность многократного повторения манипуляции до достижения положительного результата (срабатывания индикатора), что обеспечивало формирование мышечной памяти.

4. Выходной контроль: По завершении цикла обучения обе группы выполняли инъекцию на стандартном фантоме высокого уровня реализма без системы обратной связи. Оценивались следующие параметры:

- Точность попадания в целевую зону (в %).
- Количество осложнений (прокол «не в том» месте, чрезмерное усилие).
- Время выполнения манипуляции.
- Субъективная оценка уверенности студента (анкетирование).

5. Статистическая обработка: Данные обрабатывались с использованием методов непараметрической статистики (критерий Манна-Уитни) в программном пакете *Statistica 13.0*. Различия считались статистически значимыми при $p < 0.05$.

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ тренажеров

В ходе работы был проведен анализ существующих решений. На рисунках 1–3 представлены фотографии стоматологических тренажеров различного уровня реальности.



Рис. 1. Тренажер 1–2 уровня реальности



Рис. 2. Тренажер 3–4 уровня реальности



Рис. 3. Тренажер 5–6 уровня реальности

Тренажеры 1–2 уровня реализма представляют собой пластиковые блоки без имитации анатомии. Устройства 3–4 уровня включают анатомические муляжи, но лишены объективной оценки действий. Разработанный тренажер по Патенту на полезную модель RU 201813 U1 относится к категории гибридных систем высокого уровня реализма (5–6 уровень), так как он сочетает физическую имитацию тканей с цифровой или механической системой трекинга и обратной связи. [4, с. 18–23]

Результаты педагогического эксперимента

Результаты выходного контроля представлены в виде диаграмм «Входной контроль манипуляций на тренажере» и «Выходной контроль манипуляций на тренажере» (Рис. 4–5).

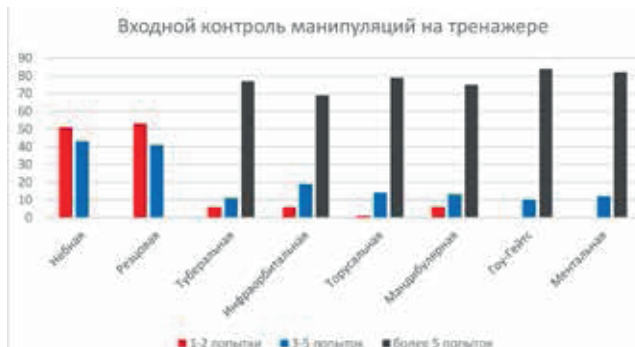


Рис. 4. Входной контроль манипуляций на тренажере

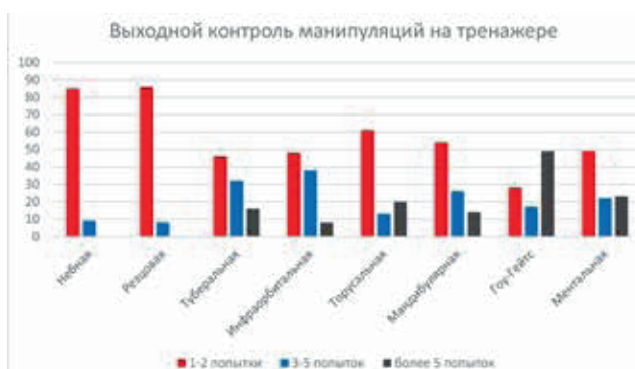


Рис. 5. Выходной контроль манипуляций на тренажере

Анализ данных показал следующие результаты:

- Точность выполнения инъекций: в группе ЭГ точность попадания в целевую зону составила $92\% \pm 4\%$, тогда как в группе КГ этот показатель был значительно ниже – $68\% \pm 7\%$. Различия статистически значимы ($p < 0.001$).

- Количество осложнений: в группе ЭГ не было зафиксировано ни одного случая критической ошибки (прокола язычной артерии или нерва в неверном месте на модели). В группе КГ такие ошибки наблюдались в 18% случаев.

- Скорость выполнения: студенты ЭГ выполняли манипуляцию в среднем за 45 ± 8 секунд, что быстрее показателей КГ (78 ± 12 секунд). Это свидетельствует о более уверенном владении инструментом.

Уровень удовлетворенности: по результатам анкетирования 95% студентов ЭГ отметили высокую полезность тренажера для понимания глубины введения иглы и пространственной ориентации. Студенты КГ в 60% случаев испытывали неуверенность при выполнении манипуляции на выходном контроле. [5, с. 56–61]

Обсуждение результатов

Полученные данные полностью подтверждают рабочую гипотезу о том, что использование тренажера с системой объективной обратной связи значительно превосходит традиционные методы обучения. [6, с. 35–40] Возможность многократного повторения навыка с мгновенным подтверждением правильности действий формирует устойчивую нейромышечную связь. [7, с. 11–16]

Разработанная конструкция (Патент на полезную модель RU 201813 U1) позволяет визуализировать невидимый процесс – достижение кончиком иглы целевого анатомического образования. [8, с. 44–49] Это решает главную проблему обучения анестезии – переход от двухмерного представления на схеме к трехмерному пространству реального пациента. [9, с. 1]

Стоит отметить достоинства метода: тренажер имитирует механическую часть процедуры и может полностью воспроизвести тактильные ощущения от прохождения через различные слои тканей живого человека, но не показывает реакцию пациента на манипуляцию. Тем не менее, он является необходимым мостом между теорией и практикой.

Заключение

Проведенное исследование доказало высокую педагогическую эффективность тренажера для отработки навыков анестезии в стоматологии, разработанного коллективом авторов и защищенного патентом РФ № RU 201813 U1. Применение данного устройства позволяет:

- Существенно повысить точность выполнения инъекций у студентов-стоматологов.
- Минимизировать риск развития осложнений за счет отработки навыка до автоматизма в безопасной среде.
- Ускорить процесс освоения сложных техник обезболивания.
- Повысить уверенность обучающихся при переходе к клинической практике.

Внедрение подобных симуляционных комплексов в образовательный процесс является перспективным направлением развития медицинского образования в России, отвечающим требованиям современных образовательных стандартов.

Выводы

1. Разработанный тренажер для отработки навыков анестезии в стоматологии представляет собой гибридный симулятор высокого уровня реализма, оснащенный системой объективной обратной связи, что выгодно отличает его от стандартных фантомов.

2. Использование данного тренажера в учебном процессе приводит к статистически значимому повышению точности выполнения инъекций (на ~24%) по сравнению с традиционным обучением ($p < 0.001$).

3. Экспериментальная группа студентов продемонстрировала полное отсутствие критических ошибок при выполнении манипуляции на выходном контроле, что подтверждает безопасность метода симуляционного обучения перед клинической практикой.

4. Студенты, прошедшие обучение на тренажере, выполняли процедуру достоверно быстрее и оценивали свой уровень уверенности как высокий, что способствует снижению психоэмоционального напряжения при первых самостоятельных манипуляциях на пациенте.

5. Технология является экономически обоснованной в долгосрочной перспективе за счет снижения затрат на лечение осложнений у пациентов, допущенных неопытными врачами.

Литература

1. Белов А.В., Николаев Ф.Р. Современные тенденции в организации образовательного процесса стоматологов // Медицинская практика. – 2016. – № 4. – С. 23–28.
2. Гончаров В.Г., Ильин А.К. Виртуальное моделирование в стоматологии: перспективы и проблемы // Научные ведомости Белгородского университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2018. – № 2. – С. 15–20.
3. Захарова Э.Ф., Соловьева И.Е. Инновационные образовательные технологии в стоматологии: опыт применения 3D-технологий // Образование и наука. – 2017. – № 5. – С. 67–72.
4. Иванов А.А., Петров Б.Б. Роль 3D-моделирования в развитии профессиональных навыков стоматолога // Вестник стоматологического образования. – 2023. – № 3. – С. 18–23.
5. Мельникова И.С., Новикова Н.И. Возможности и перспективы применения 3D-печати в стоматологическом образовании // Современная медицина и образование. – 2021. – № 4. – С. 56–61.
6. Сергеева О.В., Степанова Е.Н. Современные подходы к обучению стоматологов: значение трехмерных технологий // Российский журнал стоматологии. – 2022. – № 2. – С. 35–40.
7. Сидоров Г.П., Морозова К.Л. Эффективность виртуального моделирования в повышении качества подготовки стоматологов // Проблемы современного стоматологического образования. – 2020. – № 1. – С. 11–16.
8. Якименко Д.Ю., Кузнецова Ю.М. Формирование профессиональных компетенций стоматологов с использованием трехмерных моделей // Высшее медицинское образование России. – 2019. – № 3. – С. 44–49.
9. Патент на полезную модель РФ № RU 201813 U1 «Тренажер для отработки навыков анестезии в стоматологии», авторы: Фишер И.И., Серапин К.М., Самуткина М.Г., Сивухина О.В., Рахимова Д.И., дата приоритета: 22.02.2020.

DEVELOPMENT AND CLINICAL TESTING OF A SIMULATOR FOR PRACTICING ANESTHESIA SKILLS IN DENTISTRY

Samutkina M.G., Fisher I.I., Fomenko E.D., Seryapin K.M.

Samara State Medical University (SamSMU) of the Ministry of Health of Russia

The article presents a description and the results of testing a simulator for practicing local anesthesia skills in dentistry, developed by a team of authors. The design and functional features of the device are protected by the Utility Model Patent № RU 201813 U1. The relevance of the study is due to the need to improve the safety of invasive interventions and standardize the training of students and dentists. The paper discusses the goals of creating a simulator, its technical characteristics, the methodology of conducting a pedagogical experiment and the statistical analysis of the data obtained. The results of the study demonstrate the high effectiveness of using this simulator for the formation of stable manual skills, reducing the number of complications and increasing students' confidence in the transition to clinical practice.

Keywords: local anesthesia, dentistry, medical simulator, simulation training, utility model patent, manual skills.

Referents

1. Belov A.V., Nikolaev F.R. Modern trends in the organization of the educational process of dentists // Medical practice. 2016. № 4. pp. 23–28.
2. Goncharov V.G., Ilyin A.K. Virtual modeling in dentistry: prospects and problems // Scientific Bulletin of Belgorod University. Series: Medicine. Pharmacy. – 2018. – № 2. – pp. 15–20.
3. Zakharova E.F., Solovyova I.E. Innovative educational technologies in dentistry: the experience of using 3D technologies // Education and Science. 2017. № 5. pp. 67–72.
4. Ivanov A.A., Petrov B.B. The role of 3D modeling in the development of professional dental skills // Bulletin of Dental Education. – 2023. – № 3. – pp. 18–23.
5. Melnikova I.S., Novikova N.I. Possibilities and prospects of using 3D printing in dental education // Modern medicine and education. – 2021. – № 4. – pp. 56–61.
6. Sergeeva O.V., Stepanova E.N. Modern approaches to dental training: the importance of three-dimensional technologies // Russian Journal of Dentistry. – 2022. – № 2. – pp. 35–40.
7. Sidorov G.P., Morozova K.L. The effectiveness of virtual modeling in improving the quality of dental training // Problems of modern dental education. 2020. № 1. pp. 11–16.
8. Yakimenko D.Yu., Kuznetsova Yu.M. Formation of professional competencies of dentists using three-dimensional models // Higher medical education in Russia. – 2019. – № 3. – pp. 44–49.
9. Utility Model Patent № RU 201813 U1 «Simulator for practicing anesthesia skills in dentistry», authors: Fischer I.I., Seryapin K.M., Samutkina M.G., Sivukhina O.V., Rakhimova D.I., priority date: 22.02.2020.

Особенности диагностики острого аппендицита у детей раннего возраста: обзорное исследование

Стяжкина Светлана Николаевна,

д.м.н., профессор, завкафедрой оперативной хирургии
и топографической анатомии
E-mail: sstazkina064@gmail.com

Чугаев Егор Александрович,

студент, Ижевский Государственный Медицинский Университет
E-mail: popugajkaegorka@gmail.com

Шарафутдинов Ильшат Рашитович,

студент, Ижевский Государственный Медицинский Университет
E-mail: ilshat2223@yandex.ru

Самиков Нияз Раисович,

студент, Ижевский Государственный Медицинский Университет
E-mail: ns971054@gmail.com

Халимов Альмир Рамилевич,

студент, Ижевский Государственный Медицинский Университет
E-mail: Halmir999@mail.ru

Острый аппендицит (ОА) у детей 0–3 лет характеризуется высокой частотой перфорации и неспецифичностью клинической картины. Цель – критически проанализировать доказательную базу по диагностике ОА у детей 0–3 лет. Материалы и методы: критический нарративный обзор; поиск в PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, Cochrane Library (2015–2025); оценка по QUADAS-2.

Результаты: прямое соответствие с достоверными данными имеет только Ju et al. (2024, n = 135), но его исход – прогнозирование осложнённого ОА, а не диагностика; Pian et al. (2021, n = 366) – AUC = 1,000 недостоверен; косвенные данные для детей до 4 лет (Rassi et al., 2022): AUC PAS 0,69, Alvarado 0,73, AIR 0,79. Ни одна шкала не валидирована в выборке 0–3 лет. Заключение: доказательная база фрагментарна; все выводы – экстраполяция из данных для 0–4 лет; требуются проспективные исследования со стратификацией по подгруппам.

Ключевые слова: острый аппендицит, дети до 3 лет, диагностические шкалы, обзор.

Введение

ОА у детей первых трёх лет жизни принципиально отличается от такового у старших детей. Среди детей младше 4 лет с подтверждённым ОА перфорация выявляется в 66,6% случаев [1], что в 2–3 раза превышает показатель у школьников и отражает задержку диагностики. Однако эта цифра требует осторожной интерпретации: в подгруппе младше 4 лет в [1] было только 13 детей, поэтому значение 66,6% математически невозможно и, вероятно, является ошибкой или округлением в оригинальной публикации.

Причины более тяжёлого течения системны: неспецифичная клиническая картина (беспокойство, плач, отказ от еды, имитирующие кишечную колику, гастроэнтерит, инвагинацию); невозможность вербального контакта исключает оценку миграции и локализации боли – ключевых симптомов большинства шкал; анатомические особенности (высокое расположение отростка, слабо развитый сальник).

Шкалы PAS, Alvarado, RIPASA, AIR разрабатывались и валидировались преимущественно на детях старшего возраста; их применение у детей 0–3 лет основано на недоказанной экстраполяции. Настоящий обзор не восполняет пробел, а описывает и систематизирует его. Согласно рекомендациям WSES Jerusalem Guidelines [11], диагностика ОА у детей младшего возраста остаётся областью с низким качеством доказательств.

Вклад обзора

1. **Прямое соответствие с достоверными данными:** Ju et al. (2024, n = 135) – единственное исследование, специально посвящённое детям ≤3 лет; однако его исход – прогнозирование осложнённого ОА, а не диагностика.

2. **Формальное соответствие с недостоверными данными:** Pian et al. (2021, n = 366) – AUC = 1,000 статистически неправдоподобен; результат исключён.

3. **Косвенные данные (дети до 4 лет):** Rassi et al. (2022) – единственное исследование с диагностическими AUC для PAS, Alvarado и AIR; дети 0–12 мес не входили.

4. Ни одна шкала (PAS, Alvarado, RIPASA, AIR) не валидирована в выборке 0–3 лет для диагностики ОА.

Цель: критически проанализировать доказательную базу по диагностической ценности клинических шкал и биомаркеров для диагностики ОА у детей 0–3 лет, разграничив прямые и экстраполированные данные.

Задачи:

1. Оценить соответствие исследований шкал (PAS, Alvarado, RIPASA, AIR) целевой популяции 0–3 лет.

2. Оценить экстраполируемость данных по биомаркерам (СРБ, ПКТ, фекальный кальпротектин, лактоферрин) на выборку 0–3 лет.

3. Проанализировать комбинированные модели и их применимость у детей 0–3 лет.

4. Выявить пробелы доказательной базы и сформулировать методологические требования.

PIRT: P – дети 0–3 лет с подозрением на ОА; I – диагностические шкалы и/или биомаркеры; R – гистопатология или интраоперационная верификация; T – острый аппендицит. Исходы: чувствительность, специфичность, AUC с 95% ДИ.

Материалы и методы

Тип обзора. Критический нарративный обзор. Обзор не следует в полном объёме рекомендациям PRISMA 2020 [12] и не зарегистрирован в PROSPERO. Количественный синтез не выполнялся. Оценка качества – QUADAS-2 [13] (Приложение А). Выбор нарративного формата обусловлен целью – методологическим аудитом доказательной базы [14, 15]. Оценка качества доказательств проводилась по системе GRADE [16].

Стратегия поиска. Поиск: PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, Cochrane Library. Глубина поиска: январь 2015 – декабрь 2025.

Критерии включения: 1) дизайн – когортные исследования, диагностические тесты, систематические обзоры, мета-анализы; 2) популя-

ция – дети с подозрением на ОА при наличии отдельного анализа для подгруппы 0–3 лет (исследования 0–4 лет без выделения младшей подгруппы – только как источник косвенных данных); 3) вмешательство – оценка диагностической шкалы и/или биомаркера; 4) исходы – чувствительность, специфичность, AUC, ППЦ, ОПЦ; 5) референсный стандарт – гистопатология или интраоперационная верификация.

Критерии исключения: 1) только взрослая популяция (>18 лет); 2) отсутствие данных, относимых к 0–3 годам; 3) отсутствие количественных диагностических характеристик; 4) тезисы конференций; 5) n < 20 в подгруппе 0–3 лет.

Обоснование отказа от количественного синтеза: 1) исследований с отдельным анализом для 0–3 лет – 2 (Pian 2021; Ju 2024), но их исходы различны; 2) исследований с частичным соответствием (0–4 года) – 1 (Rassi et al., 2022); 3) пороги различаются (PAS ≥5 vs ≥6; RIPASA 7,5 vs 10–12; Alvarado >7); 4) расчёт I² не проводился: менее 3 исследований с сопоставимым порогом; 5) результат Pian 2021 (AUC = 1,000) признан недостоверным.

Скрининг и оценка качества. Два независимых исследователя проводили скрининг и полнотекстовый отбор; разногласия разрешались консенсусом. Согласие между исследователями (каппа Козна) не измерялось – это ограничение обзора. QUADAS-2 использовалась для диагностических исследований; домен «Применимость (пациенты)» оценивается относительно целевой популяции – детей 0–3 лет. Полная оценка – в Приложении А.

Статус источников 2026 года. Все ссылки 2026 года – in press или preprint; для каждой указан DOI.

Результаты

Диагностические шкалы

PAS. Rassi et al. (2022) [4] – единственное исследование диагностической точности PAS у детей до 4 лет: 100 детей (медиана 39,5 мес; диапазон 12–47 мес), 90 с гистологически подтверждённым ОА; дети 0–12 мес не входили. AUC PAS = 0,69; ППЦ при высоком риске = 93,6%; ОПЦ при низком = 66,7%; комбинация PAS + положительное УЗИ: AUC = 0,88. Авторы: «ни одна из шкал не может быть использована для установления диагноза ОА у детей младшего возраста».

Ju et al. (2024) [2]: ретроспективный анализ 135 детей ≤3 лет с ОА (97 осложнённых, 38 неосложнённых); независимые факторы риска осложнённого ОА – СРБ, максимальный диаметр аппендикса, PAS; AUC PAS = 0,6776; СРБ = 0,7663; диаметр аппендикса = 0,5604 (прогностическая, а не диагностическая ценность).

Феномен «недооценки» PAS. Средний балл у детей <4 лет ниже, чем ≥4 лет (5,25 vs 6,60; p = 0,005). При пороге PAS ≥5 чувствительность у <4 лет – 70,5%, специфичность – 66,7%; при ≥6 – 41,2% и 100%.

Alvarado. Rassi et al. (2022) [4]: AUC = 0,73; ППЦ при высоком риске = 92,7%; ОПЦ при низком = 75,0%; с положительным УЗИ AUC снижалась до 0,58. Villegas-Arenas et al. (2025) [1]: 451 ребёнок 1–14 лет, из них 13 младше 4 лет; при пороге >7 специфичность 96%, чувствительность 38,8%. Частота перфорации в подгруппе младше 4 лет в источнике указана как 66,6%, однако при n = 13 это значение математически невозможно и, вероятно, является ошибкой или округлением в оригинальной публикации.

RIPASA. Abo El-Ela et al. (2024) [5]: 154 ребёнка 1–14 лет; при пороге 7,5 чувствительность 97,1%, специфичность 75%, ППЦ 97%, ОПЦ 75%, точность 94,8%; при пороге PAS 6–95,9% и 80%; данные по подгруппе 0–3 лет не извлекались.

AIR. Rassi et al. (2022) [4]: AUC = 0,79 – выше PAS (0,69) и Alvarado (0,73), но различие незначимо (p > 0,05); ОПЦ при низком риске = 50,0%.

Биомаркеры

ПКТ. Pian et al. (2021) [3]: n = 366 младенцев и детей раннего возраста; медиана ПКТ при ОА 1,20 нг/мл против 0,03 нг/мл в группе других заболеваний (p < 0,05); AUC = 1,000 (95% ДИ 0,999–1,000) – статистически неправдоподобен; результат исключён из основных выводов. Ju et al. (2024) [2] включили ПКТ в многофакторный анализ, но диагностические характеристики не приведены.

СРБ. Suljendić et al. (2024) [19]: n = 114, медиана 9,5 лет; чувствительность 83%, точность 59% – выборка не соответствует 0–3 годам. В Ju et al. (2024) [2] СРБ – независимый фактор риска осложнённого ОА у детей ≤3 лет (ОШ = 1,045; 95% ДИ 1,024–1,067), AUC = 0,7663 (прогностическая ценность).

Фекальный кальпротектин. Zhou et al. (2020) [9]: 84 пациента; кальпротектин при ОА достоверно выше (240,5 vs 68,5 мкг/г; P < 0,001); AUC = 0,928 (95% ДИ 0,855–0,972) при пороге 106 мкг/г; подгруппа <3 лет не представлена. Мета-анализ Arredondo Montero et al. (2023)

[10]: 10 исследований, 3901 участник, возраст 0–21 год; заключение: «недостаточно доказательств полезности мочевого или фекального кальпротектина в диагностике ОА у детей».

Фекальный лактоферрин. Sarsu et al. (2017) [6]: n = 120; AUC = 0,977 при дифференциации неосложнённого и осложнённого ОА; при пороге 60 мкг/г чувствительность 96,7%, специфичность 93,3%; подгруппа <3 лет не представлена.

Комбинированные модели и стратификация

PAS + УЗИ: AUC = 0,88 (Rassi et al., 2022) [4]. ML-модели у детей <3 лет не валидированы [18]. Ни одно из включённых исследований не стратифицирует выборку 0–3 лет на подгруппы 0–12 мес, 1–2 года, 2–3 года – ключевое ограничение.

Таблица 1. Сводная характеристика ключевых исследований

Автор, год	n	Возраст	Соответствие 0–3 годам	Метод	Ключевые результаты
Rassi et al., 2022 [4]	100	<4 лет (12–47 мес)	Косвенное (нет 0–12 мес)	PAS, Alvarado, AIR	AUC: PAS 0,69; Alvarado 0,73; AIR 0,79
Pian et al., 2021 [3]	366	Младенцы и дети раннего возраста	Формальное, результат недостоверен	ПКТ, СРБ, лейкоциты	ПКТ: AUC 1,000 (недостоверен)
Ju et al., 2024 [2]	135	≤3 лет	Прямое (достоверные данные)	PAS, СРБ, ПКТ	PAS AUC 0,6776; СРБ AUC 0,7663 (прогностическая)
Sarsu et al., 2017 [6]	120	Дети (не детализировано)	Не соответствует	Лактоферрин	AUC 0,977 (прогностическая)
Zhou et al., 2020 [9]	84	Смешанная популяция	Не соответствует	Кальпротектин	AUC 0,928; <3 лет не экстрагированы
Arredondo Montero et al., 2023 [10]	3901	0–21 год	Нет	Кальпротектин	«Недостаточно доказательств»

Примечание. Zhou et al. (2020) [9] – источник косвенных данных; не соответствует целевой популяции 0–3 лет.

Таблица 2. Уровни доказательности (GRADE)

Метод	Ограничения	Качество	Применимость к 0–3 годам
PAS	Не валидирована у <3 лет; AUC 0,6776 (прогностический)	Очень низкое	Косвенные + прогностические
Alvarado	Не валидирована у <3 лет; чувствительность 38,8%	Очень низкое	Косвенное
RIPASA	Нет данных для <3 лет	Очень низкое	Нет данных
AIR	Низкая ОПЦ; не валидирована у <3 лет	Очень низкое	Косвенное
ПКТ	AUC = 1,000 недостоверен	Очень низкое	Недостоверен
СРБ	Прогноз, а не диагностика; нет группы сравнения	Очень низкое	Прогностические данные
Кальпротектин	Мета-анализ «недостаточно доказательств»	Очень низкое	Не соответствует
Лактоферрин	Нет данных для <3 лет	Очень низкое	Не соответствует

Примечание. Все оценки – «очень низкое»: ни одно исследование не разрабатывалось специально для оценки диагностической точности в выборке 0–3 лет.

Таблица 3. Практические рекомендации

Рекомендация	Сила	Обоснование
Не использовать шкалы как единственный инструмент у детей 0–3 лет	Сильная	Риск перфорации; ограниченная ценность PAS
Не экстраполировать пороги шкал из старших групп	Сильная	Риск ложноотрицательных результатов
Ранний доступ к УЗИ; при невозможности – госпитализация	Сильная	Риск перфорации 66,6%
ПКТ при доступности для дифференциации	Слабая	AUC = 1,000 требует валидации
Кальпротектин и лактоферрин – только в исследовательских протоколах	Слабая против рутинного использования	Противоречивые данные

Примечание. Качество доказательств для всех рекомендаций – очень низкое. Рекомендации согласуются с позицией WSES Jerusalem Guidelines [11].

Обсуждение

Сопоставление с предыдущими обзорами

Настоящий обзор подтверждает выводы Dahabreh et al. (2015) [7] о снижении чувствительности шкал у детей <5 лет, но уточняет их: для выборки 0–3 лет доказательная база по УЗИ также ограничена – единственное исследование с диагностическими AUC (Rassi et al., 2022) не включало детей 0–12 мес, а комбинированные модели не стратифицированы. Результаты согласуются с заключением мета-анализа Arredondo Montero et al. (2023) [10] о недостаточности доказательств полезности кальпротектина у детей. Настоящий обзор акцентирует методологический аспект: разграничение диагностических и прогностических исследований и выявление систематического дефекта – отсутствия исследований, специально разработанных для оценки диагностической точности в выборке 0–3 лет.

Гетерогенность выборки 0–3 лет. Выборка внутренне неоднородна. У новорождённых уровни ПКТ физиологически повышены в первые 48–72 часа жизни, что может давать ложноположительные результаты. Иммунный ответ у детей первых месяцев жизни характеризуется преобладанием врождённого иммунитета и сниженной продукцией провоспалительных цитокинов, что может влиять на ценность СРБ и ПКТ. Спектр патологии, имитирующей ОА, различается: у новорождённых – некротизирующий энтероколит, у детей 2–3 лет – инвагинация, гастроэнтерит, мезаденит. Ни одно из включённых исследований не стратифицирует по этим подгруппам.

ПКТ: контекст и AUC = 1,000. ПКТ повышается при системных бактериальных инфекциях, часто имитирующих ОА. В Pian et al. (2021) [3] контрольная группа описана как «другие заболевания»; если в неё входили дети с пневмонией или ИМП, AUC = 1,000 может отражать способность ПКТ различать ОА и здоровых детей, а не диагностировать ОА. AUC = 1,000 статистически неправдоподобен; вероятные причины – переобучение модели, спектральный сдвиг, идеальное разделение при малом числе событий, ошибка расчёта. Результат не может использоваться для рекомендаций. Для сравнения, AUC как мера диагностической точности описана в классической работе Hanley и McNeil [8].

Противоречие по фекальному кальпротектину. Расхождение между Zhou et al. (2020) [9] (AUC 0,928) и мета-анализом Arredondo Montero et al. (2023) [10] объясняется: 1) мета-анализ не экстрагировал данные для <3 лет; 2) Zhou et al. не детализировали референсный стандарт; 3) Zhou et al. включили взрослых – риск спектрального сдвига; 4) различие порогов. Противоречие не разрешается на имеющихся данных.

Этические аспекты. Соотношение риска инвазивных тестов и риска пропустить ОА складывается в пользу агрессивной диагностики: частота перфорации 66,6% у детей <4 лет указывает на недостаточную агрессивность текущей практики. Этическая дилемма – между немедленной агрессивной диагностикой (риск избыточных вмешательств) и выжидательной тактикой (риск запущенных форм). Для детей 0–3 лет информированное согласие родителей обязательно. Предпочтение – неинвазивным методам визуализации. Включение детей 0–3 лет в исследовательские протоколы требует одобрения этического комитета.

Ограничения обзора:

1. малое число исследований, специально посвящённых выборке 0–3 лет;

- 2. невозможность мета-анализа из-за гетерогенности порогов;
- 3. отсутствие данных по IL-6, ЛИИ;
- 4. отсутствие стратификации по подгруппам;
- 5. ограниченный доступ к полным текстам;
- 6. согласие между исследователями (каппа Козна) не измерялось;
- 7. регистрация в PROSPERO не проводилась;

Заключение

Доказательная база по диагностике ОА у детей 0–3 лет фрагментарна. Ни одна шкала не валидирована в выборке 0–3 лет для диагностики ОА; единственное исследование в целевой выборке (Ju et al., 2024, n = 135) оценивало прогностическую ценность PAS (AUC = 0,6776), а не диагностическую точность. Pian et al. (2021) формально соответствует целевой выборке, но AUC = 1,000 недостоверен и исключён из основных выводов. Диагностические выводы для детей 0–3 лет – экстраполяция из данных для 0–4 лет.

Практические рекомендации:

- 1. Не использовать шкалы как единственный диагностический инструмент у детей 0–3 лет (сильная; очень низкое качество).
- 2. Не экстраполировать пороговые значения шкал из старших групп (сильная; очень низкое качество).
- 3. Обеспечить ранний доступ к УЗИ; при невозможности – немедленная госпитализация (сильная; очень низкое качество).
- 4. Определение ПКТ при доступности для дифференциации – слабая рекомендация.
- 5. Кальпротектин и лактоферрин не рекомендованы для рутинной диагностики (слабая против рутинного использования).

Перспективы исследований:

- 1. Проспективное многоцентровое исследование диагностической ценности ПКТ у детей 0–3 лет с ОА. Дизайн: проспективное когортное диагностическое исследование. Размер выборки рассчитан на основе ожидаемой распространённости 0,35, С-статистики 0,80, числа параметров модели 5–7; ориентировочно 300–400 пациентов. Референсный стандарт: гистопатология. Первичный исход: AUC (95% ДИ). Обязательная стратификация: 0–12 мес, 1–2 года, 2–3 года.
- 2. Валидация диагностической точности PAS и AIR в выборке 0–3 лет – проспективное когортное исследование.
- 3. Проспективная оценка фекального кальпротектина и лактоферрина у детей 0–3 лет – когортное исследование со стратификацией.
- 4. Разработка и валидация ML-модели, обученной на данных детей 0–3 лет, в соответствии с рекомендациями TRIPOD+AI [17].

Организационные аспекты. При n ≈ 350: ≥10 центров с набором ≥18 пациентов/центр/год за 24 мес = 360 пациентов; либо ≥5 центров с ≥35 пациентов/центр/год за 24 мес = 350 пациентов.

Литература

1. Villegas-Arenas D., Echandía-Villegas C.A., Echandía-Alvarez C.A. Utilidad de la Escala de Alvarado en pacientes pediátricos con dolor abdominal del Hospital Universitario del Valle [Применимость шкалы Alvarado у педиатрических пациентов с болью в животе в Университетской больнице дель Валье] // Univ. Salud. 2025. Vol. 27, № 1. P. e7435. DOI: 10.22267/rus.252701.332. EDN: AXUKDE.

2. Ju J. J., Zhang T., Cheng Y. et al. Risk factors for acute complicated appendicitis in children aged three years and younger [Факторы риска острого осложнённого аппендицита у детей в возрасте трёх лет и младше] // BMC Pediatr. 2024. Vol. 24, № 1. P. 484. DOI: 10.1186/s12887-024-04959-w. EDN: SCAHZI.

3. Pian P., Chang Q., Zhou G. et al. Diagnostic Value of Serum Procalcitonin in Appendicitis in Infants and Young Children [Диагностическая ценность сывороточного прокальцитонина при аппендиците у младенцев и детей раннего возраста] // Clin. Lab. 2021. Vol. 67, № 11. P. 2407–2413. DOI: 10.7754/Clin.Lab.2021.201233. EDN: KHDRFY.

4. Rassi R., Muse F., Sánchez-Martínez J., Cuestas E. Diagnostic Value of Clinical Prediction Scores for Acute Appendicitis in Children Younger than 4 Years [Диагностическая ценность клинических прогностических шкал острого аппендицита у детей младше 4 лет] // Eur. J. Pediatr. Surg. 2022. Vol. 32, № 2. P. 198–205. DOI: 10.1055/s-0041-1722860. EDN: PUNYJM.

5. Abo El-Ela M. M., Ibrahim S. G., Ramadan M. RIPASA Score versus Pediatric Appendicitis Score in Diagnosis of Acute Appendicitis in Pediatric Patients [Шкала RIPASA в сравнении с педиатрической шкалой аппендицита в диагностике острого аппендицита у педиатрических пациентов] // Egypt. J. Hosp. Med. 2024. Vol. 97, № 1. P. 3410–3414. DOI: 10.21608/ehjm.2024.384063. EDN: GTOHNP.

6. Sarsu S. B., Erbagci A. B., Ulusal H. et al. The Place of Calprotectin, Lactoferrin, and High-Mobility Group Box 1 Protein on Diagnosis of Acute

Appendicitis with Children [Место кальпротектина, лактоферрина и белка группы высокой подвижности 1 в диагностике острого аппендицита у детей] // Indian J. Surg. 2017. Vol. 79, № 2. P. 131–136. DOI: 10.1007/s12262-016-1467-0. EDN: EOQUQU.

7. Diagnosis of Right Lower Quadrant Pain and Suspected Acute Appendicitis [Диагностика боли в правом нижнем квадранте и подозрения на острый аппендицит] / I.J. Dahabreh, G.P. Adam, C.W. Halladay et al. // AHRQ Comparative Effectiveness Reviews. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2015. Report No.: 15(16)-EHC025-EF. PMID: 27054223.

8. Hanley J. A., McNeil B.J. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve [Значение и использование площади под кривой операционных характеристик (ROC)] // Radiology. 1982. Vol. 143, № 1. P. 29–36. DOI: 10.1148/radiology.143.1.7063747.

9. Zhou W., Qiao H., Yuan W. et al. Diagnostic utility of fecal calprotectin in patients presenting to the emergency department with suspected acute appendicitis [Диагностическая полезность фекального кальпротектина у пациентов, поступающих в отделение неотложной помощи с подозрением на острый аппендицит] // Am.J. Emerg. Med. 2020. Vol. 38, № 11. P. 2303–2307. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.10.022. EDN: ZGAFNJ.

10. Arredondo Montero J., Bardaji Pascual C., Antona G. et al. Diagnostic performance of calprotectin and APPY-1 test in pediatric acute appendicitis [Диагностические характеристики кальпротектина и теста APPY-1 при педиатрическом остром аппендиците] // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2023. Vol. 49, № 2. P. 763–773. DOI: 10.1007/s00068-022-02000-2. EDN: IEYPXQ.

11. Podda M., Ceresoli M., De Simone B. et al. Diagnosis and Treatment of Acute Appendicitis: 2025 Edition of the World Society of Emergency Surgery Jerusalem Guidelines [Диагностика и лечение острого аппендицита: редакция 2025 г. Иерусалимских рекомендаций Всемирного общества неотложной хирургии] // JAMA Surg. 2026. Vol. 161, № 3. P. 283–295. DOI: 10.1001/jamasurg.2025.6218. EDN: RKNUXE.

12. Page M. J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M. et al. The PRISMA 2020 statement [Заявление PRISMA 2020] // BMJ. 2021. Vol. 372. P. n71. DOI: 10.1136/bmj.n71. EDN: JFSQRW.

13. Whiting P. F., Rutjes A.W. S., Westwood M.E. et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies [QUADAS-2: пересмотренный инструмент для оценки качества исследований диагностической точности] // Ann. Intern. Med. 2011. Vol. 155, № 8. P. 529–536. DOI: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.

14. Ferrari R. Writing narrative style literature reviews [Написание нарративных обзоров литературы] // Medical Writing. 2015. Vol. 24, № 4. P. 230–235. DOI: 10.1179/2047480615Z.000000000329.

15. Greenhalgh T., Thorne S., Maltzer K. Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? [Время оспорить ложную иерархию систематических обзоров над нарративными?] // Eur. J. Clin. Invest. 2018. Vol. 48, № 6. P. e12931. DOI: 10.1111/eci.12931.

16. Schünemann H. J., Mustafa R.A., Brozek J. et al. GRADE guidelines: 21 part 1 [Рекомендации GRADE: 21, часть 1] // J. Clin. Epidemiol. 2020. Vol. 122. P. 129–141. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2019.12.020. EDN: ODZWIM.

17. Collins G. S., Moons K.G. M., Dhiman P. et al. TRIPOD+AI statement [Заявление TRIPOD+AI] // BMJ. 2024. Vol. 385. P. e078378. DOI: 10.1136/bmj-2023-078378. EDN: WSTQKK.

18. Qiu S., Zhou J., Liu G. et al. Research on the construction of an artificial intelligence model for the early diagnosis of pediatric acute appendicitis: a single-center retrospective study based on complete blood count [Исследование построения модели искусственного интеллекта для ранней диагностики педиатрического острого аппендицита: одноцентровое ретроспективное исследование на основе общего анализа крови] // BMC Pediatr. 2026. Vol. 26. P. 547. DOI: 10.1186/s12887-026-06933-0. EDN: TTTMCU.

19. Suljendić S., Čosićkić A., Hadžić-Kečalović A., Žigić D. Diagnostic value of procalcitonin, C-reactive protein and leukocyte count in detecting acute appendicitis in paediatric patients – a single center experience [Диагностическая ценность прокальцитонина, С-реактивного белка и количества лейкоцитов в выявлении острого аппендицита у педиатрических пациентов – опыт одного центра] // Med. Glas. (Zenica). 2024. Vol. 21, № 2. P. 315–320. DOI: 10.17392/1712-21-02. EDN: TBYSVN.

FEATURES OF DIAGNOSIS OF ACUTE APPENDICITIS IN YOUNG CHILDREN: A REVIEW STUDY

Styazhkina S.N., Chugaev E.A., Sharafutdinov I.R., Samikov N.R., Khalimov A.R.
Izhevsk State Medical University

Acute appendicitis (AA) in children aged 0–3 years is characterized by a high perforation rate and nonspecific clinical presentation. Objective – to critically analyze the evidence base for the diagnosis of AA in children aged 0–3 years. Materials and methods: critical narrative review; search in PubMed/MEDLINE, Web of Science, Scopus, Cochrane Library (2015–2025); QUADAS-2 assessment. Results: only Ju et al. (2024, n = 135) directly corresponds to reliable data, but its outcome is prediction of complicated AA, not diagnosis; Pian et al. (2021, n = 366) – AUC = 1.000 is unreliable; indirect data for children under 4 years (Rassi et al., 2022): AUC PAS 0.69, Alvarado 0.73, AIR 0.79. No score has been validated in the 0–3 years cohort. Conclusion: the evidence base is fragmentary; all conclusions are extrapolated from data for 0–4 years; prospective studies with subgroup stratification are required.

Keywords: acute appendicitis, children under 3 years, diagnostic scores, review.

References

1. Villegas-Arenas D., Echandiá-Villegas C.A., Echandiá-Alvarez C.A. Utilidad de la Escala de Alvarado en pacientes pediátricos con dolor abdominal del Hospital Universitario del Valle // Univ. Salud. 2025. Vol. 27, № 1. P. e7435. DOI: 10.22267/rus.252701.332. EDN: AXUKDE.

2. Ju J. J., Zhang T., Cheng Y. et al. Risk factors for acute complicated appendicitis in children aged three years and younger // BMC Pediatr. 2024. Vol. 24, № 1. P. 484. DOI: 10.1186/s12887-024-04959-w. EDN: SCAHZI.

3. Pian P., Chang Q., Zhou G. et al. Diagnostic Value of Serum Procalcitonin in Appendicitis in Infants and Young Children // Clin. Lab. 2021. Vol. 67, № 11. P. 2407–2413. DOI: 10.7754/Clin.Lab.2021.201233. EDN: KHDRFY.

4. Rassi R., Muse F., Sánchez-Martínez J., Cuestas E. Diagnostic Value of Clinical Prediction Scores for Acute Appendicitis in Children Younger than 4 Years // Eur. J. Pediatr. Surg. 2022. Vol. 32, № 2. P. 198–205. DOI: 10.1055/s-0041-1722860. EDN: PUNYJM.

5. Abo El-Ela M.M., Ibrahim S.G., Ramadan M. RIPASA Score versus Pediatric Appendicitis Score in Diagnosis of Acute Appendicitis in Pediatric Patients // Egypt. J. Hosp. Med. 2024. Vol. 97, № 1. P. 3410–3414. DOI: 10.21608/ehm.2024.384063. EDN: GTOHNP.

6. Sarsu S. B., Erbagci A.B., Ulusal H. et al. The Place of Calprotectin, Lactoferrin, and High-Mobility Group Box 1 Protein on Diagnosis of Acute Appendicitis with Children // Indian J. Surg. 2017. Vol. 79, № 2. P. 131–136. DOI: 10.1007/s12262-016-1467-0. EDN: EOQUQU.

7. Diagnosis of Right Lower Quadrant Pain and Suspected Acute Appendicitis / I.J. Dahabreh, G.P. Adam, C.W. Halladay et al. // AHRQ Comparative Effectiveness Reviews. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2015. Report No.: 15(16)-EHC025-EF. PMID: 27054223.

8. Hanley J. A., McNeil B.J. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve // Radiology. 1982. Vol. 143, № 1. P. 29–36. DOI: 10.1148/radiology.143.1.7063747.

9. Zhou W., Qiao H., Yuan W. et al. Diagnostic utility of fecal calprotectin in patients presenting to the emergency department with suspected acute appendicitis // Am.J. Emerg. Med. 2020. Vol. 38, № 11. P. 2303–2307. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.10.022. EDN: ZGAFNJ.

10. Arredondo Montero J., Bardaji Pascual C., Antona G. et al. Diagnostic performance of calprotectin and APPY-1 test in pediatric acute appendicitis // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. 2023. Vol. 49, № 2. P. 763–773. DOI: 10.1007/s00068-022-02000-2. EDN: IEYPXQ.

11. Podda M., Ceresoli M., De Simone B. et al. Diagnosis and Treatment of Acute Appendicitis: 2025 Edition of the World Society of Emergency Surgery Jerusalem Guidelines // JAMA Surg. 2026. Vol. 161, № 3. P. 283–295. DOI: 10.1001/jamasurg.2025.6218. EDN: RKNUXE.

12. Page M. J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M. et al. The PRISMA 2020 statement // BMJ. 2021. Vol. 372. P. n71. DOI: 10.1136/bmj.n71. EDN: JFSQRW.

13. Whiting P. F., Rutjes A.W. S., Westwood M.E. et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies // Ann. Intern. Med. 2011. Vol. 155, № 8. P. 529–536. DOI: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.

14. Ferrari R. Writing narrative style literature reviews // Medical Writing. 2015. Vol. 24, № 4. P. 230–235. DOI: 10.1179/2047480615Z.000000000329.

15. Greenhalgh T., Thorne S., Maltzer K. Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? // Eur. J. Clin. Invest. 2018. Vol. 48, № 6. P. e12931. DOI: 10.1111/eci.12931.

16. Schünemann H. J., Mustafa R.A., Brozek J. et al. GRADE guidelines: 21 part 1 // J. Clin. Epidemiol. 2020. Vol. 122. P. 129–141. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2019.12.020. EDN: ODZWIM.

17. Collins G. S., Moons K.G. M., Dhiman P. et al. TRIPOD+AI statement // BMJ. 2024. Vol. 385. P. e078378. DOI: 10.1136/bmj-2023-078378. EDN: WSTQKK.

18. Qiu S., Zhou J., Liu G. et al. Research on the construction of an artificial intelligence model for the early diagnosis of pediatric acute appendicitis: a single-center retrospective study based on complete blood count // BMC Pediatr. 2026. Vol. 26. P. 547. DOI: 10.1186/s12887-026-06933-0. EDN: TTTMCU.

19. Suljendić S., Čosićkić A., Hadžić-Kečalović A., Žigić D. Diagnostic value of procalcitonin, C-reactive protein and leukocyte count in detecting acute appendicitis in paediatric patients – a single center experience // Med. Glas. (Zenica). 2024. Vol. 21, № 2. P. 315–320. DOI: 10.17392/1712-21-02. EDN: TBYSVN.

Харланова Кристина Сергеевна,

аспирант, научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
E-mail: hks@mail.ru

Селихов Алексей Владимирович,

старший научный сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
E-mail: Selihov.ostu@yandex.ru

Андрянов Владислав Алексеевич,

технический сотрудник лаборатории молекулярной, трансляционной и цифровой кардиоиммунологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
E-mail: vladoslavandrianov@yandex.ru

Мишин Владислав Владимирович,

заведующий кафедрой Электроники, радиотехники и систем связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
E-mail: zam_fdo@mail.ru

Повсеместное внедрение носимых электронных устройств в практику здравоохранения и эргономики сдерживается двумя основными факторами: недостаточной достоверностью регистрации физиологических сигналов в условиях естественной двигательной активности и отсутствием унифицированных подходов к мультимодальной синхронизации разнородных биомедицинских данных. Существующие моноблочные регистраторы, как правило, ориентированы на измерение одного-двух параметров, что не позволяет провести комплексную оценку вегетативного статуса организма в динамике. Разрабатываемый аппаратно-программный комплекс (АПК) позволяет производить непрерывный синхронный мониторинг электрокардиосигнала (ЭКГ), периферической сатурации кислорода (SpO_2) и акселерометрии с последующим вычислением производных показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР). Исследование включает три этапа: (1) схемотехническое проектирование малогабаритного сенсорного узла на базе микроконтроллеров и оптическим датчиком отражённой фотоплетизмографии; (2) разработку математического обеспечения в среде высокоуровневого моделирования; (3) проведение сравнительных испытаний с участием здоровых добровольцев в трёх функциональных состояниях: покой, ортостатическая проба и дозированная физическая нагрузка. Предложенные схемотехнические и алгоритмические решения позволяют создать автономное устройство с временем непрерывной работы более 12 часов. Разработанный АПК может быть рекомендован в качестве инструмента для скрининга донозологических состояний, мониторинга эффективности кардиореабилитации. Представленный подход открывает перспективы для создания распределённых телеметрических систем с функцией прогнозирования критических событий на основе анализа многомерных временных рядов.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, витальные показатели, мониторинг, портативный прибор, датчик.

Введение

В условиях стремительного развития персонализированной медицины и дистанционных форм оказания медицинской помощи задача непрерывного объективного контроля функционального состояния человека приобретает первостепенное значение. Особую остроту эта проблема имеет для групп повышенного риска: пациентов с ишемическими заболеваниями, лиц пожилого возраста, а также специалистов, работающих в экстремальных условиях (операторы атомных станций, лётчики, сотрудники МЧС) и спортсменов. Внезапное развитие критических состояний, таких как фибрилляция желудочков, синкопе или острый коронарный синдром, часто не имеет выраженных продромальных признаков, что делает необходимым внедрение систем автономного долговременного автоматизированного мониторинга жизненно важных показателей человека.

Современный рынок носимых устройств предлагает широкий спектр решений – от фитнес-трекеров до медицинских холтеров. Однако, как показывает практика, существующие системы обладают рядом системных ограничений. Во-первых, большинство коммерческих устройств (в том числе smart-часы) ориентированы на регистрацию одного или двух параметров (как правило, пульса и шагов), что не позволяет провести комплексную оценку вариабельности сердечного ритма (ВСР). Во-вторых, встраиваемые алгоритмы обработки, как правило, работают по принципу «чёрного ящика» и не адаптированы к условиям реальной эксплуатации, сопровождающейся двигательными артефактами и электрической природой, а также не имеют медицинской сертификации, что заставляет задуматься о корректности результатов. В-третьих, существующие медицинские системы (например, суточные регистраторы ЭКГ) обладают высокой точностью, но являются громоздкими, дорогостоящими и непригодны для длительного автономного использования вне стационара.

Цель настоящего исследования заключается в разработке, математическом моделировании и экспериментальной верификации аппаратно-программного комплекса для мультипараметрического мониторинга, обеспечивающего синхронную регистрацию ЭКГ, сатурации и акселерометрии с возможностью последующего вычисления расширенного набора временных и спектральных маркеров функционального состояния.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Разработка структурной схемы АПК, разработка схем принципиальных и функциональных.
2. Провести экспериментальные исследования на добровольцах, выполнить сравнительный анализ с референтным оборудованием и статистическую обработку полученных данных.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные в работе математические модели и алгоритмы могут быть использованы при разработке нового поколения носимых мониторов здоровья. Созданный аппаратный прототип и программное обеспечение обладают открытой архитектурой, что делает возможным их адаптацию под различные клинические и эргономические задачи – от скрининга донозологических состояний до построения систем биологической обратной связи.

Материалы и методы

Данные, полученные с предлагаемого АПК, сопоставлены с референтным оборудованием. Для подтверждения работоспособности и проверки правдивости результатов АПК была использована обработка результатов многократного измерения.

Результаты и обсуждение

Предлагается структурная схема аппаратно-программного комплекса для мультипараметрического мониторинга жизненно важных показателей функций человека (Рисунок 1). Устройство состоит из 3 датчиков (сатурация, ЭКГ, акселерометр), коммутатора, предназначенного для сбора данных, устройства отображения результатов (ЭВМ/телефон/планшет) и хранилища с функцией передачи данных медицинскому персоналу (сеть Internet).



Рис. 1. Схема структурная аппаратно-программного комплекса

Технические характеристики системы представлены в таблице 1 [6].

Таблица 1. Технические характеристики датчиков системы мониторинга жизненно важных показателей человека

Сатурация	ЭКГ	Акселерометр
Диапазон измерения сатурации: 70–100%	Частота дискретизации ЭКГ: не менее 1 кГц	Многоосность: трех-осевой акселерометр с осями X, Y, Z
Диапазон измерения пульса: 30–300 уд/мин	Количество отведений: 3 с возможностью увеличения до 12	Высокая точность и частота дискретизации: $\pm 1-3$ дБ, опорная частота 100Гц
Погрешность измерений: не более 3	Погрешность измерений: не более 10%	Погрешность измерений: не более 5°

Таблица 2. Формулы для обработки многократных измерений

Формула
Среднее арифметическое значение $\bar{v} = \frac{\max Q_i - \bar{Q} }{S_Q}$, где n – количество измерений, Q_i – значение измерения
Среднеквадратическое отклонение $S_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}$, где $\bar{Q}$ – среднее арифметическое
Расчет v критерия $v = \frac{\max Q_i - \bar{Q} }{S_Q}$, где S_Q – среднеквадратическое отклонение
Доверительный интервал $E = S_Q \cdot t$, где t – коэффициент Стьюдента

Программное обеспечение (ПО) каждого датчика представляет из себя встроенное ПО для микроконтроллера, расположенного на плате датчика. ПО состоит из набора программных модулей разбитых на 2 группы: общие и специализированные модули.

Группа общих модулей является универсальной и включает в себя:

1. Модуль инициализации микроконтроллера
2. Модуль приема и передачи данных, обеспечивающий полудуплексную связь с концентратором, для приема и отправки сформированных кадры по SPI-интерфейсу.
3. Модуль работы с внешней флеш-памятью, обеспечивающий запись и чтение данных измерения.
4. Модуль исполнения команд, реализующий логику работы датчика на основе модели конечного автомата.

Группа специализированных модулей уникальна для каждого датчика и включает в себя программные модули, реализующие взаимодействие с микросхемами, установленными на плату датчика и обработку результатов измерений.

Согласно вышеописанному, логика работы датчика представлена в виде конечного автомата. Конечный автомат состоит из набора состояний и переходов. Переходы между состояниями выполняются за счет получения команд от концентратора, согласно протоколу обмена [возможно ссылка на описание протокола обмена].

Описание состояний представлено ниже:

1. Состояние «Подключен» – первоначальное состояние, в котором находится датчик после включения и ожидает команд от концентратора. Основной функционал (проведение измерений, пересылка данных измерений) в этом состоянии недоступен.

2. Состояние «Готовность» означает, что датчик полностью готов к работе и основные функции датчика доступны для их исполнения.

3. Состояние «Измерение». В этом состоянии датчиком выполняется измерение и происходит их накопление в флеш-памяти, установленной на плате датчика.

4. Состояние «Пересылка». В этом состоянии датчик выполняет только пересылку данных измерения по запросу от концентратора.

5. Состояние «Измерение и пересылка» – означает параллельное выполнение измерения и пересылку накопленных данных измерения по запросу концентратора.

ПО датчика содержит механизм проверки работоспособности первичных преобразователей измерений (АЦП или микросхемы, расположенные на плате датчика), активируемый за счет соответствующей команды CMD_STATUS.

Графическое описание конечного автомата представлено на рисунке 2 ниже.

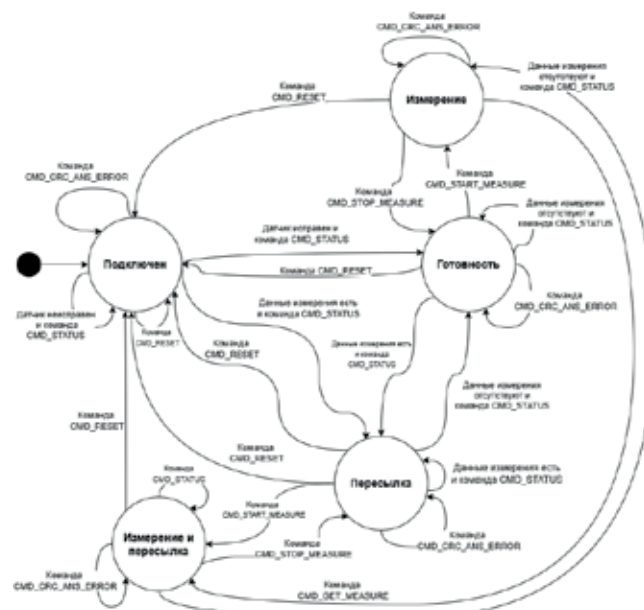


Рис. 2. Графическое описание ПО

Датчик сатурации

Датчик сатурации выполнен на интегральном специализированном модуле MAX30102. Его описание представлено выше. Структура датчика представлена на рисунке 3, однако измерения построены по отличающемуся алгоритму.

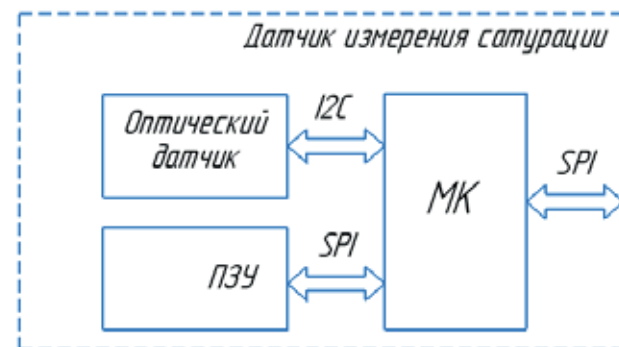


Рис. 3. Датчик сатурации. Схема структурная

В качестве примера на рисунке 4 представлена диаграмма пробного экспериментального исследования по оценке сатурации, на рисунке 5 – результаты с усреднением по 10 точкам по времени.

Конструктивно датчик выполнен в виде устройства, охватывающего палец пациента и фиксированным усилием. Это необходимо для поддержания точности измерения.

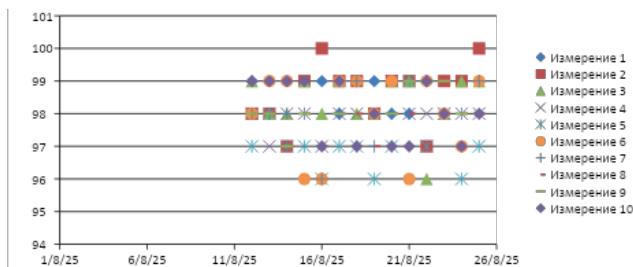


Рис. 4. Результаты оценки сатурации датчиком



Рис. 5. Среднее значение сатурации, полученной при измерении датчиком

Датчик ЭКГ

Разработана структурная схема датчика, представленная на рисунке 6. Датчик содержит набор электродов, количество которых выбирается в зависимости от используемого числа отведений в каждом конкретном случае. Для датчика используются электроды контактного типа, обеспечивающие надёжное снятие сигнала с человека и обеспечивающие все, предусмотренные нормативной документацией, меры безопасности. Так же предусмотрен блок защиты входных цепей для предотвращения выхода из строя последующих высокочувствительных измерительных цепей. Усиление сигналов с малых уровней, до уровня, использующего полную шкалу аналого-цифрового преобразователя осуществляется блоком усилителей, с выхода которого сигнал подаётся на модуль аналого-цифрового преобразования (АЦП). С выхода АЦП сигнал в виде цифрового кода поступает на микроконтроллер, выполняющий предварительную обработку данных и формирование выходного сигнала в соответствии с протоколом обмена данных по интерфейсу SPI. Управляющая программа и промежуточные результаты измерений сохраняются в блоке памяти (ПЗУ и ОЗУ). Измерительным ядром датчика является специализированная микросхема ADS1293 с соответствующей обвязкой. Программное обеспечение (ПО) разрабатываемого устройства написано на языках C++ и MicroPython.

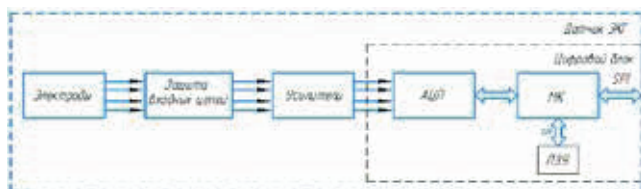


Рис. 6. Датчик электрокардиографический. Схема структурная

Основными особенностями датчика ЭКГ являются:

- поддержка аппаратного прерывания DRDY для точной синхронизации;
- отправка данных без потерь, в бинарном формате для максимальной скорости;
- управление фильтрами и конфигурацией ADS1293 через регистры;
- возможность программного включения/отключения фильтрации каналов.

Примеры сигналов, полученных с разработанного датчика и впоследствии визуализированных, представлены на рисунке 7.

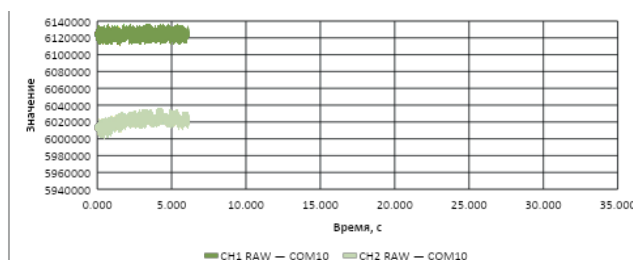


Рис. 7. Пример сигналов ЭКГ с датчика ЭКГ

На рисунке 7 представлены измерения ЭКГ сигнала с использованием 2-ух COM-портов, длительность измерений составляет 30 секунд. Полученные сигналы сохраняются в формате RAW, после чего подвергаются дальнейшей обработке фильтрами.

Акселерометр

В медицинской практике акселерометр выполняет роль объективного регистратора биомеханических процессов. Если традиционная неврологическая оценка тремора или походки субъективна, то акселерометр предоставляет числовые значения ускорений, частот и амплитуд.

Основные диагностические области включают:

- неврология и двигательные расстройства;
- кардиология и реабилитация;
- пульмонология;
- травматология и ортопедия.

Для медицинских применений, особенно имплантируемых и носимых, критическими параметрами являются миниатюрность, сверхнизкое энергопотребление и возможность калибровки / самотестирования, поэтому в разрабатываемом датчике используется микросхема семейства STM32.

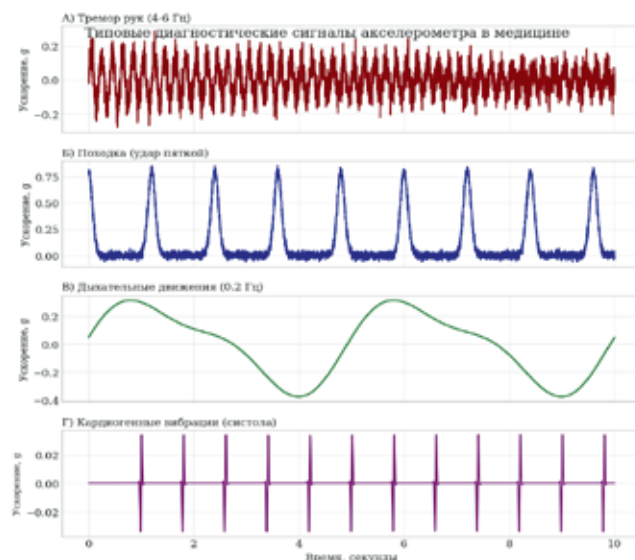


Рис. 8. Пример сигналов акселерометра из разных диагностических областей

Вывод

В результате выполнения исследования разработан, изготовлен и экспериментально верифицирован аппаратно-программный комплекс для мультипараметрического мониторинга жизненно важных функций человека, обеспечивающий синхронную регистрацию электрокардиосигнала, сатурации кислорода и акселерометрии. По итогам проведённой работы могут быть сформулированы следующие основные выводы.

1. **Экспериментально подтверждена** метрологическая состоятельность комплекса, которая соответствует требованиям стандарта ISO 80601-2-61 для устройств мониторинга насыщения крови кислородом.

Разработанный АПК может быть рекомендован для использования в системах телемедицинского мониторинга, скрининга донозологических состояний, а также в качестве инструмента оценки эффективности реабилитационных мероприятий. Благодаря открытой архитектуре и модульности программного обеспечения комплекс может быть интегрирован в существующие медицинские информационные системы без существенной модернизации аппаратной части.

Таким образом, полученные результаты создают основу для дальнейшего развития носимых систем мультипараметрического мониторинга с функциями прогнозирования критических состояний на основе многомерного анализа физиологических данных.

Работа выполнена в ОГУ имени И.С. Тургенева в рамках государственного задания № 075-00197-26-01 от 26.02.2026 г. на 2026 год, проект № FSGN-2024-0007 (1023110800218-7-3.2.4;3.1.3;2.6.1).

Литература

1. Юрченко, Н. Ю., Соседов, А.И. Оценка перспектив развития мобильной медицины // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 5. – С. 298–304.

2. Истомина, Т.В. Методы и средства обработки биоэлектрической информации: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.01 – Пенза, 2002. – 334 с.

3. Макеева, В.С. Мониторинг физического состояния: учебное пособие. – Орёл: Госуниверситет-УНПК, 2013. – 100 с.

4. Ситдилов, Ф.Г. Физиологические основы диагностики функционального состояния организма: Учебное пособие к практическим занятиям по физиологии для бакалавров, магистров / Ф.Г. Ситдилов, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефилов – Казань, КФУ, 2019. – 105 с.

5. Науменко, А. И., Скотников, В.В. Основы электроплетизмографии. Л.: Медицина, 1975. – 216 с.

6. Харланова К.С., Ревякина М.О., Селихов А.В., Донцов В.М., Мишин В.В. Мобильный многопараметрический программно-аппаратный комплекс мониторинга показателей здоровья человека // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2025. Том 15 № 2 С. 169–189.

DEVELOPMENT, MODELING AND EXPERIMENTAL EVALUATION OF A HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR MULTIPARAMETRIC MONITORING OF VITAL HUMAN FUNCTIONS

Kharlanova K.S., Selikhov A.V., Andrianov V.A., Mishin V.V.

I.S. Turgenev Orel State University

The widespread adoption of wearable electronic devices in healthcare and ergonomics is hindered by two primary factors: the insufficient reliability of physiological signal acquisition during natural physical activity and the lack of standardized approaches to the multimodal synchronization of heterogeneous biomedical data. Existing single-unit recording devices are typically designed to measure only one or two parameters, precluding a comprehensive, dynamic assessment of the body's autonomic status. The hardware-software

system currently under development enables continuous, synchronous monitoring of the electrocardiogram (ECG) signal, peripheral oxygen saturation (SpO₂), and accelerometry, followed by the calculation of derived heart rate variability (HRV) parameters. The study comprises three stages: (1) circuit design of a compact sensor node based on microcontrollers and an optical reflectance photoplethysmography sensor; (2) development of mathematical models in a high-level simulation environment; and (3) comparative testing involving healthy volunteers across three functional states: rest, an orthostatic test, and controlled physical exertion.

The proposed circuit and algorithmic solutions enable the creation of an autonomous device capable of over 12 hours of continuous operation. The developed hardware-software system can be recommended as a tool for screening pre-nosological conditions and monitoring the efficacy of cardiac rehabilitation. The presented approach paves the way for the development of distributed telemetry systems capable of predicting critical events through the analysis of multidimensional time series.

Keywords: hardware-software system, vital signs, monitoring, portable device, sensor.

References

1. Yurchenko, N. Yu., Sosedov, A.I. Assessment of prospects for the development of mobile medicine // Innovations and Investments. – 2019. – No. 5. – P. 298–304.

2. Istomina, T.V. Methods and means of processing bioelectric information: Doctoral dissertation (Technical Sciences): 05.13.01 – Penza, 2002. – 334 p.

3. Makeeva, V.S. Monitoring of physical condition: a study guide. – Orel: State University-UNPK, 2013. – 100 p.

4. Sitdikov, F.G. Physiological foundations of diagnosing the functional state of the organism: A study guide for practical classes in physiology for bachelor's and master's students / F.G. Sitdikov, N.I. Ziyatdinova, T.L. Zefirov – Kazan, KFU, 2019. – 105 p.

5. Naumenko, A. I., Skotnikov, V.V. Fundamentals of electroplethysmography. Leningrad: Meditsina, 1975. – 216 p.

6. Kharlanova K.S., Revyakina M.O., Selikhov A.V., Dontsov V.M., Mishin V.V. Mobile multiparameter hardware-software complex "Diptychs" for human health indicators // (Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Informatics. Medical Instrument Engineering. 2025. Vol. 15, No. 2, pp. 169–189).

Современные представления о влиянии резко-континентального климата на состояние здоровья

Бабенкова Анна Николаевна,

кандидат медицинских наук, врач – психиатр, Сочинский государственный университет; преподаватель института корпоративного обучения и непрерывного образования
E-mail: annachita86@mail.ru

Макаревская Юлия Эдуардовна,

кандидат психологических наук, декан Сочинский государственный университет
E-mail: yuliya-sochi@mail.ru

Погодина Татьяна Григорьевна,

доктор медицинских наук, профессор кафедры уголовного права и процесса, доцент, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Лобачевского
E-mail: tatiana.pogodina@mail.ru

Вопрос воздействия климата не только на физическое здоровье, но и на психическое состояние занимает важное место в ряду медицинских разработок. Исследования широкого спектра объектов и явлений многофакторной системы «природная среда – организм» направлены на изучение актуальной и сложнейшей проблемы – взаимосвязи человека, климата и погоды. Детальное изучение влияния микроклиматических и погодных факторов на организм позволит оптимизировать систему психодиагностических и реабилитационных мероприятий для сохранения психического здоровья и работоспособности организма.

Цель настоящего обзора заключается в установлении новых представлений о роли неблагоприятных климатических условий резко-континентального климата на организм человека.

Для изучения научных достижений в области влияния неблагоприятных природно-климатических условий на состояние здоровья использовались такие методы как системно-структурный и сравнительный.

На основе имеющихся литературных данных представлен сравнительно-географический анализ неблагоприятного влияния биоклиматических факторов резко-континентального климата на некоторые параметры организма человека. Рассмотрены особенности влияния неблагоприятных природно-климатических условий на некоторые функциональные системы организма.

Сформулирован вывод о необходимости дальнейшего изучения роли влияния резко-континентального климата на состояние организма, как для фундаментальной науки, так и для клинической медицины.

Ключевые слова: резко-континентальный климат, здоровье человека, влияние климата на организм человека.

Введение

В настоящее время имеются убедительные данные о том, что неблагоприятные климатические и погодные условия негативно отражаются на физическом благополучии. Ранее были описаны сведения, что природные факторы в некоторых определенных климатических условиях вредят здоровью (высокие и низкие температуры воздуха, ветер, песок, пыль, местная фауна). Другие исследователи также сообщают о значительном снижении работоспособности в жарком климате [2]. Воздействие резко-континентального климата изучено в меньшей степени. Тем не менее, сравнительно-географический анализ условий формирования здоровья населения в районах данных климато – географических зон показал, что практически всюду фактором первого порядка выступает климат. В северных частях таких регионов погодный режим особенно суров: до десяти дней в месяц условия настолько неблагоприятны, что лимитируют пребывание человека на открытом воздухе. Организм испытывает значительную, а иногда и избыточную тепловую нагрузку (понимаемую как разницу между выработкой тепла и его отдачей с единицы поверхности тела, то есть тепловой дефицит) [2, 4, 38]. Всё это влечёт за собой изменения функционирования организма и снижение работоспособности. Поэтому проблема воздействия климата может занять важное место в ряду медицинских разработок.

Обсуждение и результаты

Анализ научной литературы свидетельствует о широком круге объектов и явлений в сложной системе «природная среда – организм». Исследования в этой области направлены на решение актуальнейшей задачи – выяснения связей между человеком, погодой и климатом.

Климат формируется под совокупным действием солнечного излучения, атмосферных течений, влагооборота и свойств подстилающей земной поверхности. Взаимодействие особенностей некоторых факторов и определяет формирование резко-континентального климата: с холодной продолжительной и малоснежной зимой, относительно жарким и влажным летом в горнотаежных и недостаточно влажным – в южных степных районах, с короткими переходными периодами [9].

Одной из характерных особенностей таких регионов является распространение вечной мерзлоты на большей части территории, которая залегает мощными пластами с «островами» таликов (участков незамерзающей породы среди вечной мерзлоты). Также типичны большие годовые и суточные перепады температур. Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха варьирует от 31 до 53 °С. Долгая зима (свыше пяти месяцев) отличается антициклональным типом погоды: много штилей, мало осадков и облачности, небольшое число солнечных часов и очень тонкий снежный покров – все это обуславливает низкие температуры. Средние январские температуры составляют от –21 до –34 °С. Наиболее холодная зима (–35–37 °С) наблюдается на севере; ежегодно в отдельные дни температура может опускаться до –40–45 °С, а иногда и до –60–65 °С [3, 4, 32].

Воздействие климата на человеческий организм представляет собой комплексное влияние среды, проявляющееся через конкретные погодные условия. Медико-географическую значимость климата на практике оценивают через закономерно повторяющиеся сочетания метеорологических показателей, влияющих на тепловое состояние. В биоклиматических исследованиях широко применяют оценку климата по режимам погоды – это позволяет реалистично представить те вариации погодных условий, которым постоянно подвергается человек. Кроме того, многие учёные сходятся во мнении, что на организм сильнее влияют не обычный ход метеорологических величин, а частые, непериодические изменения погоды в целом, определяя термин «погода» сложным комплексом взаимосвязанных метеоявлений и величин, где один фактор усиливает или ослабляет действие другого. Например,

величина теплового дефицита или избытка в теле человека показывает отклонение теплового состояния от оптимального: чем больше это отклонение, тем сильнее напряжение физиологических процессов терморегуляции [2].

Как отмечают А.В. Орлов и А. Мухтаркызы, климатические условия непосредственно воздействуют на процессы терморегуляции человека [31]. Адаптация организма к внешне средовым параметрам реализуется через сложные физиологические механизмы, поддерживающие неизменность температуры тела независимо от внешних колебаний. Нормальная температура тела (порядка 36,6 °C) выступает обязательным условием адекватного течения метаболических реакций, ферментативной активности и функционирования внутренних органов. Система терморегуляции координирует взаимодействие нервной, эндокринной и сосудистой систем, обеспечивая как продукцию тепла, так и его отдачу во внешнюю среду. В зависимости от показателей температуры и влажности воздуха организм задействует различные адаптивные механизмы. В условиях пониженных температур активируется стратегия сохранения тепла за счет сужения периферических сосудов, что уменьшает теплоотдачу; параллельно усиливается метаболизм и генерируется дополнительное тепло. В условиях резко континентального климата, при воздействии холода, организм может подвергаться разным типам общего охлаждения. «Тепловое состояние человека» понимается как функциональные состояния, зависящие от теплового воздействия и теплового комфорта (разные степени напряжения системы терморегуляции). Организм сохраняет жизнеспособность при относительно постоянстве температуры (36,6–36,8 °C), которое обеспечивается динамическим равновесием между теплопродукцией и теплоотдачей [3, 31, 32].

Для количественной оценки суровости условий пребывания человека на открытом воздухе при отрицательных температурах применяется коэффициент жесткости погоды, предложенный И.А. Арнольди. Согласно данным, у работающих на морозе людей снижение температуры кожи щеки прямо пропорционально падению условной температуры. Для холодного периода установлены следующие классы: VIII – мягкая погода, IX – умеренно суровая, X – суровая, XI – очень суровая, XII – крайне суровая. Погоды XI класса, а также те, при которых возможны осадки и существенные отклонения давления и электрического поля, считаются неудовлетворительные – самочувствие может отклоняться от нормы. К группе крайне неудовлетворительных относят I, VII и XIII классы при положительных температурах и XII класс – при отрицательных [1, 23].

Острое охлаждение фиксируется, когда потери тепла внезапно начинают превышать его продукцию, причем гипотермия развивается в интервале от нескольких минут до 1–2 часов при сохраненных энергетических ресурсах. Подострое охлаждение характеризуется приблизительным соответствием теплопотерь; организм поддерживает допустимый тепловой режим до момента истощения энергоресурсов, а гипотермия наступает в течение нескольких часов или суток. При хроническом охлаждении нормальный тепловой статус обеспечивается за счет усиленной теплопродукции, и такое состояние может сохраняться несколько суток подряд [2].

Негативные эффекты холода человек обычно начинает ощущать задолго до реального снижения температуры тела. Ключевую роль в возникновении субъективного дискомфорта играет тепловое состояние дистальных сегментов конечностей [10]. Установлено, что в зимний период работоспособность в большей степени определяется тепловым режимом кистей, нежели общим тепловым балансом. Температура кожных покровов кистей и стоп служит предиктором допустимого времени работы и основанием для прекращения деятельности. При температуре кожи кисти 22,3±0,34 °C возникает ощущение холода; при значениях ниже 25 °C ограничивается подвижность пальцев; а при 10–13 °C она резко снижается. Охлаждение кожи до диапазона 11,0–14,5 °C создает риск ее повреждения [6, 40].

Возможно также развитие «холодовых местных поражений без отморожений» (ХПБО) – синдрома, возникающего при продолжительном охлаждении тканей в интервале температур от +15 °C до –1 °C. Изначально такие поражения, наблюдавшиеся у военнослужащих при длительном нахождении в окопах, относили к отморожениям, однако клиническая картина имела отличия. В военной медицине за ними закрепилось название «траншейная стопа», подчеркивающее их специфику. Предрасполагающим фактором рассматривалась утомляемость, а непосредственной причиной – замедление венозного кровотока из-за сниженной мышечной активности. Холоду и влажности поначалу отводилась второстепенная роль. Впоследствии было признано значение холода, сырости и компрессии сосудов тесной обувью, уменьшающей кровоснабжение стопы. Была подтверждена необходимость тщательного ухода за обувью и частой ротации личного состава для миними-

зации воздействия неблагоприятных факторов [6, 40]. В настоящее время к факторам риска ХПБО относят пролонгированное воздействие холодной и влажной среды, венозный застой (вследствие длительной неподвижности или ношения тесной обуви). Дополнительными провоцирующими условиями служат дегидратация, недостаточное питание, психоэмоциональный стресс, переутомление, а также ослабление организма на фоне сопутствующей патологии или травмы [10, 13].

Отморожения отдельных анатомических областей представляют собой опасные холодовые повреждения, обусловленные комплексным действием низкой температуры, повышенной влажности и подвижности воздуха. Кожный покров постоянно контактирует с внешней средой и выполняет барьерно-адаптивную функцию, защищая организм от стрессорных воздействий. Однако при истощении или недостаточности защитных систем развивается патологическое повреждение кожи, которое в тяжелых случаях может привести к летальному исходу.

Е.Г. Ивановой рассмотрены погодные факторы, способствующие срыву адаптационных механизмов системы кровообращения, основные проявления истощения данных органов при кратковременном и непрерывном воздействии экстремального климата [12]. Отмечено, что низкие и высокие температуры связаны развитием кардиоваскулярной патологии с превышением числа госпитализаций и смертей от сердечно – сосудистых заболеваний (ИБС, инфаркт миокарда, артериальная гипертензия). Установлено неблагоприятные влияния суровых климатических условий на сердечно – сосудистую систему, особенно в зимний период, в высокой распространенности метаболического синдрома [10].

Кроме того, известно также, помимо прямого холодового воздействия, существенное негативное влияние на физиологические процессы оказывают резкие флуктуации метеорологических параметров, а также быстрая смена климатических зон при перемещениях. Такие изменения способны провоцировать патологические состояния или обострения уже имеющихся заболеваний. Резкая смена погоды может перенапрягать адаптационные механизмы, приводя к нарушениям самочувствия. С возрастом способность к адаптации снижается, особенно на фоне сердечно-сосудистых патологий, заболеваний опорно-двигательного аппарата и дыхательной системы, что делает пациентов данных групп более уязвимыми к погодным колебаниям [12]. Степень выраженности метеотропных реакций принято классифицировать. В.Ф. Овчарова с соавторами предлагают три градации: «легкая» степень характеризуется жалобами психоэмоционального характера; «выраженная» – субъективными ощущениями, сопровождающимися гемодинамическими нарушениями и невротическими проявлениями; «тяжелая» – сердечно-сосудистыми кризами, рост числа приступов стенокардии и мерцательной аритмии.

Большинство исследователей согласны, что быстрое и резкое изменение погоды ухудшает состояние пациентов с сердечно-сосудистой патологией. Максимальное число тяжелых метеореакций у данной категории больных фиксируется при резком снижении атмосферного давления в сочетании с повышением относительной влажности воздуха до 80% и выше [12, 24]. Е.А. Кочугова и А.Х. Филиппов в условиях резко континентального климата исследовали больных сердечно-сосудистыми заболеваниями и определили пороги изменений метеопараметров, ведущие к метеопатологическим реакциям. Критериями таких реакций, по их мнению, служат температура и влажность воздуха, ветер, осадки, туманы, низкая облачность [5, 7, 10, 13].

Электrokардиографические изменения, зарегистрированные Е.Г. Ивановой и И.В. Фоминым у жителей северных территорий, подтверждают, что в суровых климатических условиях сердечно-сосудистая система функционирует в режиме повышенной нагрузки. Данное напряжение связано с перестройкой метаболизма (так называемый «северный» или «полярный» тип обмена веществ), изменениями гуморальной регуляции, а также особенностями кровоснабжения в условиях гипоксии, характерной для Севера [12].

Таким образом, детальная проработка вопросов комплексного влияния микроклиматических и погодных факторов на системы функционирования организма в сложных неблагоприятных условиях резкоконтинентального климата позволит проводить комплексную систему диагностических и реабилитационных мероприятий для сохранения физического развития, психического здоровья и работоспособности организма человека.

Заключение

Представленные научные результаты требуют более детальной оценки для установления факторов воздействия резко – континентального климата на другие функциональные системы организма. К настоящему времени накоплены убедительные данные, свидетельствующие о влиянии микроклиматических и погодных факторов на организм человека.

Сравнительный географический анализ здоровья населения в районах с резко-континентальным климатом показал, что практически повсеместно климат выступает ведущим фактором. Взаимодействие солнечной радиации, атмосферной циркуляции, влагооборота и свойств подстилающей поверхности сформировало резко-континентальный климат: холодная долгая малоснежная зима, относительно жаркое и недостаточно влажное лето в южных степях, короткие переходные периоды. Очень суровые метеоусловия обуславливают особое внимание к оценке дискомфорта холодного сезона. При подостром охлаждении теплотери в основном соответствуют теплопродукции, организм поддерживает допустимое тепловое состояние до истощения энергоресурсов. При остром охлаждении теплотери резко превышают теплопродукцию, гипотермия наступает за несколько минут – 1–2 часа при сохраненных энергоресурсах.

Тем самым, необходимы дальнейшие клинические исследования влияния неблагоприятных природно-климатических условий на состояние здоровья, в том числе, лиц опасных профессий, что позволит разработать терапевтические интервенции, которые смогут обосновать комплексную систему диагностических и реабилитационных мероприятий для сохранения их физического развития, психического здоровья и работоспособности.

Литература

1. Агольцов А.А., Москалев Н.С. Суровость зим на территории Иркутской области. Промышленность и сельское хозяйство. 2025. № 4 (83). С. 48–52.
2. Ажаев А.Н., Берзин И.А., Деева С.А. Физиолого-гигиенические аспекты действия низких температур на организм человека. М.: Медицина, 2008. – 120 с.
3. Антюганов С.Н., Унгина А.В., Вавиличев А.С., Пискарев Ю.Г., Потехина Н.Н. Оценка риска здоровью холодной среды субарктического пояса Красноярского края по интегральным показателям. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2026620386, от 26. 01.2026. Заявка № 2026320045 от 12.01.2026.
4. Будко А.А. Холодовая травма у военнослужащих: сравнительная характеристика и этапное лечение. Воен. – мед. журн., 2004. № 3. – С. 11–15.
5. Горная Е.О., Долгатов А.Ю., Корсиков Н.А., Долгатов Е.С., Стрельникова С.С., Петри А.К., Лапшаев В.А., Лепилов А.В., Бобров И.П., Казарцев А.В. Морфофункциональные изменения кожи после воздействия низких температур. Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6–2. С. 17.
6. Далфи А.К. Влияние изменения климатических условий на организм человека. Актуальные вопросы современной науки. 2021. № 2 (30). С. 1–11.
7. Дробышев В.Р. Суточное мониторирование вегетативной регуляции у студентов из разных климатогеографических регионов. Молодежный инновационный вестник. 2020. Т. 9. № 52. С. 326–327.
8. Жуков В.М. Формирование местных погод в Забайкалье в условиях сибирского антициклона. Вопросы комплексной климатологии. М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 32–44.
9. Засимова Е.З., Гольдерева А.С. Метаболические показатели дезадаптации организма работников водного транспорта республики Саха (Якутия). Вестник Северо-Восточного Федерального Университета имени М.К. Аммосова. Серия: «Медицинские науки». 2024. № 1 (34). С. 70–77.
10. Заславская Р.М., Тейблум М.М. Проблема воздействия космической и земной погоды на организм человека в экстремальных условиях. The scientific heritage. 2021. № 58–2. С. 11–19.
11. Иванова Е.Г., Фомин И.В. Климатогеографические условия как фактор риска сердечнососудистых заболеваний у некоренных жителей Западной Сибири. Современные проблемы науки и образования. 2024. № 1. С. 24.
12. Касьяненко В.И., Волкова Н.С., Журавлева И.А. Влияние климатических особенностей экорегиона на метаболические факторы организма студентов. Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2022. № 11 (213). С. 220–227.
13. Каримзода А.И., Алиева М.Т. Влияния климата на организм человека. Наука и инновация. 2025. № 1. С. 209–215.
14. Коганова З.И. Влияние климата на жизнедеятельность организма. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019. № 1. С. 78–88.
15. Козубекова А.Т. Климат рекреационных онугушунун факторлорунун бири катары (Талас облусунун мисалында). Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2020. № 5. С. 38–41.
16. Колачева А.М., Дорохов Е.В. Влияние погодных условий на организм человека. В сборнике: НОМУС – 2025. Материалы итоговой межвузовской студенческой научной конференции. Луганск, 2025. С. 172–174.

вой межвузовской студенческой научной конференции. Луганск, 2025. С. 172–174.

17. Кондратьева Н.В., Узденова А.Б. Некоторые особенности предгорных и горных территорий Кабардино – Балкарии и их влияния на организм человека. Успехи современного естествознания. 2021. № 12. С. 138–142.
18. Кузьменко Н.В., Цырлин В.А., Плисс М.Г. Сезонная динамика показателей красной крови у здоровых людей в регионах с разными типами климата: метаанализ. Геофизические процессы и биосфера. 2021. Т. 20 № 3. С. 39–60.
19. Куценко В.П., Ковалева Д.Д., Пусина В.И., Лустина О.М., Селиверстов П.В. Гипотермия в клинической практике. Медицинская сестра. 2023. Т. 25. № 1. С. 3–11.
20. Кренева К.А. Влияние климата на здоровье человека. Бюллетень Северного государственного медицинского университета. 2023. № 2 (50). С. 46–49.
21. Лукьянец А.С., Брагин А.Д. Влияние природно-климатических факторов на уровень заболеваемости населения России. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т. 29 (2) DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2020-29-2-197-202>.
22. Мельник С.С., Кулясова О.А. Влияние климатических условий Крайнего Севера на организм человека. В сборнике: Стратегические ресурсы Тюменского АПК: Люди, наука, технологии. Сборник LVIII международной научно – практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Тюмень, 2024. С. 81–86.
23. Макарова Е.Д., Егорова Е.С., Левушкина Е.А. Влияние температуры окружающей среды на количество проявлений метеопатических реакций у пациентов с артериальной гипертензией в условиях крайнего севера. В сборнике: Современная патология: опт, проблемы, перспективы. Сборник материалов II всероссийской научно – практической конференции с международным участием. Под редакцией А.В. Колсанова, Г.П. Котельникова, Т.А. Федориной. Самара, 2023. С. 233–239.
24. Макоско А.А. Геомедицинские исследования: состояние и перспективы в условиях изменяющегося климата. Метеорология и гидрология. 2024. № 2. С. 7–16.
25. Максимова С.Г., Ноянзина О.Е., Омельченко Д.А. Адаптация населения горных регионов Алтая в условиях изменения климата. Социальная интеграция и развитие этнокультур в евразийском пространстве. 2023. Т. 1 № 12. С. 153–159.
26. Миронова А.А. Опасность воздействия шума на психофизиологическое состояние и трудоспособность человека. Международный студенческий научный вестник. 2020. № 6. С. 1.
27. Немцева Л.А., Осколкова А.И. Космос и человек: влияние космической погоды на психику в разных географических широтах. Психосоциальные и интегративные исследования. 2022. Т. 8 № 3.
28. Никитина Г.А., Устьянцева Т.А., Петракова М.В., Сайко Ю.О., Шумайлова Е.В., Гайбадуллина А.Р., Хисамутдинова А.Д. Проблема адаптации студентов первого курса к условиям климата среднего Урала. В сборнике: Научно – методические основы формирования физического и психического здоровья детей и молодежи. Материалы VIII Всероссийской научно – практической конференции с международным участием. Отв. редакторы Е.А. Югова, С.Н. Малафеева. Екатеринбург, 2021. С. 316–320.
29. Носков С.Н., Ковшов А.А., Исаев Д.С., Еремин Г.Б. Оценка влияния климатических факторов на показатели смертности населения Архангельска. В сборнике: Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно – эпидемиологического благополучия населения в Арктике. Материалы IV международной научно – практической конференции. Санкт-Петербург, 2003. С. 186–192.
30. Орлов А.В., Мухтаркызы А. Влияние климата на процессы терморегуляции организма человека. Наука через призму времени. 2026. № 2 (107). С. 35–37.
31. Пискарев Ю.П. Оценка риска здоровью по ветро – холодовому индексу на территории Нижнего Новгорода. Свидетельство о регистрации базы данных RU 202562545823, от 08. 12.2025. Заявка № 202562545830 от 30.11.2025.
32. Рахманов Р.С., Богомоллова Е.С., Нарутдинов Д.А., Разгулин С.А., Потехина Н.Н., Непряхин Д.В. Оценка биоклиматических индексов на территориях субарктического и континентального климатических поясов Красноярского края. Гигиена и санитария. 2022. Т. 101 № 3. С. 288–293.
33. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Высокие температуры воздуха и психическое здоровье: риски, методы и результаты. Анализ риска здоровью. 2025. № 1. С. 159–170.

35. Ризоева О.А. Оценка влияния изменения климата на физиологически показатели организма жителей республики Таджикистан. Наука и инновация. 2025. № 4. С. 161–167.

36. Сабирова М.В., Шимарин А.В. Особенности хода индекса патогенности метеорологической ситуации в республике Татарстан. Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2022. Т. 32. № 1. С. 50–58.

37. Самойлова Е.П., Гапон Л.И., Гуськова О.А., Калугин А.В., Нистрян Д.Н., Черемных Д.Ю., Пештерян В.А. Особенности психоэмоционального состояния и качества жизни у практически здоровых лиц («гиперреакторов»), работающих вахтовым методом в условиях арктического региона. CardioСоматика. 2024. Т. 15 № 2 С. 144–153.

38. Скворцов Ю.Р., Кичемасов С.Х. Отморожения в современной боевой патологии. Воен.-мед. журн., 2002. – № 1. – С. 23–27.

39. Таджиев Р.Т., Саркисова Е.Ю., Розыева Г.К. Изменение климата и здоровье человека (литературный обзор). «Гуманитарный научный журнал». 2025. № 11–1. С. 371–381.

MODERN CONCEPTS OF SHARPLY CONTINENTAL CLIMATE'S IMPACT ON HUMAN HEALTH

Makarevskaya Yu. E., Babenkova A.N., Pogodina T.G.

Sochi State University, Institute of Corporate Training and Continuing Education, National Research Lobachevski State University of Nizhny Novgorod,

The issue of the climate's impact both on physical and mental health takes an important place in the field of medical research. Studies of a wide range of objects and phenomena in the multifactorial system "natural environment – human body" are aimed at researching the relevant and complex problem of the connection between human, climate and weather. A detailed study of microclimatic and weather factors' impact on human health will allow to optimize a system of psychodiagnostic and rehabilitation measures to preserve one's mental health and efficiency.

In this study we aimed to develop new ideas about the adverse climatic conditions' impact of sharply continental climate on human health.

To research the scientific achievements in the field of the impact of adverse natural and climatic conditions on a human's psychophysiological state we applied systematic-structural and comparative methods.

Based on the available scientific data, a comparative geographical analysis of the adverse impact of bioclimatic factors of sharply continental climate on certain parameters of human life is presented.

We made a conclusion that further research is required to study the impact of sharply continental climate on psychophysiological status, both for fundamental science and for clinical medicine.

Keywords: sharply continental climate, human health, the impact of a climate on human health.

References

1. Agoltsov A.A., Moskalev N.S. Severity of winters in the Irkutsk region. Industry and Agriculture. 2025. No. 4 (83). pp. 48–52.
2. Azhayev A.N., Berzin I.A. and Deeva S.A. Physiological and hygienic aspects of the effect of high and low temperatures. Moscow: Medicine, 2008. 120 p.
3. Antyuganov S.N., Ungina A.V., Vavilychev A.S., Piskarev Yu.G., Potekhina N.N. Health risk assessment of the cold environment of the subarctic zone of the Krasnoyarsk Territory using integral indicators. Database Registration Certificate RU 2026620386, dated 26.01.2026. Application No. 2026320045 dated 12.01.2026.
4. Budko A.A. Climate resources of Lake Baikal and its basin, edited by N.G. Ladeyshchikov. Novosibirsk: Science, 1976. – 318 p.
6. Goryanaya E.O., Dolgatov A.Yu., Korsikov N.A., Dolgatova E.S., Strelnikova S.S., Petri A.K., Lapshataev V.A., Lepilov A.V., Bobrov I.P., Kazartsev A.V. Morphofunctional changes in the skin after exposure to low temperatures. Modern Problems of Science and Education. 2022. No. 6–2. p. 17.
7. Dalfi A.K. The influence of changing climatic conditions on the human body. Current Issues of Modern Science. 2021. No. 2 (30). pp. 1–11.
8. Drobyshev V.R. Daily monitoring of autonomic regulation in students from different climatic and geographical regions. Youth Innovation Bulletin. 2020. Vol. 9, No. 52. pp. 326–327.
9. Zhukov V.M. Formation of local weather in Transbaikalian Region under the conditions of the Siberian anticyclone. Issues of Complex Climatology. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963. – Pp. 32–44.
10. Zaslavskaya R.M., Teiblyum M.M. The problem of the impact of space and terrestrial weather on the human body in extreme conditions. The scientific heritage. 2021. No. 58–2. pp. 11–19.
12. Ivanova E.G., Fomin I.V. Climatic and geographical conditions as a risk factor for cardiovascular diseases in non-indigenous residents of Western Siberia. Modern Problems of Science and Education. 2024. No. 1. p. 24.

13. Kasyanenko V.I., Volkova N.S., Zhuravleva I.A. The influence of climatic features of the ecoregion on the metabolic factors of students' bodies. Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University. 2022. No. 11 (213). pp. 220–227.

14. Karimzoda A.I., Alieva M.T. The influence of climate on the human body. Science and Innovation. 2025. No. 1. pp. 209–215.

15. Koganova Z.I. The influence of climate on the vital activity of the organism. Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2019. No. 1. pp. 78–88.

16. Kondratyeva N.V., Uzdenova A.B. Some features of the foothill and mountain territories of Kabardino-Balkaria and their impact on the human body. Successes of Modern Natural Science. 2021. No. 12. pp. 138–142.

17. Kozubekova A.T. Climate as one of the factors of recreational development (using the example of Talas region). Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. 2020. No. 5. pp. 38–41.

18. Kolacheva A.M., Dorokhov E.V. The influence of weather conditions on the human body. In the collection: NOMUS – 2025* Materials of the final inter-university student scientific conference. Lugansk, 2025. pp. 172–174.

19. Kuzmenko N.V., Tsyrlin V.A., Pliss M.G. Seasonal dynamics of red blood cell parameters in healthy people in regions with different climate types: a meta-analysis. Geophysical Processes and Biosphere. 2021. Vol. 20, No. 3. pp. 39–60.

20. Kutsenko V.P., Kovaleva D.D., Pusina V.I., Lustina O.M., Seliverstov P.V. Hypothermia in clinical practice. Medical Nurse. 2023. Vol. 25, No. 1. pp. 3–11.

21. Kreneva K.A. The influence of climate on human health. Bulletin of the Northern State Medical University. 2023. No. 2 (50). pp. 46–49.

22. Lukyanets A.S., Bragin A.D. The influence of natural and climatic factors on the morbidity rate of the Russian population. Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2021. Vol. 29 (2). DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869–866X-2020–29–2–197–202>.

23. Melnik S.S., Kulyasova O.A. The influence of climatic conditions of the Far North on the human body. In the collection: Strategic resources of the Tyumen Agro-Industrial Complex: People, science, technology. Collection of the LVIII International Scientific and Practical Conference of students, postgraduates and young scientists. Tyumen, 2024. pp. 81–86.

24. Makarova E.D., Egorova E.S., Levushkina E.A. The influence of ambient temperature on the number of manifestations of meteo-pathic reactions in patients with arterial hypertension in the Far North. In the collection: Modern Pathology: Experience, Problems, Prospects. Collection of materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. Edited by A.V. Kolsanov, G.P. Kotelnikov, T.A. Fedorina. Samara, 2023. pp. 233–239.

25. Makosko A.A. Geomedical research: state and prospects in a changing climate. Meteorology and Hydrology. 2024. No. 2. pp. 7–16.

26. Maksimova S.G., Noyanzina O.E., Omelchenko D.A. Adaptation of the population of the mountainous regions of Altai in the context of climate change. Social Integration and Development of Ethnic Cultures in the Eurasian Space. 2023. Vol. 1, No. 12. pp. 153–159.

27. Mironova A.A. The danger of noise exposure on the psychophysiological state and working capacity of a person. International Student Scientific Bulletin. 2020. No. 6. p. 1.

28. Nemtseva L.A., Oskolkova A.I. Space and man: the influence of space weather on the psyche at different geographical latitudes. Psychosomatic and Integrative Studies. 2022. Vol. 8, No. 3.

29. Nikitina G.A., Ustyantseva T.A., Petrakova M.V., Saiko Yu.O., Shumailova E.V., Gaibadullina A.R., Khisamutdinova A.D. The problem of adaptation of first-year students to the climate conditions of the Middle Urals. In the collection: Scientific and methodological foundations for the formation of physical and mental health of children and youth. Materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. Exec. editors E.A. Yugova, S.N. Malafeeva. Yekaterinburg, 2021. pp. 316–320.

30. Noskov S.N., Kovshov A.A., Isaev D.S., Eremin G.B. Assessment of the influence of climatic factors on mortality rates of the population of Arkhangelsk. In the collection: Problems of preserving health and ensuring sanitary and epidemiological well-being of the population in the Arctic. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 2003. pp. 186–192.

31. Orlov A.V., Mukhtarkyzy A. The influence of climate on the processes of human body thermoregulation. Science through the prism of time. 2026. No. 2 (107). pp. 35–37.

32. Piskarev Yu.P. Health risk assessment using the wind-chill index in the territory of Nizhny Novgorod. Database Registration Certificate RU 202562545823, dated 08.12.2025. Application No. 202562545830 dated 30.11.2025.

33. Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Narutdinov D.A., Razgulin S.A., Potekhina N.N., Nepriyakhin D.V. Assessment of bioclimatic indices in the territories of subarctic and continental climatic zones of the Krasnoyarsk Territory. Hygiene and Sanitation. 2022. Vol. 101, No. 3. pp. 288–293.

34. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. High air temperatures and mental health: risks, methods and results. Health Risk Analysis. 2025. No. 1. pp. 159–170.

35. Rizeeva O.A. Assessment of the impact of climate change on physiological parameters of the body of residents of the Republic of Tajikistan. Science and Innovation. 2025. No. 4. pp. 161–167.

36. Sabirova M.V., Shimarina A.V. Features of the course of the meteorological situation pathogenicity index in the Republic of Tatarstan. Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 2022. Vol. 32, No. 1. pp. 50–58.

37. Samoilova E.P., Gapon L.I., Guskova O.A., Kalugin A.V., Nistryanu D.N., Cheremnykh D.Yu., Peshteryan V.A. Features of the psycho-emotional state and quality of life in apparently healthy individuals ("hyperreactors") working on a rotational basis in the Arctic region. CardioSomatics. 2024. Vol. 15, No. 2. pp. 144–153.

38. Skvortsov Yu.R., Kichemasov S. Kh. Frostbite in modern combat pathology. Military-medicine journal, 2002. – No. 1. – P. 23–27.

39. Tadzhiev R.T., Sarkisova E.Yu., Rozeyeva G.K. Climate change and human health (literature review). Humanitarian Scientific Journal. 2025. No. 11–1. pp. 371–381.

Исследование знаний и эволюционных трендов в области двигательной активности для укрепления здоровья зрения у детей и подростков на основе наукометрического анализа

Гао Ган,
профессор, Синьцзянский педагогический университет
E-mail: 2320161099@qq.com

Ван Синьжуй,
магистрант, Синьцзянский педагогический университет
E-mail: 13638317756@163.com

Чжан Хунмэй,
магистрант, Синьцзянский педагогический университет
E-mail: 3099251452@qq.com

Тан Цзе,
ассистент, Профессионально-технический институт Шуанхэ
E-mail: tangjie6518@163.com

На основе библиометрического анализа (Web of Science Core Collection, 1957–2025, 2360 публикаций, CiteSpace) систематизированы знания, эволюционные траектории и передовые тренды исследований двигательной активности для укрепления зрения у детей и подростков. США лидируют по числу публикаций (852), Китай занимает третье место (175), но его промежуточная центральность низка (0,04), что отражает недостаточное международное влияние. Ключевые темы – «дети», «подростки», «Физическая активность», «нарушение зрения». Тематическая эволюция проходит путь от расстройств нервного развития через когнитивные и зрительно-моторные механизмы к методологическим инновациям. В последние годы акцент смещается к вопросам психического здоровья, профилактики и социальной адаптации (включая трудоустройство). Выявлен парадигмальный сдвиг от патологических механизмов к социальному применению, где здоровье зрения трактуется как системная проблема взаимодействия поведенческих, образовательных и средовых факторов. Перспективные направления: персонализированные интервенционные модели, усиление роли школьного физвоспитания и исследования точной профилактики на основе данных.

Ключевые слова: двигательная активность; дети; подростки; здоровье зрения; библиометрия; визуализационный анализ

Введение

Зрение необходимо на всех этапах жизни, однако распространённость его нарушений неуклонно растёт. По данным ВОЗ, более 2,2 млрд человек в мире имеют нарушения зрения или слепоту; в Китае число близоруких достигло 600 млн, а уровень миопии среди детей и подростков – самый высокий в мире. Среди учащихся 4-х и 8-х классов частота снижения остроты зрения составляет 38,5% и 68,8% соответственно. В ответ на это государство подняло проблему охраны зрения детей и подростков на стратегический уровень и приняло ряд мер по профилактике и контролю. В данном контексте двигательная активность как доступный и недорогой немедикаментозный метод вмешательства привлекает всё большее внимание благодаря своему протективному эффекту. Однако, несмотря на активный рост исследований в этой области, систематический наукометрический анализ структуры знаний, динамики развития и перспективных направлений до сих пор не проводился. Настоящая работа с использованием библиометрического инструмента CiteSpace выполняет визуализационный анализ публикаций по теме двигательной активности для укрепления зрения у детей и подростков с целью выявления исследовательских приоритетов, эволюционных траекторий и актуальных трендов, что позволит сформировать структурированную информационную основу для дальнейших исследований.

Источники данных и методы исследования

Используя базу данных Web of Science Core Collection, был сформулирован булев поисковый запрос по трём тематическим группам (физическая культура/спорт, зрение/миопия, подростки/молодёжь), что позволило отобрать 2360 публикаций за 1957–2025 гг. С помощью CiteSpace 6.4.R1 проведён анализ международного сотрудничества, кокластеризации ключевых слов, кластеризации, временных линий и выявления внезапных терминов для определения научной структуры, содержания знаний и эволюционной динамики. Анализ публикационной активности показал, что исследования начались в 1957 г., до 2010 г. носили эпизодический характер, а затем непрерывно растут, не достигая насыщения, что свидетельствует о фазе быстрого подъёма. Распределение по странам (табл. 1) выявило лидерство США (852, 28,08%), за которыми следуют Великобритания (185) и Китай (175). Однако промежуточная центральность Китая составляет лишь 0,04 против 0,43 у США и 0,16 у Великобритании, что указывает на его периферийную роль в сети сотрудничества и недостаточное влияние на распространение знаний, несмотря на значительный объём публикаций. Это структурное неравновесие подчёркивает необходимость для китайских исследований перехода от количественного наращивания к качественному лидерству путём углубления международного сотрудничества и расширения каналов публикаций.

Таблица 1. Десять стран с наибольшим числом публикаций

Ранг	Страна	Число публикаций	Промежуточная центральность
1	США	852	0.43
2	Великобритания	185	0.16
3	Китай	175	0.04
4	Канада	170	0.11
5	Австралия	146	0.15
6	Германия	113	0.09
7	Испания	105	0.05
8	Италия	77	0.02
9	Нидерланды	63	0.02
10	Франция	54	0.12

Топологическая сеть кластеров знаний

Высокочастотные ключевые слова отражают центральные исследовательские интересы. В табл. 2 слова «children» (488), «adolescents» (356),

«education» (166) занимают первые три позиции, что указывает на чёткую ориентацию на детско-подростковую группу и на образовательный контекст как основную исследовательскую среду. Высокая частота слов «prevalence» (113, центральность 0,21) и «symptoms» свидетельствует о том, что эпидемиологические характеристики проблем зрения и оценка симптомов являются базовыми вопросами в данной области. В сочетании с терминами «physical activity» (103), «performance» (121), «impact» (94) можно заключить, что основной постановкой вопроса является: как двигательная активность влияет на здоровье зрения? И как проблемы со зрением, в свою очередь, влияют на успеваемость и качество жизни детей и подростков? Это образует фундаментальную проблемную область производства знаний.

Таблица 2. Результаты кокластерного анализа ключевых слов

Ранг	Ключевое слово	Частота	Промежуточная центральность
1	children	488	0.15
2	adolescents	356	0.14
3	education	166	0.13
4	youth	130	0.01
5	students	123	0.02
6	performance	121	0.06
7	prevalence	113	0.21
8	physical activity	103	0.05
9	impact	94	0.05
10	health	86	0.12

Кластерный анализ ключевых слов

Кластерный анализ ($Q=0,8413$, $S=0,9256$) подтвердил значимую структуру и высокую достоверность кластеризации. На рис. 1 представлена сеть из 20 основных кластеров, где размер узлов отражает частоту ключевых слов, а плотность связей – силу коупоминания. Обобщение тем позволяет выделить три содержательные линии: (1) измерение нервного развития и когнитивных функций (кластеры «расстройства аутистического спектра», «СДВГ»), исследующие регуляторное влияние двигательных вмешательств на когнитивные процессы, связанные со зрением, что указывает на пересечение с нейронауками развития; (2) методологические инструменты («компьютеризированное нейрокогнитивное тестирование», «лонгитюдное исследование»), отражающие переход к количественной оценке и мониторингу; (3) специфические зрительные ситуации («предсезонная оценка», «нарушения зрительно-моторной обработки»), ориентированные на оценку зрения у определённых групп. Сосуществование этих линий свидетельствует о выходе исследований за рамки медицинских и педагогических подходов и формировании междисциплинарной экосистемы.



Рис. 1. Сеть кластеров ключевых слов

Логика эволюции и передовые тенденции исследовательской тематики

На основе временной шкалы ключевых слов выделены три этапа почти за семь десятилетий. Первый (до 2000-х) – поведенческие наблюдения зрительных аномалий при аутизме и СДВГ, клинично-описательная стадия. Второй (2000-е–2010-е) – смещение к когнитивным механизмам и зрительно-моторной обработке с внедрением нейровизуализации и компьютеризированного тестирования, экспериментальный этап. Третий (с 2010-х) – появление факторов «социальные медиа», «психическое здоровье», «трудоустройство», что знаменует переход к четы-

рёхмерной модели «зрение – движение – психика – общество» и выход в реальные жизненные контексты. Анализ внезапных терминов (рис. 2, 20 ключевых слов) подтверждает эту эволюцию, группируя передовые темы в четыре этапа: (1) фундаментальные механизмы (2003–2014): «биологическое движение», «зрительное восприятие», «нейронные цепи»; (2) интеграция образования и технологий (2013–2018): «мета-анализ», «мультимодальное обучение»; (3) клиническая реабилитация (2016–2023): «нейрореабилитация», «профилактика»; (4) сложные системы и социальная трансформация (2022–2025): «психическое здоровье», «идентичность», «трудоустройство». Эта последовательная смена очерчивает путь от фундаментальных наук через прикладную медицину к практикам общественного здоровья, что подтверждает центральный тезис исследования – сдвиг парадигмы от «патологических механизмов» к «социальному применению».

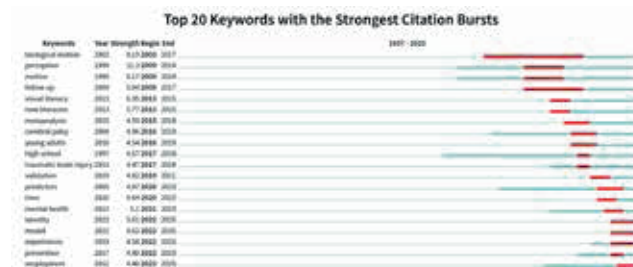


Рис. 2. График внезапных ключевых слов

Структурная трансформация и перспективные направления исследований

Сетевой анализ выявил тройную трансформацию, пронизывающую данную область: расширение объекта от узких патологических групп до общей популяции школьного возраста, смещение исследовательской оптики от микроуровневого анализа патогенеза к макроанализу многофакторных систем и эволюцию целевой установки от клинической верификации к конструированию социальных стратегий профилактики. Глубинной движущей силой выступает обновление эпистемологических оснований – переход от биомедицинской модели «органной патологии» к модели «поведенческо-средовой системной дисрегуляции», что выводит двигательную активность на центральные позиции как инструмент, одновременно воздействующий на поведение, среду и социальные институты.

Исходя из выявленных пробелов и сложившихся трендов, можно выделить три магистральных направления. Первое – построение персонализированных интервенционных моделей на основе интеграции генетической информации, поведенческих треков и динамического мониторинга для перехода от унифицированных нормативов к адаптированному назначению. Второе – теоретическое и эмпирическое обоснование школьного физического воспитания как ключевой платформы профилактики, требующее изучения оптимальных параметров занятий в рамках существующих нормативов. Третье – переход к парадигме больших данных и мультиэкологического сбора доказательств с внедрением носимых устройств и цифрового мониторинга для реализации замкнутого цикла «сбор данных в реальном времени – моделирование – коррекция». Общей методологической задачей всех трёх направлений выступает междисциплинарный синтез и обязательная лонгитюдная валидация, без которых невозможно превратить академическое знание в реальные социальные эффекты в сфере общественного здоровья.

Заключение и перспективы

Данное библиометрическое исследование систематизирует знания о двигательной активности для укрепления зрения у детей и подростков. Выводы структурированы по трём уровням: в структуре знаний – триада «детско-подростковая группа – эпидемиология – оценка вмешательств»; в эволюционной логике – переход от поведенческих наблюдений через когнитивные и зрительно-моторные механизмы к методологическим инновациям и социально-экологической интеграции, что отражает трансфер знаний от фундаментальной науки к прикладным преобразованиям; в передовых направлениях – макро-вопросы («психическое здоровье», «профилактика», «трудоустройство») выходят на первый план, знаменуя сдвиг от лечения к предотвращению и социальной адаптации.

Эволюция раскрывает эпистемологический сдвиг: здоровье зрения понимается как системная проблема поведения, образования и социума, а не как сугубо биомедицинская. Двигательная активность значима не только физиологически, но и системно – через когнитивную перестройку, поведенческую коррекцию и оптимизацию среды.

Будущие исследования должны сосредоточиться на трёх задачах: персонализированные модели вмешательства (интеграция генетических, поведенческих и средовых данных); усиление роли школьного физвоспитания как основной платформы; исследования точной профилактики на основе данных. Все три направления требуют междисциплинарного синтеза и валидации на реальных лонгитюдных данных для трансфера знаний в практическую пользу.

Ограничения исследования: использована только база Web of Science Core Collection, не включены другие источники; библиометрические методы ориентированы на внешние признаки, недостаточно раскрывают глубинные семантические связи – в перспективе требуется дополнение систематическими обзорами.

Литература

1. Ван Сыяо, Ли Юй, Чжан Цзин и др. Современное состояние и тенденции исследований близорукости у детей и подростков в Китае и за рубежом на основе библиометрического анализа [J]. Международный журнал офтальмологии, 2023, 23(9): 1471–1476.
2. Всемирная организация здравоохранения. Всемирный доклад о зрении [М]. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2019.
3. Вэн Сяо, Цай Ли. Анализ факторов и моделей, влияющих на международное физическое здоровье дошкольников, на основе библиометрического анализа [J]. Журнал Столичного института физической культуры, 2023, 35(2): 208–222.
4. Лу Сяюй, Ши Цинчжао, Лян Янь. Анализ знаний CiteSpace о прогрессе в области интеграции спорта и медицины в Китае [J]. Китайский журнал профилактической медицины, 2023, 24(1): 15–22.
5. Министерство образования КНР. Охрана светлого будущего – заявление Министерства образования [EB/OL]. (2021–06–06) [2025–03–23]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/2021/2021_zl13/202106/t20210607_536130.html.
6. Тайпале Й., Михайлова А., Оьямо М. и др. Низкое зрение и его ухудшение снижают качество жизни, связанное со здоровьем: результаты общенационального 11-летнего наблюдения [J]. Quality of Life Research, 2019, 28(8): 3225–3236.
7. Тьюкьер А.С., Лундберг К., Грауслунд Я. Физическая активность в связи с развитием и прогрессированием близорукости – систематический обзор [J]. Acta Ophthalmologica, 2016, 94(6): 1–9.
8. У Ся, Хуан Вэйлинь, Ван Кунь и др. Визуальный библиометрический анализ современных исследований и фокусов по близорукости у детей и подростков за последние 5 лет [J]. Китайский журнал оптометрии и визуальных наук, 2024, 26(09): 677–684.
9. Цзинь Юй, Тянь Жэньси, Чжу Чжичэн и др. Анализ знаний о связи активного отдыха и близорукости у подростков на основе базы данных Web of Science [J]. Журнал Харбинского института физической культуры, 2022, 40(1): 89–96.

A SCIENTOMETRIC ANALYSIS OF KNOWLEDGE AND EVOLUTIONARY TRENDS IN PHYSICAL ACTIVITY FOR VISION HEALTH PROMOTION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS

Gao Gang, Wang Xinrui, Tang Jie

Xinjiang Normal University, Shuanghe Vocational and Technical College

Based on a bibliometric analysis of 2,360 publications from the Web of Science Core Collection (1957–2025) using CiteSpace, this study systematically examines the knowledge base, evolutionary trajectories, and frontier trends in research on physical activity for improving vision health in children and adolescents. The United States leads in publication output (852), while China ranks third (175) but shows low betweenness centrality (0.04), indicating limited international influence. Key research themes center on “children,” “adolescents,” “physical activity,” and “vision impairment.” The thematic evolution follows a progression from neurodevelopmental disorders through cognitive and visuomotor mechanisms to methodological innovations. In recent years, attention has shifted toward mental health, prevention, and social adaptation (including employment). A paradigmatic shift from pathological mechanisms to social application is identified, wherein vision health is increasingly understood as a systemic issue shaped by the interplay of behavioral, educational, and environmental factors. Future research should prioritize personalized intervention models, strengthening school-based physical education as a primary platform, and advancing data-driven precision prevention studies.

This text fits on one page (approximately half a page in standard format). If it is necessary to retain mention of cluster analysis, timelines, and burst terms, they can be briefly included, but they are omitted in this condensed version for brevity, as their essence is already reflected in the description of evolution and trends.

Keywords: physical activity; children; adolescents; vision health; bibliometrics; visualization analysis

References

1. Wang Siyao, Li Yu, Zhang Jing, et al. Current status and trends of myopia research in children and adolescents in China and abroad based on bibliometric analysis [J]. International Journal of Ophthalmology, 2023, 23(9): 1471–1476.
2. World Health Organization. World Report on Vision [M]. Geneva: World Health Organization, 2019.
3. Wen Xiao, Cai Li. Analysis of factors and models affecting international preschool children's physical health based on bibliometric analysis [J]. Journal of Capital Institute of Physical Education, 2023, 35(2): 208–222.
4. Lu Xiaoyu, Shi Qingzhao, Liang Yan. CiteSpace knowledge analysis of progress in the integration of sports and medicine in China [J]. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2023, 24(1): 15–22.
5. Ministry of Education of the People's Republic of China. Protecting a bright future – statement of the Ministry of Education [EB/OL]. (2021–06–06) [2025–03–23]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_2082/2021/2021_zl13/202106/t20210607_536130.html.
6. Taipale J., Mikhailova A., Ojamo M., et al. Low vision and declining vision decrease health-related quality of life: results from a nationwide 11-year follow-up study [J]. Quality of Life Research, 2019, 28(8): 3225–3236.
7. Thykier A.S., Lundberg K., Grauslund J. Physical activity in relation to development and progression of myopia – a systematic review [J]. Acta Ophthalmologica, 2016, 94(6): 1–9.
8. Wu Xia, Huang Weilin, Wang Kun, et al. Visual bibliometric analysis of current research and foci on myopia in children and adolescents over the past 5 years [J]. Chinese Journal of Optometry and Visual Sciences, 2024, 26(09): 677–684.
9. Jin Yu, Tian Renxi, Zhu Zhicheng, et al. Knowledge analysis of the relationship between outdoor activity and myopia in adolescents based on the Web of Science database [J]. Journal of Harbin Institute of Physical Education, 2022, 40(1): 89–96.

Выбор методов физической реабилитации после ишемического инсульта: функциональные цели и достоверность доказательств

Кузнецов Павел Сергеевич,

врач-невролог, врач-рефлексотерапевт, врач физической и реабилитационной медицины, ГБУЗ «Самарский областной клинический госпиталь для ветеранов войн имени О.Г. Яковлева»
E-mail: p.kuznetsov97@gmail.com

Цель. Проанализировать методы физической реабилитации после ишемического инсульта с позиций функциональной цели, характера контрольного вмешательства и достоверности доказательств по конкретным исходам. Материалы и методы. Выполнен аналитический обзор целевой выборки систематических обзоров, метаанализов и рандомизированного исследования. Рассмотрены 15 направлений активной двигательной реабилитации, аппаратной тренировки и неинвазивной стимуляции. Источники отобраны из доказательной выборки, сформированной по состоянию на 16 сентября 2026 г. Сопоставлялись функция руки, повседневная активность, самостоятельность и параметры ходьбы, равновесие и спастичность. Повторная оценка GRADE и количественное объединение данных не проводились. Результаты. Положительные изменения двигательных шкал не во всех случаях сопровождалось убедительным улучшением повседневной самостоятельности. Для аппаратных и дополнительных вмешательств существенное значение имели равенство продолжительности терапии, остаточная двигательная функция и давность инсульта. Данные об электромеханической тренировке ходьбы, тредмил-тренировке и носимом экзоскелете отвечают на разные клинические вопросы. Сравнение стандартизованных эффектов между независимыми обзорами не позволяет ранжировать методы. Заключение. Выбор вмешательства целесообразно строить от значимого для пациента действия к соответствующему исходу исследования. Оценивать следует не только изменение нарушенной функции, но и перенос результата в повседневную жизнь. Предложена последовательность клинической интерпретации доказательств с учётом популяции, дозы лечения, контрольного вмешательства и неопределённости результата.

Ключевые слова: ишемический инсульт; физическая реабилитация; двигательное восстановление; повседневная активность; роботизированная терапия; неинвазивная стимуляция; ходьба; достоверность доказательств.

Введение

При планировании постинсультной реабилитации сходные обозначения «двигательное улучшение» и «функциональное восстановление» могут скрывать разные исходы. Изменение двигательной шкалы, выполнение конкретного действия и независимость от посторонней помощи не являются взаимозаменяемыми результатами. Систематические обзоры объединяют неодинаковые программы и варианты контрольной терапии, поэтому общее утверждение об эффективности метода требует уточнения клинического вопроса [1].

Практическая проблема состоит не только в выборе технического средства, но и в определении того, какой дефицит предполагается уменьшить и как будет оцениваться полезный для пациента результат. Сравнение технологий без учёта тренировочной задачи и фактического времени активного участия может смешивать специфический эффект вмешательства с эффектом дополнительной практики.

Цель работы: сопоставить 15 направлений физической реабилитации по функциональным целям, клиническим исходам и ограничениям доказательств; предложить последовательность их интерпретации при формировании индивидуальной программы после ишемического инсульта. Акупунктурные вмешательства не входят в предмет настоящего обзора.

Материалы и методы

Выполнен аналитический, а не систематический обзор литературы. Использована целевая выборка публикаций Cochrane Library, PubMed и PubMed Central, сформированная по состоянию на 16 сентября 2026 г. Для каждого из 15 направлений выбран источник, позволяющий охарактеризовать целевой исход и основные ограничения. Включены 14 систематических обзоров или метаанализов и одно многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование (РКИ). Полнота выявления всех исследований не заявляется; протокол не регистрировался, независимый отбор двумя рецензентами не проводился.

Извлекались характеристики популяции, вмешательства и контроля, число исследований и участников, оценка эффекта, 95%-ный доверительный интервал (ДИ), авторская оценка достоверности и ограничения применимости. Приоритетными считались повседневная активность, функция верхней конечности, самостоятельность ходьбы, её скорость и дистанция, равновесие и спастичность. Результаты сгруппированы по клиническим задачам, а не по предполагаемой эффективности.

Большинство источников рассматривает постинсультные популяции без отдельной сводной оценки для ишемического подтипа. Такие результаты использованы как косвенная доказательная основа для обсуждаемой популяции. Общие числа включённых участников характеризуют обзор в целом и не всегда совпадают с числом пациентов в анализе конкретного исхода. Перекрывающиеся выборки разных обзоров не суммировались.

Категории GRADE приводятся только по авторам источников и относятся к указанным исходам, а не к методу в целом. Отсутствие GRADE не заменялось собственной оценкой. Количественное объединение результатов, сетевой метаанализ и построение сравнительного рейтинга не выполнялись.

MD означает разность средних в единицах исходной шкалы; SMD означает стандартизованную разность средних; OR означает отношение шансов. Интервалы в квадратных скобках являются 95%-ными ДИ. Используются сокращения: ADL: повседневная активность; FMA: шкала Фугля–Мейера; FMA-UL: раздел FMA для верхней конечности; BBS: шкала равновесия Берга; FAC: функциональная классификация ходьбы. SMD не выражает число баллов шкалы или процент восстановления.

Результаты

Активная практика и восстановление функции верхней конечности

Многокомпонентная физическая реабилитация. Cochrane-обзор 2025 г. включает 267 РКИ и 21 838 участников. По сравнению с отсутствием или минимальным объёмом реабилитации получены оценки ADL SMD

1,32 [1,08; 1,56] при низкой достоверности и скорости ходьбы SMD 0,23 [0,05; 0,42] при умеренной достоверности. Это результаты разных анализов: соответственно 52 исследования с 5403 участниками и 18 исследований с 1131 участником. В сравнении подходов программы, ориентированные на функциональные задачи, имели преимущество по ADL: SMD 0,58 [0,29; 0,87], низкая достоверность. Данные относятся к многокомпонентным программам и не обосновывают одинаковый эффект любого комплекса упражнений [1].

Повторяющаяся целевая тренировка. Обзор 33 исследований с 1853 участниками показал небольшой эффект по функции руки: SMD 0,25 [0,01; 0,49], низкая достоверность. Для дистанции ходьбы MD составила 34,80 м [18,19; 51,41], достоверность умеренная. Сохранение эффекта описано до шести месяцев, но не далее. Клиническая интерпретация требует конкретизации повторяемого действия, помощи и переноса навыка за пределы занятия; само количество упражнений не характеризует достижение функциональной цели [2].

Роботизированная терапия руки. В Cochrane-обзоре 45 исследований с 1619 участниками получены положительные оценки ADL, SMD 0,31 [0,09; 0,52], и функции руки, SMD 0,32 [0,18; 0,46]. Для этих исходов авторы указали высокую достоверность. Контрольные вмешательства, устройства и тренировочные дозы различались. Поэтому доказательства для класса технологий нельзя интерпретировать как превосходство каждой модели над равным временем целевой активной терапии. При выборе программы важны участие пациента и самостоятельное использование руки вне устройства [3].

Функциональная электростимуляция

Метаанализ функциональной электростимуляции (FES) верхней конечности включил 20 РКИ с 431 участником. При сопоставимом общем времени лечения оценка функции двигательной функции по FMA составила MD 6,72 балла [1,76; 11,68], тогда как результат по объективно измеренной ADL оставался неопределённым: SMD 0,64 [–0,02; 1,30]. Достоверность оценена как очень низкая. В подгруппе начала лечения в первые два месяца эффект ADL был больше, однако группа FES этой подгруппы насчитывала лишь 32 пациента. Эти данные недостаточны для универсального вывода о сроках назначения. Результаты FES руки не следует автоматически переносить на стимуляцию других конечностей или на иные способы электрического воздействия [4].

Терапия индуцированным ограничением движений

Для терапии индуцированным ограничением движений (CIMT) обзор 42 РКИ с 1453 участниками выявил преимущество по функции руки: SMD 0,34 [0,12; 0,55], очень низкая достоверность. По ограничению повседневной активности результат был неопределённым: SMD 0,24 [–0,05; 0,52], низкая достоверность. В исследования включали отобранных пациентов с остаточными движениями и без ряда выраженных сопутствующих ограничений. Поэтому результаты нельзя без дополнительного обоснования распространять на тяжёлую плегию или неспособность выполнять тренировочные задания [5].

Обратная связь и неинвазивная стимуляция

Зеркальная терапия

Cochrane-обзор 62 исследований с 1982 участниками показал эффект по двигательной функции, SMD 0,47 [0,27; 0,67], и ADL, SMD 0,48 [0,30; 0,65], при умеренной достоверности. Варианты контроля включали имитацию, активное лечение и отсутствие дополнительного вмешательства. Для боли после исключения исследований комплексного регионарного болевого синдрома оценка SMD –0,23 [–0,53; 0,08] не демонстрировала убедительного преимущества. Следовательно, результат для одной клинической задачи не должен автоматически распространяться на все предполагаемые эффекты метода [6].

Виртуальная реальность

Обновление Cochrane 2025 г. охватило 190 исследований с 7188 участниками. При сопоставимой продолжительности лечения эффект по функции руки составил SMD 0,20 [0,12; 0,28], низкая достоверность; при добавлении виртуальной реальности к обычной терапии SMD составила 0,42 [0,26; 0,58], умеренная достоверность. Эти оценки отвечают на разные вопросы: выбор технологии при равной дозе и результат увеличения общего объёма занятий. Для скорости ходьбы MD 0,05 м/с [–0,02; 0,13] при очень низкой достоверности не давала определённого вывода. Термин «виртуальная реальность» сам по себе не определяет содержание тренировочной задачи [7].

Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция

Метаанализ 2025 г. включил 70 РКИ с 2951 участником. Для ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (rTMS) частотой 1 Гц

над первичной моторной корой контралезионного полушария получены эффекты FMA-UL: SMD 0,44 [0,24; 0,63] при давности инсульта менее месяца, 443 участника и высокая достоверность; SMD 0,61 [0,34; 0,87] при давности 1–6 месяцев, 233 участника и умеренная достоверность. Указанные интервалы времени характеризуют давность инсульта, а не длительность последующего наблюдения. Выводы относятся к определённым подгруппам и режиму стимуляции, а не ко всем протоколам rTMS [8].

Транскраниальная стимуляция постоянным током

Обзор транскраниальной стимуляции постоянным током (tDCS) объединил 67 исследований с 1729 участниками. Для ADL получена SMD 0,28 [0,13; 0,44], но преимущество не сохранялось в анализе чувствительности с учётом надлежащего сокрытия распределения. Для функции руки SMD составила 0,17 [–0,05; 0,38]. Достоверность этих анализов оценена как умеренная. Положительный основной результат, неустойчивый к исключению исследований с методологическими ограничениями, не равнозначен устойчивому доказательству клинической пользы [9].

Чрескожная электрическая стимуляция нервов

В обзоре чрескожной электрической стимуляции нервов (TENS), включившем 17 РКИ с 913 участниками, оценка спастичности составила SMD –0,64 [–0,91; –0,37] при неоднородности $I^2 = 69\%$. Отмечены признаки асимметрии публикаций; тест различий между частотными подгруппами не подтвердил преимущество одной частоты, $p = 0,67$. Поэтому формулировку о превосходстве 100 Гц в названии источника нельзя считать достаточным основанием для такого клинического вывода. Формальная оценка GRADE не представлена. Снижение тонуса следует рассматривать отдельно от восстановления полезного движения [10].

Ходьба и поструральный контроль

Электромеханическая тренировка ходьбы. Cochrane-обзор 2025 г. включает 101 исследование с 4224 участниками. Добавление электромеханической тренировки к физической терапии повышало шансы самостоятельной ходьбы к концу лечения: OR 1,65 [1,21; 2,25], 51 исследование и 2148 участников, умеренная достоверность. Ориентировочно требовалось лечение девяти пациентов для одного дополнительного благоприятного исхода. Средние различия скорости и шестиминутной дистанции составили 0,05 м/с [0,02; 0,08] и 11 м [1,8; 20,3]. ДИ не включают ноль, однако небольшие средние различия нельзя автоматически считать клинически существенными. Сохранение преимуществ после курса остаётся неопределённым [11].

Тредмил-тренировка

Обзор тренировки на беговой дорожке, в том числе с разгрузкой массы тела, включил 56 исследований и 3105 участников. Оценки скорости и дистанции ходьбы составили соответственно MD 0,06 м/с [0,03; 0,09] и 14,19 м [2,92; 25,46], умеренная достоверность. Вместе с тем убедительного преимущества по приобретению самостоятельной ходьбы не установлено. Улучшение параметров уже доступного передвижения и переход к независимой ходьбе являются разными задачами; ожидания от программы должны учитывать исходную способность пациента ходить [12].

Носимый экзоскелет

В многоцентровом РКИ, опубликованном в выпуске журнала за 2026 г., рандомизирован 151 пациент, исследование завершили 127. Сравнивали 30 минут обычной терапии и 30 минут тренировки с экзоскелетом с 60 минутами обычной терапии; занятия проводили пять дней в неделю в течение четырёх недель. Значимое преимущество по первичному исходу FAC не установлено. Положительная динамика отдельных вторичных показателей не заменяет результат первичного исхода. Исследование отобранной популяции с необходимым контролем туловища не обосновывает применение устройства при любом уровне двигательного дефицита [13].

Водная терапия

Систематический обзор 11 исследований с 455 участниками показал улучшение равновесия: MD 3,23 [1,06; 5,39], неоднородность $I^2 = 61\%$. Авторы характеризуют доказательства как ограниченные; программы и контрольные вмешательства различаются. Результат нельзя распространять на любой вариант занятий в воде, а неполнота описания нежелательных явлений не означает доказанную безопасность во всех постинсультных популяциях [14].

Тренировка равновесия

Обзор физической тренировки при хроническом инсульте включил 43 РКИ. Анализ BBS по 28 исследованиям с 985 участниками показал MD

2,22 балла [1,26; 3,17] при $I^2 = 52\%$. В подгруппе тренировок равновесия и переноса массы тела MD составила 3,75 балла [1,71; 5,78]. Эти результаты отражают изменение шкалы равновесия, но сами по себе не доказывают уменьшение частоты падений. Формальная оценка GRADE не представлена; выбор упражнений должен соотноситься с тем действием, которое ограничивает самостоятельность пациента [15].

Обсуждение

Сопоставление результатов выявляет три принципиально различных основания клинического выбора: соответствие функциональной цели, сопоставимость вмешательства исследованному протоколу и устойчивость доказательств. Так, для FES и CIMT положительная оценка двигательной функции сочеталась с неопределённостью в отношении повседневной активности; для tDCS результат по ADL зависел от анализа чувствительности [4, 5, 9]. Поэтому одним положительным моторным исходом нельзя обосновать ожидание глобальной самостоятельности.

Продолжительность и содержание контрольной терапии определяют смысл межгруппового различия. Добавление новой технологии к обычной программе оценивает весь дополнительный лечебный пакет, тогда как сравнение при равном времени занятий ближе к вопросу о выборе способа тренировки. Различие этих дизайнов наглядно показано для виртуальной реальности [7]. В клиническом описании целесообразно фиксировать не только назначенное, но и фактически выполненное время целевой практики.

Не менее важна исходная способность выполнять действие. Доказательства приобретения независимой ходьбы при электромеханической тренировке не тождественны данным об увеличении скорости у уже ходящих пациентов. Отсутствие преимуществ носимого экзоскелета по первичному исходу в отдельном РКИ не опровергает весь класс электромеханических вмешательств, но ограничивает вывод о конкретной программе [11–13]. Аналогично изменение BBS не может подменять прямое измерение падений [15].

Предлагаемая последовательность интерпретации представлена в таблице 1. Это авторская аналитическая схема, а не валидированный алгоритм назначения или замена клинических рекомендаций. Её задача состоит в согласовании вопроса пациента, исследовательского исхода и способа повторной оценки.

Таблица 1. Последовательность клинической интерпретации доказательств

Этап	Вопрос для принятия решения
Определение цели	Каков значимое действие ограничено: использование руки, передвижение, самообслуживание?
Сопоставление популяции	Соответствуют ли давность инсульта, тяжесть дефицита и остаточные движения критериям исследований?
Проверка сравнения	Добавлялось ли время лечения или технология заменяла равный объём активной практики?
Выбор исхода	Измеряется ли нужное действие, а не только связанная с ним функция или симптом?
Повторная оценка	Как и когда будут оценены полезный результат, перенос в быт и переносимость?

При комбинировании методов эффекты отдельных метаанализов не складываются. Предлагается заранее указывать вклад каждого компонента программы, сохранять приоритет целевого действия и пересматривать занятия при недостижении согласованной цели. Само наличие нескольких технических средств не является самостоятельным показателем качества индивидуальной программы.

Ограничения обзора

Целевой отбор источников ограничивает полноту и воспроизводимость работы. Часть данных доступна на уровне открытых аннотаций; первичные исследования независимо не переоценивались. Популяции нередко объединяют ишемический и геморрагический инсульт, сроки и контрольные вмешательства неоднородны. Различия дат поиска в обзорах ограничивают сопоставление актуальности. Долгосрочные исходы, участие в повседневной жизни и безопасность представлены неравномерно. Рассмотренный набор не исчерпывает все направления постинсультной помощи.

Заключение

Выбор физической реабилитации после ишемического инсульта следует связывать с конкретной функциональной целью и доказательствами по соответствующему исходу. В рассмотренной выборке изменения двигательных шкал не всегда сопровождалось убедительным улучшением

повседневной самостоятельности. Поэтому оценки функции, выполнения действия и независимости должны рассматриваться раздельно.

Ключевыми условиями переноса результатов в клиническую практику являются сопоставимость популяции, точное описание протокола и контрольной терапии, учёт фактической дозы занятий и неопределённости эффекта. Представленные данные не формируют универсального рейтинга методов; они позволяют обосновать проверяемую индивидуальную цель и критерии пересмотра программы.

Литература

1. Подходы физической реабилитации для восстановления функции и подвижности после инсульта / A. Todhunter-Brown, C.E. Sellers, G.D. Baer [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2025. No. 2. Art. CD001920. DOI: 10.1002/14651858.CD001920.pub4. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11812092/>.
2. Тренировка повторяющихся задач для улучшения функциональных способностей после инсульта / B. French, L.H. Thomas, J. Coupe [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2016. No. 11. Art. CD006073. DOI: 10.1002/14651858.CD006073.pub3. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27841442/>.
3. Электромеханическая и роботизированная тренировка верхней конечности для улучшения повседневной активности, функции руки и силы мышц руки после инсульта / J. Mehrholz, M. Pohl, T. Platz [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2018. No. 9. Art. CD006876. DOI: 10.1002/14651858.CD006876.pub5. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD006876_electromechanical-assisted-training-improving-arm-function-and-disability-after-stroke.
4. Эффективность функциональной электростимуляции верхней конечности после инсульта для улучшения повседневной активности и двигательной функции: систематический обзор и метаанализ / J. Erafeij, W. Clark, B. France [et al.] // Syst Rev. 2017. Vol. 6. Art. 40. DOI: 10.1186/s13643-017-0435-5. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5331643/>.
5. Терапия, индуцированная ограничением движения, для верхних конечностей у людей после инсульта / D. Corbetta, V. Sirtori, G. Castellini [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2015. No. 10. Art. CD004433. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub3. URL: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004433.pub3/full>.
6. Зеркальная терапия для улучшения двигательной функции после инсульта / H. Thieme, N. Morkisch, J. Mehrholz [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2018. No. 7. Art. CD008449. DOI: 10.1002/14651858.CD008449.pub3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6513639/>.
7. Виртуальная реальность для реабилитации после инсульта / K.E. Laver, B. Lange, S. George [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2025. No. 6. Art. CD008349. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub5. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12178777/>.
8. Повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция для двигательной функции при инсульте: систематический обзор и метаанализ рандомизированных контролируемых исследований / G. Xie, T. Wang, L. Deng [et al.] // Syst Rev. 2025. Vol. 14. Art. 47. DOI: 10.1186/s13643-025-02794-3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11849290/>.
9. Транскраниальная стимуляция постоянным током (tDCS) для улучшения повседневной активности, физической и когнитивной функции у людей после инсульта / B. Elsner, J. Kugler, M. Pohl [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2020. No. 11. Art. CD009645. DOI: 10.1002/14651858.CD009645.pub4. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33175411/>.
10. Превосходная эффективность транскутанной электрической стимуляции нервов частотой 100 Гц в снижении постинсультной спастичности: систематический обзор и метаанализ / Y. Diao, X. Niu, J. Huang [et al.] // J Neuroeng Rehabil. 2025. Vol. 22. Art. 210. DOI: 10.1186/s12984-025-01744-3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12512259/>.
11. Электромеханически ассистированная тренировка ходьбы после инсульта / J. Mehrholz, J. Kugler, M. Pohl [et al.] // Cochrane Database Syst Rev. 2025. No. 5. Art. CD006185. DOI: 10.1002/14651858.CD006185.pub6. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40365867/>.
12. Тренировка на беговой дорожке с поддержкой веса тела для ходьбы после инсульта / J. Mehrholz, S. Thomas, B. Elsner // Cochrane Database Syst Rev. 2017. No. 8. Art. CD002840. DOI: 10.1002/14651858.CD002840.pub4. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD002840_treadmill-training-and-body-weight-support-walking-after-stroke.
13. Эффективность носимого экзоскелета для восстановления ходьбы у пациентов с инсультом: многоцентровое рандомизированное контролируемое исследование / W.H. Chang,

T.W. Kim, H.S. Kim [et al.] // *Stroke*. 2026. Vol. 57. No. 3. P. 577–586. DOI: 10.1161/STROKEAHA.125.052763. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41424275/>.

14. Влияние водной терапии на равновесие и ходьбу у выживших после инсульта: систематический обзор и метаанализ / P. Nayak, A. Mahmood, M. Natarajan [et al.] // *Complement Ther Clin Pract*. 2020. Vol. 39. Art. 101110. DOI: 10.1016/j.ctcp.2020.101110. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32379645/>.

15. Влияние лечебной физкультуры на способность к равновесию при хроническом инсульте: систематический обзор и метаанализ / H. J. R. van Duijnhoven, A. Heeren, M. A.M. Peters [et al.] // *Stroke*. 2016. Vol. 47. No. 10. P. 2603–2610. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013839. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27633021/>.

SELECTION OF PHYSICAL REHABILITATION METHODS AFTER ISCHEMIC STROKE: FUNCTIONAL GOALS AND CERTAINTY OF EVIDENCE

Kuznetsov P.S.

Samara Regional Clinical Hospital for War Veterans named after O.G. Yakovlev

Objective. To examine physical rehabilitation methods after ischemic stroke in relation to functional goals, comparator characteristics, and outcome-specific certainty of evidence. **Materials and methods.** A narrative analytical review of a targeted selection of systematic reviews, meta-analyses, and a randomized trial was performed. Fifteen approaches involving active motor rehabilitation, device-assisted training, and non-invasive stimulation were considered. Sources were selected from an evidence set assembled as of September 16, 2026. Outcomes included arm function, activities of daily living, walking independence and performance, balance, and spasticity. No GRADE reassessment or quantitative pooling was undertaken. **Results.** Improvements in motor scales did not consistently translate into convincing gains in everyday independence. Equal treatment duration, residual motor function, and time since stroke were important when interpreting device-based and adjunctive interventions. Evidence on electromechanical gait training, treadmill training, and a wearable exoskeleton addressed different clinical questions. Comparing standardized effects across separate reviews did not support a ranking of methods. **Conclusion.** Intervention selection should proceed from a patient-relevant activity to the corresponding research outcome. Both impairment reduction and transfer to everyday functioning require assessment. A sequence for clinical interpretation is proposed, taking account of the population, treatment dose, comparator, and uncertainty.

Keywords: ischemic stroke; physical rehabilitation; motor recovery; activities of daily living; robot-assisted therapy; non-invasive stimulation; walking; certainty of evidence.

References

1. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke / A. Todhunter-Brown, C.E. Sellers, G.D. Baer [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2025. No. 2. Art. CD001920. DOI: 10.1002/14651858.CD001920.pub4. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11812092/>.

2. Repetitive task training for improving functional ability after stroke / B. French, L.H. Thomas, J. Coupe [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. No. 11. Art. CD006073. DOI: 10.1002/14651858.CD006073.pub3. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27841442/>.

3. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke / J. Mehrholz, M. Pohl, T. Platz [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2018. No. 9. Art. CD006876. DOI: 10.1002/14651858.CD006876.pub5. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD006876_electromechanical-assisted-training-improving-arm-function-and-disability-after-stroke.

4. Effectiveness of upper limb functional electrical stimulation after stroke for the improvement of activities of daily living and motor function: a systematic review and meta-analysis / J. Eraifej, W. Clark, B. France [et al.] // *Syst Rev*. 2017. Vol. 6. Art. 40. DOI: 10.1186/s13643-017-0435-5. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5331643/>.

5. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke / D. Corbetta, V. Sirtori, G. Castellini [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. No. 10. Art. CD004433. DOI: 10.1002/14651858.CD004433.pub3. URL: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004433.pub3/full>.

6. Mirror therapy for improving motor function after stroke / H. Thieme, N. Morkisch, J. Mehrholz [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2018. No. 7. Art. CD008449. DOI: 10.1002/14651858.CD008449.pub3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6513639/>.

7. Virtual reality for stroke rehabilitation / K.E. Laver, B. Lange, S. George [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2025. No. 6. Art. CD008349. DOI: 10.1002/14651858.CD008349.pub5. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12178777/>.

8. Repetitive transcranial magnetic stimulation for motor function in stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies / G. Xie, T. Wang, L. Deng [et al.] // *Syst Rev*. 2025. Vol. 14. Art. 47. DOI: 10.1186/s13643-025-02794-3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11849290/>.

9. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving activities of daily living, and physical and cognitive functioning, in people after stroke / B. Elsner, J. Kugler, M. Pohl [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2020. No. 11. Art. CD009645. DOI: 10.1002/14651858.CD009645.pub4. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33175411/>.

10. Superior efficacy of 100-Hz transcutaneous electrical nerve stimulation in reducing post-stroke spasticity: a systematic review and meta-analysis / Y. Diao, X. Niu, J. Huang [et al.] // *J Neuroeng Rehabil*. 2025. Vol. 22. Art. 210. DOI: 10.1186/s12984-025-01744-3. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12512259/>.

11. Electromechanical-assisted training for walking after stroke / J. Mehrholz, J. Kugler, M. Pohl [et al.] // *Cochrane Database Syst Rev*. 2025. No. 5. Art. CD006185. DOI: 10.1002/14651858.CD006185.pub6. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40365867/>.

12. Treadmill training and body weight support for walking after stroke / J. Mehrholz, S. Thomas, B. Elsner // *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. No. 8. Art. CD002840. DOI: 10.1002/14651858.CD002840.pub4. URL: https://www.cochrane.org/evidence/CD002840_treadmill-training-and-body-weight-support-walking-after-stroke.

13. Efficacy of Wearable Exoskeleton for Gait Recovery in Patients With Stroke: A Multicenter Randomized Controlled Trial / W.H. Chang, T.W. Kim, H.S. Kim [et al.] // *Stroke*. 2026. Vol. 57. No. 3. P. 577–586. DOI: 10.1161/STROKEAHA.125.052763. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41424275/>.

14. Effect of aquatic therapy on balance and gait in stroke survivors: A systematic review and meta-analysis / P. Nayak, A. Mahmood, M. Natarajan [et al.] // *Complement Ther Clin Pract*. 2020. Vol. 39. Art. 101110. DOI: 10.1016/j.ctcp.2020.101110. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32379645/>.

15. Effects of Exercise Therapy on Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis / H. J. R. van Duijnhoven, A. Heeren, M. A.M. Peters [et al.] // *Stroke*. 2016. Vol. 47. No. 10. P. 2603–2610. DOI: 10.1161/STROKEAHA.116.013839. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27633021/>.

Эффективность воздействия высокоинтенсивных интервальных тренировок на развитие кардиореспираторной выносливости у любителей бега

Шестакова Татьяна Алексеевна,

кандидат педагогических наук, доцент, ТГПУ им. Л.Н. Толстого
E-mail: shestak-sport52@yandex.ru

Уварова Светлана Владимировна,

аспирант, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма
E-mail: Svetasvetlyak@bk.ru

Высокоинтенсивная интервальная работа предлагается любителям бега как способ повысить кардиореспираторную выносливость при ограниченном недельном времени, однако величина недельной дозы такой работы, при которой прирост максимального потребления кислорода наибольший, в доступных источниках не названа. Цель работы состояла в том, чтобы при фиксированном недельном беговом времени определить долю времени в высокоинтенсивной зоне, дающую наибольший расчётный прирост максимального потребления кислорода за 12 недель, и оценить разброс этого оптимума между модельными единицами. Материалом послужили входы и выходы построенной насыщающей дозозависимой модели: вклад высокоинтенсивного времени задан насыщающей экспонентой, вклад умеренного времени линеен, масштаб настроен по опорному недельному режиму подготовки бегунов-любителей, а индивидуальная реакция разыграна логнормальными множителями в 20 000 повторях при фиксированном зерне генератора. Расчётный оптимум недельного времени в высокоинтенсивной зоне составил 20,8 мин/нед, что при недельном объёме 180 мин отвечает доле 11,6%; расчётный прирост при оптимальной доле равен 2,84 мл/(кг·мин) против 2,71 при нулевой доле и 2,44 при доле 40%. У 27,6% модельных единиц расчётный оптимум нулевой, а верхняя граница модельного интервала достигает 77,9 мин/нед. В рамках модели выигрыш высокоинтенсивной работы у модельной единицы с умеренным недельным объёмом мал и пропадает при завышенной доле, а величина оптимальной дозы остаётся определённой лишь с точностью до интервала, заданного границами отношения удельных приростов и постоянной насыщения.

Ключевые слова: высокоинтенсивная интервальная тренировка, кардиореспираторная выносливость, максимальное потребление кислорода, бегуны-любители, распределение интенсивности, модельный расчёт, анализ чувствительности.

Введение

Массовый бег на длинные дистанции сделал высокоинтенсивную интервальную работу одним из самых обсуждаемых средств подготовки, поскольку она обещает заметный прирост кардиореспираторной выносливости при небольшом недельном времени занятий. Описанные протоколы такой работы различаются длительностью рабочих отрезков, числом повторений и соотношением работы и отдыха, а их перечень для людей с невысокой двигательной активностью сведён в [4]. Для бегуна-любителя вопрос ставится иначе, чем для новичка. Его недельное время уже занято бегом, поэтому каждая минута высокоинтенсивной работы не добавляется к нагрузке, а вытесняет минуту умеренного бега. Такое замещение определяет итоговый прирост максимального потребления кислорода, по которому принято судить о кардиореспираторной выносливости и который устойчиво воспроизводится в ступенчатом тесте при разной длительности ступени [1]. Умеренная непрерывная работа при этом остаётся не нейтральным фоном, а самостоятельным стимулом: восьминедельная аэробная нагрузка без выраженного механического стресса запускает в скелетной мышце перестройку внеклеточного матрикса [2], и вытесняемые минуты тоже оплачены адаптацией.

Сопоставление двух режимов даёт в источниках расходящуюся картину. Мета-аналитическое сопоставление у бегунов на выносливость показало преимущество интервальной работы по экономичности бега и по скорости устранения лактата, тогда как по максимальному потреблению кислорода перевес оказался на стороне умеренной непрерывной работы [12]. Поляризованное распределение интенсивности превзошло другие варианты по пиковому потреблению кислорода лишь в коротких вмешательствах и у хорошо тренированных спортсменов [11]. У хорошо тренированных бегунов связь между тренировочным импульсом интервальной работы и изменением максимального потребления кислорода прослеживается, но сами приросты в большинстве включённых работ невелики [9]. Для бегунов-любителей сообщается, что преимущество непрерывной работы по кислородной стоимости бега проявляется в программах не короче восьми недель и при недельном объёме интервальной работы от 23,2 мин [10]. Низкая и высокая недельные дозы спринтерской интервальной работы дают сразу после вмешательства сопоставимый прирост пикового потребления кислорода [14], что указывает на насыщение вклада высокоинтенсивных минут. Приверженность занятиям два режима не разделяет, поскольку в сопоставимых по энергозатратам программах она одинаково высока [13].

Эти сведения задают направление, но не отвечают на прикладной вопрос любителя о том, сколько минут недельного времени отводить высокоинтенсивной работе при фиксированном общем времени бега. Недельный беговой объём мужчин-любителей, готовящихся к марафону, составляет примерно от 47 до 59 км [15], а двенадцатинедельный режим подготовки бегунов-любителей с распределением времени по трём зонам интенсивности и измеренным приростом максимального потребления кислорода описан в [6]. Ни один из перечисленных источников не сообщает величину недельной дозы, при которой прирост наибольший, и не показывает, как эта величина смещается при изменении недельного объёма. Дополнительная трудность состоит в различии индивидуальной реакции: доля отвечающих на нагрузку в мезоциклах с разным распределением интенсивности у бегунов-любителей различалась почти вдвое [7]. При этом кинетика реакции сердца на плавно возрастающую нагрузку у любителей и профессионалов совпадает, различаясь лишь уровнем частоты сердечных сокращений [3], а две дополнительные аэробные тренировки в неделю заметно повышают аэробную выносливость даже у нетренированной группы за 12 недель [5]. Перенос выводов, полученных на подготовленных спортсменах, на любителей требует поэтому отдельного основания.

Задача настоящей работы состоит в том, чтобы при фиксированном недельном беговом времени рассчитать долю времени в высокоинтенсивной зоне, дающую наибольший прирост максимального потребления кислорода за 12 недель, показать смещение этого оптимума при изменении недельного объёма и параметров механизма и оценить разброс оптимума между модельными единицами.

Материалы и методы исследования

Для ответа на поставленный вопрос построена насыщающая дозозависимая модель прироста максимального потребления кислорода с настройкой масштаба по опорному режиму и стохастическим розыгрышем индивидуальной реакции методом Монте-Карло. Единицей анализа служит модельная единица как недельный режим беговой подготовки бегуна-любителя с заданным распределением времени между высокоинтенсивной и умеренной зонами; реальные занимающиеся не обследовались, поэтому расчёт остаётся сценарным и описывает поведение заданной спецификации.

Алгоритм состоит из четырёх шагов. Сначала недельное время делится на время в высокоинтенсивной зоне и остаток, отнесённый к умеренной непрерывной работе. Затем вклад высокоинтенсивного времени преобразуется насыщающей экспонентой с постоянной насыщения, а вклад умеренного времени остаётся линейным, так что убывающая отдача высокоинтенсивных минут задана формой функции, а не получена в расчёте. Далее масштаб удельных приростов настраивается так, чтобы опорный недельный режим воспроизводил заявленный для него прирост за 12 недель, причём удельный прирост минуты высокоинтенсивного времени превышает удельный прирост минуты умеренного времени в заданное входом число раз. На последнем шаге отыскивается доля высокоинтенсивного времени, максимизирующая расчётный прирост при фиксированном недельном объёме. Из вида целевой функции по построению следует, что абсолютное оптимальное время высокоинтенсивной работы не зависит от недельного объёма, а оптимальная доля убывает обратно пропорционально объёму.

Индивидуальная реакция описана двумя независимыми логнормальными множителями с единичным средним, которые изменяют удельные приросты обеих зон у отдельной модельной единицы. Разброс множителей подобран так, чтобы стандартное отклонение прироста в опорном режиме совпало с заданным входом. Розыгрыш выполнен в 20000 повторях при фиксированном зерне генератора псевдослучайных чисел seed = 20260922; публикуются медиана и границы модельного интервала от 5-го до 95-го перцентиля. Расчёт выполнен на языке Python 3 средствами стандартной библиотеки, значения округлены до одного или двух десятичных знаков. Исполняемый код, входы, выходы и контрольные суммы помещены в отдельное электронное приложение.

Входные параметры расчёта, их значения и происхождение приведены в таблице 1. Пять входов взяты из просмотренных источников, четыре заданы автором модели и прямо названы допущениями. Каждый вход проверен в анализе чувствительности раздельной подстановкой нижней и верхней границы; выполнены также три содержательные проверки модели: контроль порядка двух режимов в базовой точке, граничный случай с устранением насыщения и сопоставление расчётного относительного прироста с независимым эталоном.

Эталоном служит изменение максимального потребления кислорода у бегунов-любителей, приведённое в источнике [8]; по данным аннотации (abstract) за период weeks 1–12 оно составило 7% при разбросе 4 процентных пункта, а единицей сопоставления служат проценты исходного уровня. Допуск равен стандартному отклонению изменения показателя, указанному рядом с ориентиром в источнике. Источник ориентира не участвует в настройке входов модели, так как у него другая выборка и другой протокол подготовки.

Таблица 1. Входные параметры расчётного сценария и их происхождение

Параметр	Значение	Происхождение и локатор
недельное время опорного режима	283 мин/нед	[6], abstract, 12 wk, min-wk
доля высокоинтенсивного времени опорного режима	15%	[6], abstract, 12 wk
прирост опорного режима	4,3 мл/(кг·мин)	[6], abstract, 12 wk, mL·kg·min
разброс прироста в опорном режиме	3,6 мл/(кг·мин)	[6], abstract, 12 wk, mL·kg·min
исходный уровень максимального потребления кислорода	45,2 мл/(кг·мин)	[7], abstract, baseline, mL·min·kg
отношение удельных приростов двух зон	2,0 раза	допущение автора модели, границы 1,3 и 3,5
постоянная насыщения высокоинтенсивного времени	30 мин/нед	допущение автора модели, границы 15 и 60
опорное недельное беговое время	180 мин/нед	допущение автора модели, границы 120 и 300
доля высокоинтенсивного времени в режиме с её преобладанием	40%	допущение автора модели, границы 30 и 50

Источник: Входы авторского модельного расчёта, файл model-study/inputs.json

Результаты и обсуждение

Расчётный оптимум приходится на небольшую недельную дозу высокоинтенсивной работы. Рассчитанное оптимальное недельное время высокой интенсивности равно 20,8 мин/нед, а при опорном недельном объёме 180 мин расчётная оптимальная доля высокоинтенсивного времени составляет 11,6%. Механизм такого решения в модели прост. Пока недельное время в высокой зоне невелико, каждая перенесённая туда минута приносит вдвое больший удельный прирост, но по мере накопления таких минут их вклад насыщается, и следующая минута уступает вытесняемой минуте умеренного бега. Расчётный оптимум достигается там, где предельный вклад высокоинтенсивной минуты сравнивается с предельным вкладом умеренной.

Абсолютная величина выигрыша от такой дозы мала. Расчётные приросты трёх сопоставляемых режимов сведены в таблице 2. Выигрыш оптимума относительно умеренного режима равен 0,14 мл/(кг·мин), а потеря прироста при доле 40% составляет 0,40 мл/(кг·мин) относительно оптимума, и расчётная цена завышения доли втрое превышает расчётную прибавку от её оптимального выбора. Асимметрия объясняется формой кривой, у которой вблизи максимума пологий участок, а при уходе вправо теряется уже не насыщенный вклад высокоинтенсивных минут, а линейный вклад вытесненных минут умеренного бега. Порядок двух крайних режимов в базовой точке проверен отдельно и дал итог, а именно порядок режимов подтверждён при значениях 2,71 и 2,44.

Таблица 2. Расчётный прирост максимального потребления кислорода за 12 недель при разных режимах

Недельный режим	Показатель	Расчётное значение
объём 180 мин/нед, доля высокой интенсивности 0%	прирост МПК без высокоинтенсивной работы	2,71 мл/(кг·мин)
объём 180 мин/нед, оптимальная доля	прирост МПК при оптимальной доле	2,84 мл/(кг·мин)
объём 180 мин/нед, доля высокой интенсивности 40%	прирост МПК при доле 40%	2,44 мл/(кг·мин)
объём 120 мин/нед, доля высокой интенсивности 0%	прирост без высокоинтенсивной работы при пониженном объёме	1,80 мл/(кг·мин)
объём 120 мин/нед, доля высокой интенсивности 40%	прирост при доле 40% и пониженном объёме	1,80 мл/(кг·мин)

Источник: Выходы авторского модельного расчёта, файл model-study/results.json

Расчётное преимущество умеренного режима над режимом с преобладанием высокой интенсивности устойчивым не является. При снижении недельного объёма до 120 мин расчётные приросты обоих режимов совпадают на уровне принятого округления, что видно из последних двух строк таблицы 2. Объяснение содержится в той же спецификации, так как при малом недельном объёме доля 40% даёт всего 48 мин высокоинтенсивного времени, вклад которых ещё не насыщен, и расчётный проигрыш по вытесненному умеренному времени компенсируется. Инверсия возникает и при раздельной подстановке границ входов, а именно при нижней границе прироста опорного режима и при верхней границе недельного объёма, поэтому утверждение о преимуществе умеренного распределения относится к базовой точке, а не ко всему заявленному диапазону.

Относительная величина расчётного прироста позволяет сопоставить модель с независимым эталоном. Рассчитанный относительный прирост МПК при оптимальной доле равен 6,3% исходного уровня. Внешняя проверка дала итог, а именно расчётное значение 6,3 при ориентире 7,0, и расхождение укладывается в объявленный допуск. Принятая спецификация воспроизводит порядок величины прироста, отмеченного в независимом вмешательстве сопоставимой длительности.

Величина оптимума почти целиком определяется двумя авторскими допущениями, и это главное ограничение точности расчёта, раскрытое анализом чувствительности. Чувствительность показателя «оптимальное недельное время высокой интенсивности» к входу ratio составляет 7,9 / 20,8 / 37,6 мин/нед при границах отношения удельных приростов 1,3 и 3,5. Чувствительность показателя «оптимальное недельное время высокой интенсивности» к входу h_sat даёт 10,4 / 20,8 / 41,6 мин/нед. Оба входа действуют в одну сторону и мультипликативно, так как оптимальное время пропорционально постоянной насыщения и логарифму отношения удельных приростов. Расчётная

доза высокоинтенсивной работы устанавливается поэтому лишь с точностью до интервала примерно от 8 до 42 мин/нед, и ни на одной границе этих двух входов расчётная оптимальная доля не достигает 40%.

Зависимость расчётной оптимальной доли от недельного объёма проверена отдельно. Чувствительность показателя «оптимальная доля высокоинтенсивного времени» к входу $t_{\text{тур}}$ составляет 17,3 / 11,6 / 6,9% при переходе расчётного недельного объёма от 120 к 300 мин. Это соотношение следует из формулы целевой функции и является свойством спецификации; содержательный смысл его в том, что одна и та же расчётная доля недельного времени отвечает для разных модельных единиц совершенно разным абсолютным дозам. Граничный случай раскрывает происхождение внутреннего оптимума, поскольку при устранении насыщения расчётная оптимальная доля смещается к верхней границе отрезка допустимых долей, и внутренний максимум существует по построению модели из-за насыщения вклада высокоинтенсивных минут.

Розыгрыш индивидуальной реакции показывает, что единая расчётная доза высокоинтенсивной работы описывает совокупность модельных единиц плохо. Сводка распределения приведена в таблице 3. Медиана индивидуального оптимума практически совпадает с базовым расчётом, а модельный интервал занимает почти весь допустимый отрезок, так как у одной части модельных единиц оптимальным оказывается полный отказ от высокоинтенсивной работы, у другой – дозы, вчетверо превышающие базовую. Доля модельных единиц с нулевым оптимумом и доля единиц с оптимумом выше 20% вместе охватывают более половины розыгрыша, и базовое расчётное значение доли характеризует меньшинство сценариев.

Таблица 3. Распределение индивидуально оптимального недельного времени высокой интенсивности в 20 000 повторах

Характеристика распределения	Расчётное значение
медиана индивидуального оптимума	20,9 мин/нед
нижняя граница модельного интервала	0,0 мин/нед
верхняя граница модельного интервала	77,9 мин/нед
доля модельных единиц с нулевым оптимумом	27,6%
доля модельных единиц с оптимумом выше 20%	32,7%

Источник: Выходы авторского модельного расчёта, файл model-study/results.json

Расчётная картина уточняет сведения источников о распределении интенсивности у бегунов-любителей. Преимущество поляризованного распределения по пиковому потреблению кислорода в коротких вмешательствах [11] отвечает в таблице 2 лишь небольшой расчётной надбавке оптимальной доли над нулевой, а не крупному выигрышу. Отсутствие преимущества интервальной работы по кислородной стоимости бега при недельном объёме интервалов свыше 23,2 мин [10] приходится на тот расчётный участок таблицы 2, где вклад высокоинтенсивных минут уже насыщен. Различие доли отвечающих на нагрузку между мезоциклами с разным распределением интенсивности [7] получает в таблице 3 прямое выражение, так как при одном и том же недельном режиме индивидуальные расчётные оптимумы разнесены настолько, что групповое среднее не описывает типичную модельную единицу.

Заключение

При заданном недельном времени бега расчётный оптимум высокоинтенсивной работы у модельной единицы мал и составляет около 21 мин в неделю, что при объёме 180 мин отвечает расчётной доле примерно 12%. По строкам таблицы 2 рассчитанная прибавка при оптимальной доле превышает прирост полностью умеренного режима на 0,14 мл/(кг·мин), а доведение доли до 40% в базовой точке отнимает 0,40 мл/(кг·мин), втрое больше. Относительный расчётный прирост за 12 недель укладывается в объявленный допуск сопоставления с независимым эталоном, а сам внутренний максимум задан по построению спецификации через насыщение вклада высокоинтенсивных минут.

Два уточнения сопровождают этот ответ. Абсолютная величина оптимальной дозы остаётся в пределах примерно 8–42 мин/нед, заданных объявленными границами двух авторских входов. При пониженном недельном объёме расчётное преимущество умеренного распределения исчезает, а разброс индивидуальных оптимумов в розыгрыше настолько велик, что единая доля высокоинтенсивного времени отвечает меньшинству модельных сценариев. Проверяемая гипотеза, следующая из расчёта, состоит в том, что у бегуна-любителя с недельным объёмом около трёх часов увеличение высокоинтенсивной работы сверх получаса в неделю не даёт дополнительного прироста кардиореспираторной выносливости.

Литература

- Волков В.В., Тамбовцева Р.В., Конюхов В.Г., Маркарян В.С. Влияние скорости прироста нагрузки во время ступенчатого теста на показатели аэробной производительности // Физиология человека. 2024. Т. 50. № 1. С. 64–71. DOI: 10.31857/s0131164624010052
- Леднев Е.М., Лысенко Е.А., Згода В.Г. и др. Восьминедельные аэробные тренировки активируют биогенез внеклеточного матрикса в скелетных мышцах человека // Физиология человека. 2023. Т. 49. № 2. С. 44–53. DOI: 10.31857/s013116462210023x
- Мавлиев Ф.А., Демидов В.А., Демидова В.В. Кинетика физиологических параметров в ответ на плавное возрастающую скорость бега у бегунов-любителей и профессиональных легкоатлетов // Журнал медико-биологических исследований. 2024. № 3. С. 311–318. DOI: 10.37482/2687-1491-z205
- Момент А.В. Приемлемые модели высокоинтенсивных интервальных тренировок для поддержания и укрепления здоровья лиц, ведущих малоподвижный образ жизни // Наука и спорт: современные тенденции. 2022. Т. 10. № 3. С. 92–99. DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-92-99
- Kukić F., Koropanovski N., Janković R., Dopsaj M. Effects of specialized physical education and additional aerobic training on aerobic endurance of police students // Human. Sport. Medicine. 2020. Vol. 19. No. S2. Pp. 58–64. DOI: 10.14529/hsm19s208
- Carnes A.J., Mahoney S.E. Polarized versus high-intensity multimodal training in recreational runners // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2019. Vol. 14. No. 1. Pp. 105–112. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0040
- Zinner C., Schäfer Olstad D., Sperlich B. Mesocycles with different training intensity distribution in recreational runners // Medicine and Science in Sports and Exercise. 2018. Vol. 50. No. 8. Pp. 1641–1648. DOI: 10.1249/mss.0000000000001599
- Schumann M., Botella J., Karavirta L., Häkkinen K. Training-load-guided vs standardized endurance training in recreational runners // International Journal of Sports Physiology and Performance. 2017. Vol. 12. No. 3. Pp. 295–303. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0093
- Parmar A., Jones T.W., Hayes P.R. The dose-response relationship between interval-training and VO2max in well-trained endurance runners: a systematic review // Journal of Sports Sciences. 2021. Vol. 39. No. 12. Pp. 1410–1427. DOI: 10.1080/02640414.2021.1876313
- González-Mohino F., Santos-Concejero J., Yustres I., González-Ravé J.M. The effects of interval and continuous training on the oxygen cost of running in recreational runners: a systematic review and meta-analysis // Sports Medicine. 2020. Vol. 50. No. 2. Pp. 283–294. DOI: 10.1007/s40279-019-01201-x
- Silva Oliveira P., Boppre G., Fonseca H. Comparison of polarized versus other types of endurance training intensity distribution on athletes' endurance performance: a systematic review with meta-analysis // Sports Medicine. 2024. Vol. 54. No. 8. Pp. 2071–2095. DOI: 10.1007/s40279-024-02034-z
- Feng Y., Li D., Liu Y., Tang D. High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training affect running economy in endurance runners: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // Journal of Human Kinetics. 2025. DOI: 10.5114/jhk/205427
- Vella C.A., Taylor K., Drummer D. High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults // European Journal of Sport Science. 2017. Vol. 17. No. 9. Pp. 1203–1211. DOI: 10.1080/17461391.2017.1359679
- O'Connor D., Malone J.K. The dose response for sprint interval training interventions may affect the time course of aerobic training adaptations // Sports. 2019. Vol. 7. No. 4. P. 85. DOI: 10.3390/sports7040085
- Nikolaidis P.T., Clemente-Suárez V.J., Chlíbková D., Knechtle B. Training, anthropometric, and physiological characteristics in men recreational marathon runners: the role of sport experience // Frontiers in Physiology. 2021. Vol. 12. P. 666201. DOI: 10.3389/fphys.2021.666201

EFFECTIVENESS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING FOR THE DEVELOPMENT OF CARDIORESPIRATORY ENDURANCE IN AMATEUR RUNNERS

Shestakova T.A., Uvarova S.V.

L.N. Tolstoy Tula State Pedagogical University, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism.

High-intensity interval work is offered to amateur runners as a way of raising cardiorespiratory endurance within a limited weekly time budget, yet the weekly dose that yields the largest gain in maximal oxygen uptake is not stated in the sources. The study asks which share of a fixed weekly running time in the high-intensity zone maximises the calculated 12-week gain, and how widely that optimum varies across model units. The material consists of the inputs and outputs of a saturating dose-response model: high-intensity time enters through a saturating exponential, moderate time linearly, the scale is tuned to a reference weekly regimen of amateur runners, and individual responsiveness is drawn from lognormal multipliers over 20,000 replications with a fixed seed. The model output places the optimal weekly high-intensity time at 20.8 min per week, a share of 11.6% at a weekly volume of 180 min. The calculated value of the 12-week gain is 2.84 mL·kg⁻¹·min⁻¹ at that share, against 2.71 at a zero share and 2.44 at a 40% share;

27.6% of model units have a zero optimum, and the upper bound of the model interval reaches 77.9 min per week. Within the model, the advantage of high-intensity work for a unit with a moderate weekly volume is small and vanishes once the share is raised, while the sensitivity analysis leaves the optimal dose defined only up to an interval set by the adopted bounds of two author-specified inputs.

Keywords: high-intensity interval training, cardiorespiratory endurance, maximal oxygen uptake, amateur runners, training intensity distribution, model computation, sensitivity analysis.

References

1. Volkov V.V., Tambovtseva R.V., Konyukhov V.G., Markaryan V.S. Influence of load increase rate during incremental test on aerobic performance indicators // *Human Physiology*. 2024. Vol. 50. No. 1. Pp. 64–71. DOI: 10.31857/s0131164624010052
2. Lednev E.M., Lysenko E.A., Zgoda V.G. et al. Eight-week aerobic training activates extracellular matrix biogenesis in human skeletal muscle // *Human Physiology*. 2023. Vol. 49. No. 2. Pp. 44–53. DOI: 10.31857/s013116462210023x
3. Mavliev F.A., Demidov V.A., Demidova V.V. Kinetics of physiological parameters in response to a gradually increasing speed of running in amateur and professional runners // *Journal of Medical and Biological Research*. 2024. No. 3. Pp. 311–318. DOI: 10.37482/2687-1491-z205
4. Moment A.V. Acceptable models of high-intensity interval training to maintain and improve the health of people who lead a sedentary lifestyle // *Science and Sport: Current Trends*. 2022. Vol. 10. No. 3. Pp. 92–99. DOI: 10.36028/2308-8826-2022-10-3-92-99
5. Kukić F., Koropanovski N., Janković R., Dopsaj M. Effects of specialized physical education and additional aerobic training on aerobic endurance of police students // *Human. Sport. Medicine*. 2020. Vol. 19. No. S2. Pp. 58–64. DOI: 10.14529/hsm19s208
6. Carnes A.J., Mahoney S.E. Polarized versus high-intensity multimodal training in recreational runners // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2019. Vol. 14. No. 1. Pp. 105–112. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0040
7. Zinner C., Schäfer Olstad D., Sperlich B. Mesocycles with different training intensity distribution in recreational runners // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2018. Vol. 50. No. 8. Pp. 1641–1648. DOI: 10.1249/mss.0000000000001599
8. Schumann M., Botella J., Karavirta L., Häkkinen K. Training-load-guided vs standardized endurance training in recreational runners // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2017. Vol. 12. No. 3. Pp. 295–303. DOI: 10.1123/ijspp.2016-0093
9. Parmar A., Jones T.W., Hayes P.R. The dose-response relationship between interval-training and VO2max in well-trained endurance runners: a systematic review // *Journal of Sports Sciences*. 2021. Vol. 39. No. 12. Pp. 1410–1427. DOI: 10.1080/02640414.2021.1876313
10. González-Mohino F., Santos-Concejero J., Yustres I., González-Ravé J.M. The effects of interval and continuous training on the oxygen cost of running in recreational runners: a systematic review and meta-analysis // *Sports Medicine*. 2020. Vol. 50. No. 2. Pp. 283–294. DOI: 10.1007/s40279-019-01201-x
11. Silva Oliveira P., Bopp G., Fonseca H. Comparison of polarized versus other types of endurance training intensity distribution on athletes' endurance performance: a systematic review with meta-analysis // *Sports Medicine*. 2024. Vol. 54. No. 8. Pp. 2071–2095. DOI: 10.1007/s40279-024-02034-z
12. Feng Y., Li D., Liu Y., Tang D. High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training affect running economy in endurance runners: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Human Kinetics*. 2025. DOI: 10.5114/jhk/205427
13. Vella C.A., Taylor K., Drummer D. High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults // *European Journal of Sport Science*. 2017. Vol. 17. No. 9. Pp. 1203–1211. DOI: 10.1080/17461391.2017.1359679
14. O'Connor D., Malone J.K. The dose response for sprint interval training interventions may affect the time course of aerobic training adaptations // *Sports*. 2019. Vol. 7. No. 4. P. 85. DOI: 10.3390/sports7040085
15. Nikolaidis P.T., Clemente-Suárez V.J., Chlíbková D., Knechtle B. Training, anthropometric, and physiological characteristics in men recreational marathon runners: the role of sport experience // *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12. P. 666201. DOI: 10.3389/fphys.2021.666201

ПТСР, сексуальное функционирование и интимные отношения у военнослужащих и ветеранов: интегративный обзор психосексуального восстановления

Васильева Елена Игоревна,

студент магистратуры ОАНО ВО «Московский психолого-социальный университет» (МПСУ)

E-mail: elena-hei@mail.ru

Посттравматическое стрессовое расстройство связано с сексуальными и партнерскими трудностями у части военнослужащих и ветеранов, однако сексуальное здоровье редко рассматривают как самостоятельный исход восстановления. Цель статьи состоит в систематизации данных о связи ПТСР с сексуальным функционированием и интимными отношениями и в формулировании интегративной модели психосексуального восстановления. Проведен интегративный нарративный обзор теоретических, обзорных, клинических и эмпирических публикаций. Наиболее последовательные ассоциации относятся к общему сексуальному функционированию, желанию, удовлетворенности и сексуальному дистрессу. Результаты по возбуждению, эректильной функции, оргазму, эякуляции, боли и частоте контактов неоднородны.

Ключевые слова: посттравматическое стрессовое расстройство; военнослужащие; ветераны; сексуальное функционирование; интимность; партнерские отношения; психосексуальное восстановление.

Введение

Боевая травматизация сочетает угрозу жизни, утраты, возможные ранения и длительное пребывание в опасной среде. У части военнослужащих и ветеранов после такого опыта формируется ПТСР, которое включает симптомы вторжения, избегания, негативных изменений когниций и настроения и гипервозбуждения. Расстройство часто сочетается с депрессией, нарушениями сна, употреблением веществ и соматическими заболеваниями, поэтому его функциональные последствия выходят за пределы диагностических симптомов [1]. Сексуальные трудности затрагивают телесную автономию, самооценку, близость и отношения, хотя их редко включают в исходы посттравматической реабилитации.

Сексуальное здоровье остается недостаточно представленным среди исходов посттравматического восстановления. Такая недооценка создает риск принять снижение симптомов ПТСР за достаточный результат, даже если сохраняются отсутствие желания, боль, или отчуждение в паре. Систематический обзор военной литературы связал ПТСР с повышенной вероятностью сексуальных трудностей, однако сила и устойчивость ассоциаций различались между отдельными показателями [2]. Для корректной интерпретации требуется различать несколько конструкций. Сексуальная функция описывает желание, возбуждение, генитальную реакцию, оргазм и боль. Частота контактов характеризует поведение и не подтверждает сохранность функции. Сексуальная удовлетворенность представляет субъективную оценку опыта и может расходиться с физиологическими показателями. Интимность и качество отношений охватывают доверие, эмоциональную доступность, безопасность и диадическую адаптацию. Они связаны с сексуальностью, но не совпадают с ней [3, 4].

Монокаузальное объяснение не соответствует структуре проблемы. Психосексуальные трудности могут быть связаны с симптомами ПТСР, депрессией, болью, нарушениями сна, физическим ранением, черепно-мозговой травмой (ЧМТ), лекарственной терапией и отношениями. Цель статьи состоит в систематизации этих связей и в разработке компактной вероятностной модели психосексуального восстановления военнослужащих и ветеранов.

Материалы и методы

Статья подготовлена как интегративный нарративный обзор. Материалом послужили 20 публикаций из библиографического корпуса исходной теоретической работы. При редакционном отборе приоритет получили клинические рекомендации, систематические обзоры и мета-анализы, основополагающие теоретические публикации, крупные или методологически значимые исследования военнослужащих и ветеранов, работы о партнерских отношениях и исследования соматических и лечебных факторов.

Результаты

Когнитивная модель Элерс и Кларка связывает устойчивость ПТСР с переживанием серьезной угрозы в настоящем. Такое переживание поддерживают негативные оценки травмы и ее последствий, особенности травматической памяти и стратегии избегания. В сексуальной ситуации обнажение, снижение контроля, прикосновение или интенсивные телесные ощущения могут получить значение опасности. Гипербдительность смещает внимание к возможной боли, утрате возбуждения, панике или отвержению. Избегание контактов и разговоров временно снижает тревогу, но препятствует обновлению ожиданий и получению опыта безопасности [5]. Негативные оценки могут касаться тела, привлекательности, способности контролировать реакцию и надежности партнера. Эти оценки поддерживают самонаблюдение и стыд, которые конкурируют с вниманием к приятным ощущениям.

Теория двойной репрезентации уточняет роль сенсорных триггеров. Запах, поза, давление на поврежденную область, темнота или изменение дыхания способны активировать преимущественно сенсорную репрезентацию травмы, которая переживается как происходящая «сейчас». Возможными следствиями становятся паника, оцепенение,

дереализация и частичная утрата контакта с партнером [6]. Метаанализ эмоциональной регуляции связывает симптомы ПТСР с подавлением, избеганием переживаний и общей дисрегуляцией. Ангедония может снижать ожидаемое вознаграждение от близости, а диссоциация нарушает присутствие в телесном опыте [7]. Эти процессы правдоподобно объясняют снижение вовлеченности, но их нельзя считать установленными медиаторами без данных о временной последовательности.

Модель двойного контроля рассматривает сексуальную реакцию как соотношение процессов возбуждения и торможения. Угроза, тревога и ожидание боли усиливают торможение, которое в безопасном контексте может сохраняться из-за ошибочной оценки сигнала. Такая схема объясняет снижение желания или возбуждения без предположения о необратимой физиологической утрате функции. Она также допускает разнонаправленные реакции, поскольку чувствительность возбуждающей и тормозной систем различается между людьми и ситуациями [8]. Субъективное возбуждение и генитальная реакция при этом могут расходиться. Сохранная физиологическая реакция не подтверждает желания или согласия, а слабая генитальная реакция не определяет удовлетворенность без учета контекста.

Биопсихосоциальная рамка объединяет психологические процессы с ранением, болью, ЧМТ, нарушениями сна, заболеваниями, лекарственными эффектами и употреблением наркотических веществ. Она предотвращает ошибочное приписывание любой жалобы ПТСР, но требует указания конкретного пути и временной последовательности [3, 9]. Один и тот же уровень симптомов может сочетаться с разными сексуальными исходами из-за локализации ранения, тяжести боли, режима лечения, исходного

здоровья и состояния отношений. Нейробиологический уровень ограничивается регуляцией угрозы, автономного возбуждения и распознаванием безопасного контекста: знакомый телесный сигнал может вызывать реакцию опасности, если информация о месте и времени недостаточно регулирует ответ [10].

Диадическая модель переносит анализ на отношения. Доверие, поддержка и ясная коммуникация могут снижать неопределенность и облегчать совместную регуляцию. Конфликт, давление и приспособление партнера к избеганию способны поддерживать отчуждение. Отношения поэтому рассматриваются как исходный ресурс или риск, механизм связи, условие силы эффекта и источник обратной связи [11]. Интимность обозначает эмоциональную и телесную близость, взаимную открытость и безопасность. Качество отношений охватывает более широкий набор оценок, включая удовлетворенность, конфликт и устойчивость союза. Эти конструкты требуют отдельного измерения.

ПТСР, сексуальное функционирование и интимные отношения

Э.Р. Берд и соавт. [2] включили в систематический обзор 43 исследования военнослужащих и ветеранов. ПТСР было связано с повышенной вероятностью хотя бы одной сексуальной трудности, однако согласованность результатов зависела от измеряемого исхода. Таблица 1 обобщает различия между исходами.

Таблица 1. Профиль данных о связи ПТСР с психосексуальными и характеристиками интимных отношений у военнослужащих и ветеранов

Характеристики	Общая характеристика результатов	Возможная интерпретация	Основные ограничения
Общее сексуальное функционирование	Связь с ПТСР выявляется относительно последовательно	Посттравматические симптомы могут быть связаны с совокупным ухудшением нескольких компонентов сексуального ответа	Используются разные определения дисфункции, клинические коды и многомерные шкалы
Сексуальное желание	В большинстве исследований более выраженные симптомы ПТСР ассоциировались с более низким сексуальным желанием	Возможны пути через ангедонию, избегание, негативные когниции, депрессию и лекарственные эффекты	Желание нередко оценивают одним пунктом. Депрессия и лечение контролируются непоследовательно
Сексуальная удовлетворенность	Снижение удовлетворенности относительно последовательно связано с ПТСР	Субъективная оценка сексуальной жизни зависит от функции, ожиданий, дистресса и партнерского контекста	Удовлетворенность иногда ошибочно используется как эквивалент сексуальной функции
Сексуальный дистресс	ПТСР связано с повышенной вероятностью дистресса в сексуальной сфере	Дистресс отражает личную значимость трудности и может существовать независимо от выраженности функционального нарушения	Показатель оценивается реже, чем сексуальная функция. Инструменты неоднородны
Субъективное и генитальное возбуждение	Результаты неоднородны	Угроза, гипербдительность, диссоциация, боль и автономная активация могут изменять субъективную и физиологическую реакцию по-разному	Исследования часто не разделяют субъективное возбуждение и генитальную реакцию
Эректильная функция и lubricация	Последовательная самостоятельная связь с ПТСР не установлена	Возможны психологические, сосудистые, неврологические, соматические и медикаментозные пути	Недостаточно контролируются возраст, заболевания, ранения и препараты
Оргазм и эякуляция	Результаты различаются между исследованиями и выборками	Нарушения могут быть связаны с тревогой, диссоциацией, депрессией, травматическим повреждением и лекарственной терапией	Применяются разные клинические определения. Отдельные исходы изучены в небольших выборках
Сексуальная боль	Данные ограничены и неоднородны	Возможны прямые последствия повреждения, хроническая боль, мышечное напряжение и ожидание угрозы	Органические причины и локализация травмы учитываются непоследовательно
Частота сексуальных контактов	Устойчивая связь с ПТСР не установлена	Частота зависит от выбора, партнерского статуса, состояния здоровья, доступности партнера и контекста отношений	Частота не является показателем сохранности желания, возбуждения, оргазма или удовлетворенности
Интимность	ПТСР связано со снижением близости и доверия, однако данные менее многочисленны, чем для общего качества отношений	Избегание, эмоциональное отдаление, недоверие и сенсорные триггеры могут затруднять эмоциональную и телесную близость	Интимность часто не отделяют от удовлетворенности отношениями и сексуальной активности
Качество партнерских отношений	Связь ПТСР с партнерским благополучием подтверждается наиболее последовательно	Поддержка и безопасная коммуникация могут снижать дистресс. Конфликт и приспособление к избеганию могут поддерживать симптомы	Преобладают корреляционные исследования. Направление связи часто не установлено

Примечание. Характеристика результатов основана на систематическом обзоре [2], исследовании когорты VALOR (продольного регистра ветеранов после увольнения со службы) [12], метаанализе партнерского функционирования [13], обзоре диадических процессов [11] и исследованиях интимности [4]. Формулировки «относительно последовательно» и «неоднородно» характеризуют согласованность направлений результатов, а не величину эффекта.

Наиболее устойчивые ассоциации относились к общему сексуальному функционированию, снижению желания, сексуальной неудовлетворенности и сексуальному дистрессу. Данные о субъективном и генитальном возбуждении, эректильной функции, оргазме, преждевре-

менной эякуляции, сексуальной боли и частоте активности расходились. Частые связи с кластерами избегания и негативных изменений когниций и настроения согласуются с ролью ангедонии, отчуждения и угрожающей оценки близости, но не устанавливают посреднический механизм. Обзор объединял исследования с клиническими диагнозами, самоотчетными симптомами, отдельными пунктами анкет и многомерными сексологическими шкалами. Сексуальная функция, удовлетворенность и дистресс нельзя объединять в один показатель. Такая неоднородность объясняет, почему ассоциации с удовлетворенностью и дистрессом оказываются последовательнее, чем результаты по некоторым физиологическим аспектами [2, 3]. Желание также нельзя

выводить из активности: человек может поддерживать контакты при слабом желании, сохранять желание при временном отказе от контактов или выбирать редкую активность без страдания.

Когорта VALOR, продольный регистр ветеранов после увольнения со службы, включала мужчин и женщин, обращавшихся за помощью после службы в Ираке и Афганистане. После учета депрессии, соматических заболеваний, употребления алкоголя и лекарственной терапии часть исходных различий между участниками с ПТСР и без него ослабла. У мужчин сексуальная активность могла сохраняться при различиях в удовлетворенности. Результаты у женщин имели иной профиль. Исследование подтверждает необходимость учитывать смешивающие факторы и раздельные исходы. Оно также иллюстрирует зависимость вывода от способа измерения: диагноз в медицинской документации, назначение препарата, недавняя активность и субъективная удовлетворенность описывают разные аспекты сексуального здоровья. Медицинские коды и назначения не охватывают весь спектр жалоб, поэтому отсутствие диагностической связи не равно отсутствию психосексуальной трудности [12]. Сравнения мужчин и женщин ограничены неоднородными выборками, типами травмы и инструментами оценки. Мужские исследования чаще сосредоточены на эрекции и последствиях урогенитального ранения, тогда как женские чаще включают удовлетворенность, травму сексуального характера и субъективное возбуждение. Такая асимметрия мешает прямому сопоставлению.

Партнерский уровень имеет самостоятельное значение. Интимность не равна частоте секса: доверие и эмоциональная доступность могут сохраняться при ограниченной активности, а регулярные контакты могут сочетаться с отчуждением, конфликтом или давлением. Метаанализ [13] связал выраженность ПТСР с неблагополучием в интимных отношениях и партнерской агрессией. Ассоциации были выраженнее в военных выборках. В обзоре [11] описана двунаправленная система, в которой симптомы изменяют коммуникацию, поддержку и конфликт, а состояние отношений может поддерживать или ослаблять симптомы. У бывших военнопленных интимность, диадическая адаптация и сексуальная удовлетворенность измерялись как отдельные конструкты. Интимность статистически связывала посттравматические симптомы с партнерскими и сексуальными исходами. Поперечный дизайн этого исследования допускает и обратное направление связи [4].

Продольные данные остаются редкими. В продольном исследовании военных пар [14] различались межличностные и внутриличностные связи кластеров ПТСР с супружеским функционированием. Этот результат указывает, что средние различия между парами и изменение состояния одной пары во времени отвечают на разные вопросы. Тяжесть симптомов у одной группы пар не доказывает, что кратковременное усиление симптомов внутри конкретной пары обязательно предшествует ухудшению отношений. Сексуальная неудача может усиливать тревогу и избегание, а конфликт или ошибочная интерпретация снижения желания как отвержения могут увеличивать дистресс. Партнерская поддержка и безопасная коммуникация способны уменьшать ощущение угрозы. Направление этих связей требует повторных измерений обоих партнеров. Такие дизайны должны раздельно оценивать симптомы, интимность, качество отношений, сексуальную функцию, удовлетворенность и дистресс, поскольку изменение одного показателя не гарантирует изменения остальных.

Соматические, медикаментозные и диадические факторы

Депрессия и ангедония пересекаются с негативными изменениями настроения при ПТСР и могут самостоятельно снижать интерес, энергию и удовольствие. Депрессия может предшествовать травме, возникать после нее или усиливаться вследствие хронической боли и социального неблагополучия. Каждая последовательность предполагает иной статус переменной. В VALOR статистический контроль депрессии ослаблял часть связей ПТСР с сексуальными исходами [12]. Хроническая боль ограничивает движение, повышает ожидание неприятных ощущений и конкурирует с эротическим вниманием. Систематический обзор при мышечно-скелетной боли подтвердил распространенность сексуальных трудностей, хотя прямая перенос размеров эффектов на военные выборки невозможен [15]. Метаанализ сна связал нарушения и низкое качество сна с сексуальной дисфункцией, но военная временная последовательность этого пути изучена недостаточно [16]. Недосыпание может снижать энергию и внимание, усиливать раздражительность и ухудшать взаимодействие с партнером. Эти пути следует отличать от прямого симптомного эффекта ПТСР.

Физическое ранение образует самостоятельный путь. Клиническая атрибуция должна различать прямое повреждение функции, психологическую реакцию на ранение и их взаимодействие. Урогенитальные, тазовые и спинальные повреждения могут прямо изменять

чувствительность, кровоснабжение, эректильную или оргазмическую функцию и переносимость контакта. ЧМТ способна затрагивать нейроэндокринную регуляцию, мотивацию и контроль поведения. Реальная боль во время контакта может одновременно быть самостоятельным ограничением и подтверждать ожидание угрозы, усиливая сексуальное торможение и последующее избегание. Эндокринные, сосудистые и метаболические заболевания также действуют независимо от ПТСР. Поэтому наличие травматического расстройства не отменяет медицинскую диагностику сексуальной жалобы [17].

Психотропные препараты могут уменьшать симптомы, ради которых назначены, и одновременно изменять желание, возбуждение или оргазм. Употребление алкоголя и других веществ может предшествовать травме, усиливаться как способ совладания, менять физиологическую реакцию и повышать вероятность конфликта. Эти факторы нельзя автоматически считать следствием ПТСР или его объяснением [1]. Оценка должна учитывать время начала приема препарата или употребления вещества, дозу, динамику жалобы и изменение состояния после коррекции лечения.

Статус переменной определяется временной последовательностью. Самостоятельный фактор имеет собственный путь к исходу. Медиатор возникает после предполагаемой причины и передает часть ее эффекта. Модератор меняет силу или направление связи. Смешивающая переменная связана с предполагаемой причиной и исходом и создает альтернативное объяснение. Качество отношений может занимать любую из этих позиций: предшествующий конфликт способен смешивать связь, ухудшение коммуникации после травмы может быть медиатором, поддержка может ослаблять эффект, а сексуальные трудности могут становиться последствием и новым источником конфликта [11]. Сексуальная коммуникация уточняет этот процесс: возможность сообщать о желании, боли, триггерах и границах снижает неопределенность, тогда как молчание и угадывание повышают риск ошибочной интерпретации. Один фактор может менять статус на разных этапах восстановления.

Психосексуальное восстановление и подходы к помощи

Психосексуальное восстановление военнослужащего или ветерана определяется как устойчивое улучшение способности к безопасному, добровольному и субъективно удовлетворяющему сексуальному и интимному функционированию, сопровождаемое уменьшением сексуального дистресса и ограничений повседневной или партнерской жизни. Устойчивость требует повторных измерений и сопоставления изменений с индивидуально согласованными целями. Возвращение к довоенной частоте контактов или преждему сексуальному сценарию не является обязательным критерием благополучия. Возобновление контактов или снижение балла ПТСР в одной точке наблюдения не подтверждает восстановление желания, возбуждения, оргазма, отсутствия боли, удовлетворенности и интимности.

Когнитивно-процессуальная терапия, пролонгированная экспозиционная терапия и десенсибилизация и переработка движениями глаз (ДПДГ) имеют доказательную поддержку при лечении ПТСР, однако их непосредственное действие на сексуальные исходы исследовано недостаточно [1]. Эти методы адресуют травматическую память, избегание и негативные оценки, но не устраняют автоматически сосудистые, эндокринные, неврологические или лекарственные причины сексуальной жалобы. В выборке ветеранов, получавших пролонгированную экспозиционную терапию, улучшение желания у ответивших на лечение перестало быть значимым после учета исходной депрессии. Желание оценивали одним пунктом, что ограничивает интерпретацию [18]. После интенсивного травмофокусированного лечения сексуальные показатели могли изменяться, но динамика ПТСР не обеспечивала автоматического улучшения всех компонентов сексуального функционирования [19].

Сохраняющиеся жалобы требуют самостоятельной медицинской, психологической и сексологической оценки. Раздельно оцениваются желание, субъективное и генитальное возбуждение, оргазм, эякуляция, боль, удовлетворенность, дистресс, частота контактов, интимность и качество отношений. Такая структура предотвращает подмену одного исхода другим. Помощь может включать лечение ПТСР, коррекцию боли и сна, пересмотр препаратов, секс-терапию и парную терапию по показаниям. Рандомизированное исследование когнитивно-поведенческой парной терапии установило возможность одновременного изменения симптомов ПТСР и удовлетворенности отношениями, но прямые сексуальные исходы не измерялись [20]. Безопасность, информированное согласие, автономия и отсутствие насилия определяют допустимость парного или телесно ориентированного формата.

Обсуждение

Достаточно установленной можно считать ассоциацию ПТСР с повышенной вероятностью психосексуального неблагополучия у части военнослужащих и ветеранов. Наиболее согласованы результаты по общему сексуальному функционированию, желанию, удовлетворенности и сексуальному дистрессу. Связь ПТСР с неблагополучием в интимных отношениях также поддержана метааналитическими данными. Эти выводы не означают, что ПТСР выступает единственной причиной или что одинаковый профиль возникает у всех людей [2, 13]. Достаточно установленным также является различие сексуальной функции, удовлетворенности, дистресса и партнерского функционирования: сохранность одного показателя не позволяет вывести состояние остальных.

Правдоподобные механизмы включают актуальную угрозу, избегание, негативные оценки, ангедонию, эмоциональную дисрегуляцию, сенсорные триггеры и сексуальное торможение. Диадические циклы поддержки, конфликта и приспособления к избеганию также согласуются с имеющимися данными. Большая часть таких механизмов выведена из сочетания теории и корреляционных результатов. Их посреднический статус не доказан, поскольку предполагаемые причины, медиаторы и исходы часто измерялись одновременно. Теоретически правдоподобный механизм может оказаться следствием сексуального неблагополучия, общей тяжести состояния или неучтенного соматического фактора.

Доказательная база ограничена преобладанием поперечных исследований, неодинаковыми определениями сексуальных исходов и непоследовательным контролем депрессии, боли, соматических заболеваний и препаратов. Женские выборки представлены слабее, а прямые сравнения затруднены различиями травмы и методов измерения. Партнерский статус, сексуальная ориентация, гендерное разнообразие и состояние отношений также учитываются непоследовательно, что ограничивает перенос выводов на неоднородную популяцию военнослужащих и ветеранов. Во многих работах отсутствуют исходные данные о сексуальном функционировании и отношениях до травмы или лечения. Это особенно повышает риск обратной причинности. Диадические и лонгитюдные исследования редки. Испытания лечения ПТСР редко включают валидизированные показатели сексуальной функции, дистресса и удовлетворенности. Проверка модели требует повторных оценок до и после лечения, раздельного измерения компонентов сексуального функционирования, медицинской верификации соматических факторов и временного разнесения предполагаемого предиктора, медиатора и исхода. Исследования интегрированного лечения должны оценивать добавочный эффект специализированной психосексуальной помощи. Для проверки обратных связей нужны диадические модели с данными обоих партнеров и временным разделением симптомов, коммуникации, сексуального опыта и последующего дистресса.

Заключение

ПТСР связано с повышенной вероятностью нарушений сексуального функционирования, снижения желания и удовлетворенности, сексуального дистресса и неблагополучия в интимных отношениях у части военнослужащих и ветеранов. Эта связь имеет вероятностный и многофакторный характер. Посттравматические симптомы взаимодействуют с депрессией, болью, нарушениями сна, соматическими повреждениями, ЧМТ, препаратами, употреблением веществ и состоянием отношений. Физическое ранение и заболевания могут изменять сексуальную функцию независимо от ПТСР, а партнерская система может быть ресурсом, механизмом, условием силы связи и источником обратной связи. Сексуальное здоровье поэтому требует отдельной оценки наряду с симптомами ПТСР. Такая оценка должна различать функцию, поведение, удовлетворенность, дистресс, интимность и качество отношений и не сводить благополучие к наличию сексуальных контактов. Психосексуальное восстановление означает изменение функции, дистресса, удовлетворенности, телесной безопасности и интимности во времени. Снижение симптомов или возобновление контактов само по себе его не подтверждает. Надежный вывод возможен при повторных измерениях и учете медицинских, медикаментозных и диадических изменений.

Литература

1. U.S. Department of Veterans Affairs, U.S. Department of Defense. VA/DoD Clinical Practice Guideline for Management of Posttraumatic Stress Disorder and Acute Stress Disorder. Version 4.0. Washington, DC: U.S. Department of Veterans Affairs [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/MH/ptsd/VA-DoD-CPG-PTSD-Full-CPG-Edited-111624-V5-81825.pdf> (дата обращения: 15.07.2026).
2. Bird E.R., Piccirillo M., Garcia N. et al. Relationship Between Posttraumatic Stress Disorder and Sexual Difficulties: A Systematic Review of Veterans and Military Personnel // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2021. – Т. 18, № 8. – P. 1398–1426. – DOI: 10.1016/j.jsxm.2021.05.011.
3. Brotto L.A., Atallah S., Carvalho J. et al. Psychological and Interpersonal Dimensions of Sexual Function and Dysfunction: Recommendations From the

Fifth International Consultation on Sexual Medicine (ICSM 2024) // *Sexual Medicine Reviews*. – 2025. – Т. 13, № 2. – P. 118–143. – DOI: 10.1093/sxmrev/qeae073.

4. Zerach G., Ben-David A., Solomon Z., Heruti R. Posttraumatic Symptoms, Marital Intimacy, Dyadic Adjustment, and Sexual Satisfaction among Ex-Prisoners of War // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2010. – Т. 7, № 8. – P. 2739–2749. – DOI: 10.1111/j.1743-6109.2010.01784.x.

5. Ehlers A., Clark D.M. A Cognitive Model of Posttraumatic Stress Disorder // *Behaviour Research and Therapy*. – 2000. – Т. 38, № 4. – P. 319–345. – DOI: 10.1016/S0005-7967(99)00123-0.

6. Brewin C.R., Dalgleish T., Joseph S. A Dual Representation Theory of Posttraumatic Stress Disorder // *Psychological Review*. – 1996. – Т. 103, № 4. – P. 670–686. – DOI: 10.1037/0033-295X.103.4.670.

7. Seligowski A.V., Lee D.J., Bardeen J.R., Orcutt H.K. Emotion Regulation and Posttraumatic Stress Symptoms: A Meta-Analysis // *Cognitive Behaviour Therapy*. – 2015. – Т. 44, № 2. – P. 87–102. – DOI: 10.1080/16506073.2014.980753.

8. Bancroft J., Graham C.A., Janssen E., Sanders S.A. The Dual Control Model: Current Status and Future Directions // *The Journal of Sex Research*. – 2009. – Т. 46, № 2. – P. 121–142. – DOI: 10.1080/00224490902747222.

9. Yehuda R., Lehrner A., Rosenbaum T.Y. PTSD and Sexual Dysfunction in Men and Women // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2015. – Т. 12, № 5. – P. 1107–1119. – DOI: 10.1111/jsm.12856.

10. Liberzon I., Abelson J.L. Context Processing and the Neurobiology of Post-Traumatic Stress Disorder // *Neuron*. – 2016. – Т. 92, № 1. – P. 14–30. – DOI: 10.1016/j.neuron.2016.09.039.

11. Campbell S.B., Renshaw K.D. Posttraumatic Stress Disorder and Relationship Functioning: A Comprehensive Review and Organizational Framework // *Clinical Psychology Review*. – 2018. – Т. 65. – P. 152–162. – DOI: 10.1016/j.cpr.2018.08.003.

12. Breyer B.N., Fang S.C., Seal K.H. et al. Sexual Health in Male and Female Iraq and Afghanistan U.S. War Veterans With and Without PTSD: Findings From the VALOR Cohort // *Journal of Traumatic Stress*. – 2016. – Т. 29, № 3. – P. 229–236. – DOI: 10.1002/jts.22097.

13. Taft C.T., Watkins L.E., Stafford J., Street A.E., Monson C.M. Posttraumatic Stress Disorder and Intimate Relationship Problems: A Meta-Analysis // *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. – 2011. – Т. 79, № 1. – P. 22–33. – DOI: 10.1037/a0022196.

14. Allen E., Knopp K., Rhoades G.K., Stanley S.M., Markman H.J. Between- and Within-Subject Associations of PTSD Symptom Clusters and Marital Functioning in Military Couples // *Journal of Family Psychology*. – 2018. – Т. 32, № 1. – P. 134–144. – DOI: 10.1037/fam0000363.

15. Katz H., Newton-John T.R. O., Shires A. Sexual Difficulties in the Population with Musculoskeletal Chronic Pain: A Systematic Review // *Pain Medicine*. – 1992. – Т. 22, № 9. – P. 1982–1992. – DOI: 10.1093/pm/pnaa451.

16. Dilixiati D., Kadier K., Laihaiti D. et al. The Relationship Between Sleep Disorders, Quality, and Duration and Sexual Dysfunction: A Systematic Review and Meta-Analysis // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2023. – Т. 20, № 6. – P. 766–780. – DOI: 10.1093/jsxmed/qdad054.

17. Castillo O., Chen I.K., Amini E. et al. Male Sexual Health Related Complications Among Combat Veterans // *Sexual Medicine Reviews*. – 2022. – Т. 10, № 4. – P. 691–697. – DOI: 10.1016/j.sxm.2022.06.002.

18. Badour C.L., Cox K.S., Goodnight J.R. M. et al. Sexual Desire among Veterans Receiving Prolonged Exposure Therapy for PTSD: Does Successful PTSD Treatment Also Yield Improvements in Sexual Desire? // *Psychiatry*. – 2020. – Т. 83, № 1. – P. 70–83. – DOI: 10.1080/00332747.2019.1672439.

19. Van Bydenberg K., Voorendonk E.M., Tunissen B. van Woudenberg C., Voorendonk E.M., Tunissen B. et al. The Impact of Intensive Trauma-Focused Treatment on Sexual Functioning in Individuals with PTSD // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Т. 14. – Art. 1191916. – DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1191916.

20. Monson C.M., Fredman S.J., Macdonald A. et al. Effect of Cognitive-Behavioral Couple Therapy for PTSD: A Randomized Controlled Trial // *JAMA*. – 2012. – Т. 308, № 7. – P. 700–709. – DOI: 10.1001/jama.2012.9307.

PTSD, SEXUAL FUNCTIONING AND INTIMATE RELATIONSHIPS IN MILITARY PERSONNEL AND VETERANS: AN INTEGRATIVE REVIEW OF PSYCHOSEXUAL RECOVERY

Vasilyeva E.I.

Moscow Psychological and Social University

Posttraumatic stress disorder is associated with sexual and partner difficulties in some military personnel and veterans; however, sexual health is rarely considered as an independent recovery outcome. The aim of this article is to systematize data on the relationship between PTSD and sexual functioning and intimate relationships, and to formulate an integrative model of psychosexual recovery. An integrative narrative review of theoretical, review, clinical, and empirical publications was conducted. The most consistent associations relate to overall sexual functioning, desire, satisfaction, and sexual distress. Results

regarding arousal, erectile function, orgasm, ejaculation, pain, and frequency of sexual contact are heterogeneous.

Keywords: posttraumatic stress disorder; military personnel; veterans; sexual functioning; intimacy; partner relationships; psychosexual recovery.

References

1. U.S. Department of Veterans Affairs, U.S. Department of Defense. VA/DoD Clinical Practice Guideline for Management of Posttraumatic Stress Disorder and Acute Stress Disorder. Version 4.0. Washington, DC: U.S. Department of Veterans Affairs [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/MH/ptsd/VA-DoD-CPG-PTSD-Full-CPG-Edited-111624-V5-81825.pdf> (дата обращения: 15.07.2026).
2. Bird E.R., Piccirillo M., Garcia N. et al. Relationship Between Posttraumatic Stress Disorder and Sexual Difficulties: A Systematic Review of Veterans and Military Personnel // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2021. – Т. 18, № 8. – P. 1398–1426. – DOI: 10.1016/j.jsxm.2021.05.011.
3. Brotto L.A., Atallah S., Carvalho J. et al. Psychological and Interpersonal Dimensions of Sexual Function and Dysfunction: Recommendations From the Fifth International Consultation on Sexual Medicine (ICSM 2024) // *Sexual Medicine Reviews*. – 2025. – Т. 13, № 2. – P. 118–143. – DOI: 10.1093/sxmrev/qeae073.
4. Zerach G., Ben-David A., Solomon Z., Heruti R. Posttraumatic Symptoms, Marital Intimacy, Dyadic Adjustment, and Sexual Satisfaction among Ex-Prisoners of War // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2010. – Т. 7, № 8. – P. 2739–2749. – DOI: 10.1111/j.1743-6109.2010.01784.x.
5. Ehlers A., Clark D.M. A Cognitive Model of Posttraumatic Stress Disorder // *Behaviour Research and Therapy*. – 2000. – Т. 38, № 4. – P. 319–345. – DOI: 10.1016/S0005-7967(99)00123-0.
6. Brewin C.R., Dalgleish T., Joseph S. A Dual Representation Theory of Posttraumatic Stress Disorder // *Psychological Review*. – 1996. – Т. 103, № 4. – P. 670–686. – DOI: 10.1037/0033-295X.103.4.670.
7. Seligowski A.V., Lee D.J., Bardeen J.R., Orcutt H.K. Emotion Regulation and Posttraumatic Stress Symptoms: A Meta-Analysis // *Cognitive Behaviour Therapy*. – 2015. – Т. 44, № 2. – P. 87–102. – DOI: 10.1080/16506073.2014.980753.
8. Bancroft J., Graham C.A., Janssen E., Sanders S.A. The Dual Control Model: Current Status and Future Directions // *The Journal of Sex Research*. – 2009. – Т. 46, № 2. – P. 121–142. – DOI: 10.1080/00224490902747222.
9. Yehuda R., Lehrner A., Rosenbaum T.Y. PTSD and Sexual Dysfunction in Men and Women // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2015. – Т. 12, № 5. – P. 1107–1119. – DOI: 10.1111/jsm.12856.
10. Liberzon I., Abelson J.L. Context Processing and the Neurobiology of Post-Traumatic Stress Disorder // *Neuron*. – 2016. – Т. 92, № 1. – P. 14–30. – DOI: 10.1016/j.neuron.2016.09.039.
11. Campbell S.B., Renshaw K.D. Posttraumatic Stress Disorder and Relationship Functioning: A Comprehensive Review and Organizational Framework // *Clinical Psychology Review*. – 2018. – Т. 65. – P. 152–162. – DOI: 10.1016/j.cpr.2018.08.003.
12. Breyer B.N., Fang S.C., Seal K.H. et al. Sexual Health in Male and Female Iraq and Afghanistan U.S. War Veterans With and Without PTSD: Findings From the VALOR Cohort // *Journal of Traumatic Stress*. – 2016. – Т. 29, № 3. – P. 229–236. – DOI: 10.1002/jts.22097.
13. Taft C.T., Watkins L.E., Stafford J., Street A.E., Monson C.M. Posttraumatic Stress Disorder and Intimate Relationship Problems: A Meta-Analysis // *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. – 2011. – Т. 79, № 1. – P. 22–33. – DOI: 10.1037/a0022196.
14. Allen E., Knopp K., Rhoades G.K., Stanley S.M., Markman H.J. Between- and Within-Subject Associations of PTSD Symptom Clusters and Marital Functioning in Military Couples // *Journal of Family Psychology*. – 2018. – Т. 32, № 1. – P. 134–144. – DOI: 10.1037/fam0000363.
15. Katz H., Newton-John T.R. O., Shires A. Sexual Difficulties in the Population with Musculoskeletal Chronic Pain: A Systematic Review // *Pain Medicine*. – 1992. – Т. 22, № 9. – P. 1982–1992. – DOI: 10.1093/pm/pnaa451.
16. Dilixiati D., Kadir K., Laihaiti D. et al. The Relationship Between Sleep Disorders, Quality, and Duration and Sexual Dysfunction: A Systematic Review and Meta-Analysis // *The Journal of Sexual Medicine*. – 2023. – Т. 20, № 6. – P. 766–780. – DOI: 10.1093/jsxmed/qdad054.
17. Castillo O., Chen I.K., Amini E. et al. Male Sexual Health Related Complications Among Combat Veterans // *Sexual Medicine Reviews*. – 2022. – Т. 10, № 4. – P. 691–697. – DOI: 10.1016/j.sxmr.2022.06.002.
18. Badour C.L., Cox K.S., Goodnight J.R. M. et al. Sexual Desire among Veterans Receiving Prolonged Exposure Therapy for PTSD: Does Successful PTSD Treatment Also Yield Improvements in Sexual Desire? // *Psychiatry*. – 2020. – Т. 83, № 1. – P. 70–83. – DOI: 10.1080/00332747.2019.1672439.
19. Ван Вуденберг К., Воорендонк Е.М., Туниссен Б. ван Вуденберг С., Воорендонк Е.М., Туниссен Б. et al. [The Impact of Intensive Trauma-Focused Treatment on Sexual Functioning in Individuals with PTSD] // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Т. 14. – Art. 1191916. – DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1191916 (In Russian).
20. Monson C.M., Fredman S.J., Macdonald A. et al. Effect of Cognitive-Behavioral Couple Therapy for PTSD: A Randomized Controlled Trial // *JAMA*. – 2012. – Т. 308, № 7. – P. 700–709. – DOI: 10.1001/jama.2012.9307.

Химические факторы профессионального риска при окрашивании и обесцвечивании волос обзор опубликованных данных и риск-ориентированная модель профилактики

Гавронская Виктория Сергеевна,
независимый исследователь
E-mail: Viktoriiahavronska@gmail.com

Актуальность. Окрашивание и обесцвечивание волос сопровождаются повторным контактом кожи и дыхательных путей с персульфатами, компонентами окислительных красителей, подщелачивающими агентами и пероксидом водорода. Российские нормы регулируют безопасность продукции и труда, но не содержат отдельного алгоритма профилактики для операций колориста. Цель. Систематизировать данные о химических факторах профессионального риска, сопоставить их с российским регулированием и предложить риск-ориентированную модель профилактики. Материалы и методы. Проведен целевой нарративный обзор публикаций 2000–2026 гг. и нормативных документов, актуальных на 11 сентября 2026 г. В корпус вошли 15 научных публикаций и монографий и 8 официальных источников. Собственные измерения и клинические наблюдения не проводились. Результаты. Выделены пять групп агентов. Наиболее последовательные данные получены для профессиональной экземы кистей, контактной сенсibilизации, ринита и астмы, связанных прежде всего с персульфатами; профессиональная астма описана и при воздействии красителей с пара-аминосоединениями. Сведения о генотоксичности и канцерогенности неоднородны и не позволяют оценить индивидуальный риск современного колориста. Российские нормы не задают специального порядка оценки кратковременных пиков и комбинированной экспозиции при салонных операциях. Предложенная модель объединяет инвентаризацию продукции, оценку экспозиции, иерархию мер контроля и раннее выявление симптомов. Заключение. Приоритетны снижение пылеобразования при работе с осветлителями, ограничение контакта кожи с красителями и безопасная организация мокрых работ. Модель пригодна как основа локальной программы, но требует апробации и не заменяет специальную оценку условий труда.

Ключевые слова: химические факторы риска; парикмахер-колорист; окрашивание волос; обесцвечивание волос; персульфаты; п-фенилендиамин; профессиональная астма; контактный дерматит; охрана труда.

Введение

Окрашивание и обесцвечивание волос относятся к массовым профессиональным операциям: в 2019 г. в Европейском союзе около 400 тыс. салонов обеспечивали занятость примерно 1,7 млн человек [1]. В отличие от потребителя колорист многократно смешивает, наносит и смыкает составы в течение смены, поэтому воздействие на кожу и органы дыхания имеет профессиональный характер.

Порошковые осветлители образуют пыль, окислительные красители содержат контактные аллергены, а мокрые работы нарушают кожный барьер. Систематические обзоры связывают профессию с контактной аллергией, экземой кистей, ринитом и астмой [2, 3]. При этом сенсibilизацию, раздражающее действие и отдаленные системные эффекты нельзя объединять в одну оценку: степень их доказанности различается.

Главная практическая проблема – перевести эти данные в выполнимые салонные меры. Общие требования к вентиляции и средствам защиты не объясняют, как учитывать краткий пик пылеобразования при дозировании осветлителя, сравнивать альтернативные составы и реагировать на ранние симптомы. Поэтому меры следует выстраивать по приоритету: устранение или замещение источника, технический и организационный контроль, затем средства индивидуальной защиты [4]. Анализ ограничен окрашиванием и обесцвечиванием; процедуры с иным набором веществ не рассматривались.

Цель работы – систематизировать опубликованные данные о химических факторах риска при окрашивании и обесцвечивании, сопоставить их с российским регулированием и сформировать риск-ориентированную модель профилактики. Новизна состоит в единой матрице «агент – операция – путь воздействия – мера контроля», связывающей клинические данные с требованиями к условиям труда. Модель носит концептуальный характер; ее эффективность в салонах не оценивалась.

Материалы и методы

Работа выполнена как целевой нарративный обзор с нормативным анализом. Этот дизайн выбран из-за неоднородности исходных данных: публикации включали измерения воздуха и дермальной экспозиции, патч-тестирование, клинически подтвержденную профессиональную астму, регистровые и когортные наблюдения, а также профилактические вмешательства. Количественное объединение таких результатов без единых определений экспозиции и исходов было бы некорректным.

Поиск охватывал период с 1 января 2000 г. по 31 августа 2026 г. и проводился в PubMed/MEDLINE, Crossref и на сайтах издателей по сочетаниям терминов hairdresser, hair colourist, hair dye, bleaching, persulfate, p-phenylenediamine, occupational exposure, hand eczema, contact allergy, occupational asthma, genotoxicity и cancer. Просматривались также списки литературы ключевых обзоров. Включались работы о профессиональной дермальной или ингаляционной экспозиции, клинических исходах у парикмахеров и профилактике; исключались рекламные материалы, неидентифицируемые источники и процедуры вне предмета статьи.

Нормативный корпус сформирован по официальным актам Российской Федерации и Евразийского экономического союза в редакциях, доступных на 11 сентября 2026 г. Анализировались предмет регулирования, применимость к рабочему месту и ограничения для кратковременной или комбинированной экспозиции. Итоговый корпус составили 15 научных публикаций и монографий и 8 официальных источников. Модель строилась путем сопоставления опасностей с иерархией мер контроля и проверяемыми действиями салона.

Результаты

Группы химических факторов и пути экспозиции

Выделены пять групп факторов (табл. 1). Их разграничение учитывает не только состав, но и форму продукта и операцию: например, порошковый персульфат создает больший потенциал ингаляционной экспозиции, чем закрытая кремовая система.

Исследования воздуха показывают широкий спектр веществ и заметную вариабельность между салонами и задачами [1]. Стационарные пробы могут не отражать краткий пик при смешивании. Дermalный мониторинг 33 парикмахеров подтвердил контакт с компонентами красителей при нанесении, смывании и обработке недавно окрашенных волос, в том числе при недостаточно правильном использовании перчаток [5].

Таблица 1. Химические факторы при окрашивании и обесцвечивании волос

Группа веществ	Операция и путь воздействия	Основной профессиональный риск
Персульфаты аммония, калия, натрия	Дозирование, смешивание и нанесение осветлителя; преимущественно ингаляционный путь	Профессиональный ринит и астма; риск зависит от пылеобразования [3, 6]
Окислительные красители: PPD, PTD, резорцин, аминафенолы	Смешивание, нанесение, смывание; преимущественно контакт с кожей	Контактная сенсибилизация и дерматит; возможна профессиональная астма [2, 5, 6, 13]
Подщелачивающие агенты: аммиак, моноэтаноламин	Приготовление и нанесение; дыхательные пути, кожа, глаза	Раздражение кожи, глаз и дыхательных путей [1]
Пероксид водорода	Проявление красителя и осветление; кожа, глаза, аэрозоль	Раздражающее действие, зависящее от концентрации и времени контакта [1, 2]
Консерванты, отдушки, ПАВ	Нанесение, эмульгирование, смывание; преимущественно кожа	Ирритантный или аллергический дерматит; вклад мокрой работы [2, 6]

Источник: составлено по данным [1–3, 5, 6, 13].

Маркировка «без аммиака» не гарантирует меньшего риска: аммиак может быть заменен другим подщелачивающим агентом, тогда как аллергены окислительной системы сохраняются. Продукты следует сравнивать по составу, форме выпуска и данным об опасности, а не по рекламному обозначению.

Состояние доказательной базы по основным исходам

Кожные заболевания. Для кожных исходов доказательная база наиболее последовательна. В систематическом обзоре средняя распространенность контактной аллергии к п-фенилендиамину (PPD) среди последовательно обследованных патч-тестами пациентов составила 4,3%, а средний относительный риск сенсибилизации у парикмахеров – 5,4 по сравнению с другими пациентами [2]. Эти данные получены в клинически отобранных группах и не характеризуют всю профессию. Повышенная сенсибилизация отмечена также к персульфату аммония и глицерилтиогликоляту [6].

В датском регистровом исследовании экземе кистей сообщили 37,6% действующих и 48,4% бывших парикмахеров; 45,5% респондентов с экземой назвали ее одной из причин смены профессии [7]. В проспективной когорте 5219 выпускников медианная продолжительность работы составила 12 лет при профессиональной экземе и 14 лет без нее; 11,7% когорты полностью или частично ушли из профессии из-за заболевания [8].

Обзор 44 исследований показал, что нитрил лучше защищал от красителей, чем полиэтилен, имевший наименьшее время прорыва; предпочтительны перчатки из синтетического каучука с низким содержанием ускорителей или без них [9]. В исследовании 502 учащихся обучение защите кожи и применению перчаток улучшило соблюдение мер и снизило частоту новых случаев экземы за 18 месяцев ($p = 0,04$) [10].

Респираторные заболевания. Персульфатные соли наиболее основанный респираторный фактор при обесцвечивании. Систематический обзор 42 публикаций определил осветляющие порошки как основной фактор профессионального ринита и астмы. В одном проспективном исследовании риск свистящего дыхания и одышки у парикмахеров 40 лет и старше был выше до 3,9 раза, а вероятность связанных с порошком симптомов до 20 раз по сравнению с контролем [3]. Эти оценки нельзя переносить на всех работников.

В клинической серии из 47 направленных в специализированный центр парикмахеров профессиональная астма подтвердилась у 24; у 21 из них причиной были персульфаты [11]. В многоцентровой когорте 107 работников с астмой, подтвержденной специфической ингаляционной пробой, связанный с работой ринит отмечен в 76% случаев [12]. Оба исследования описывают отобранные клинические группы, а не популяционную распространенность.

В 14 европейских центрах среди 98 парикмахеров с подтвержденной профессиональной астмой у 9 (9%) выявлена реакция на окислительные красители с пара-аминосоединениями [13]. Следовательно, респираторный риск не ограничивается персульфатами. Диагноз требует оценки связи симптомов с работой и специализированного обследования; жалоб на запах или раздражение недостаточно [3, 6].

Генотоксические и канцерогенные эффекты. Систематический обзор 13 исследований выявил положительные результаты тестов повреждения ДНК или хромосом в большинстве работ, но лишь семь имели сильную или умеренную методологическую оценку; выводы зависели от теста и формирования выборки [14]. Биомаркеры указывают на потенциальную опасность, но не доказывают увеличение частоты рака.

Обзор онкологических исходов нашел четыре исследования, опубликованные в 2000–2021 гг.: повышение шансов рака мочевого пузыря отмечено в одном, а три работы по раку мочевого пузыря, легкого и неходжкинской лимфоме увеличения риска не выявили [15]. IARC относит профессиональную экспозицию парикмахера или барбера к группе 2A, а личное использование красителей к группе 3 [16]. Эта классификация описывает опасность исторически разнородного обстоятельства воздействия, а не индивидуальный риск современного работника.

Российское регулирование и пределы его применения

ТР ТС 009/2011 регулирует безопасность и маркировку косметической продукции при выпуске на рынок [17], но не заменяет оценку повторной экспозиции в салоне. Обязанность работодателя обеспечивать безопасные условия закреплена Трудовым кодексом Российской Федерации, а идентификация факторов и оценка рабочего места проводятся по Федеральному закону № 426-ФЗ и методике, утвержденной приказом Минтруда России № 817н [18–20].

Вредный класс условий труда не устанавливается по названию профессии. Класс и подкласс зависят от выявленных факторов и результатов измерений, поэтому присваивать всем рабочим местам колористов один класс 3.1 или 3.2 методологически и юридически неверно [18–20].

СанПиН 1.2.3685–21 содержит предельно допустимые концентрации ряда веществ в воздухе рабочей зоны [21]. Ограничение связано не с отсутствием нормирования, а с применением веществено-специфических нормативов к салонным смесям и коротким операциям. При работе с порошковым осветлителем результат зависит от точки и длительности отбора пробы и учета пика при смешивании; специальная отраслевая методика для этого в рассмотренных документах не установлена.

СП 2.1.3678–20 задает общие санитарные требования к помещениям и инженерным системам, но не регламентирует местную вытяжку у места дозирования осветлителя [22]. Объем обязательных медицинских осмотров по приказу Минздрава России № 29н определяется выявленными факторами и работами; сама должность колориста не влечет автоматического расширенного дерматологического или пульмонологического скрининга [23].

Таким образом, действующие нормы позволяют управлять химическим риском, но не связывают в едином отраслевом алгоритме форму продукта, операцию, вентиляцию, мокрые работы, защиту и ранние симптомы.

Риск-ориентированная модель профилактики

Модель основана на пятиступенчатой иерархии мер контроля [4] и двух сквозных процессах: инвентаризации с оценкой экспозиции и раннем выявлении симптомов. Сквозные процессы дают обратную связь, но не подменяют устранение источника и технические меры.

Для внутреннего контроля подходят процессные показатели: наличие документации на продукты, доля малопылящих или закрытых форм, исправность вентиляции, обеспеченность перчатками, обучение и соблюдение маршрута обращения при симптомах. Они показывают выполнение программы, но не доказывают снижения заболеваемости.

При выборе перчаток учитывают состав, материал, толщину и время замены; предпочтителен синтетический каучук с низким содержанием ускорителей [9]. Респиратор не должен быть единственной мерой при регулярном смешивании пылящего осветлителя: первичны исключение сухого дозирования, закрытая система и удаление загрязнения у источника [4].

Таблица 2. Модель профилактики химических рисков в работе колориста

Элемент модели	Практические действия	Проверяемый признак
Инвентаризация и оценка	Реестр продуктов и операций; актуальные инструкции и документы безопасности; учет жалоб и инцидентов	Для каждого продукта указаны форма, операция, путь воздействия и мера контроля
1 Устранение	Отказ от ручного пересыпания сухого порошка при наличии закрытой или готовой формы; исключение неприемлемого продукта	Опасная операция или продукт фактически отсутствуют
2 Замещение	Выбор менее пылящей формы по составу и данным об опасности, а не по маркировке «без аммиака»	Решение документировано; риск замены оценен
3 Технические меры	Отдельное место смешивания, закрытые дозаторы, удаление загрязнения у источника, исправная вентиляция	Обслуживание подтверждено; пыль не распространяется в рабочую зону
4 Организационные меры	Процедура смешивания и уборки; обучение; сокращение мокрой работы; замена перчаток; сообщение о симптомах	Обучение и проверки соблюдения фиксируются
5 СИЗ	Подходящие перчатки и защита глаз; защита дыхания – по оценке риска и не вместо вентиляции	СИЗ соответствуют операции; определены размеры, замена и утилизация
Раннее выявление симптомов	Информирование об экземе, рините и астме; раннее направление к врачу; осмотры – по установленным факторам	Определены маршрут обращения и срок консультации

Источник: разработано на основании [4, 9, 10, 17–23].

Обсуждение

Риски различаются по степени доказанности. Связь работы с экземой кистей, контактной сенсибилизацией и респираторными заболеваниями, обусловленными прежде всего персульфатами и отдельными окислительными красителями, подтверждается обзорами, когортами и клиническими сериями [2, 3, 7, 8, 11–13]. Данные о генотоксических и онкологических исходах слабее и неоднороднее [14–16]. Поэтому профилактику следует обосновывать установленными кожными и респираторными эффектами, не преувеличивая онкологический риск.

Иерархия контроля снижает зависимость безопасности от безошибочного поведения работника: малопылящая форма, закрытое дозирование и удаление загрязнения действуют до контакта с человеком. Перчатки и обучение необходимы, но их результат зависит от выбора, замены и соблюдения процедуры [4, 9, 10]. Для малого салона, где техническая модернизация ограничена, особенно важны закупочная политика и исключение операций с пиковым пылеобразованием.

Российские нормы предусматривают гигиенические пределы и специальную оценку условий труда [19–21], однако не дают отраслевой методики для коротких операций с многокомпонентными продуктами. Такая методика могла бы определить документы на продукт, описание задач, план отбора проб и минимальные меры контроля. Следующий этап исследования стандартизированные измерения при смешивании, нанесении и смывании, экспертная проверка модели и пилотирование в салонах разного масштаба с отдельным учетом жалоб, врачебных диагнозов и подтвержденных профессиональных заболеваний.

Заключение

Наиболее обоснованные профессиональные риски при окрашивании и обесцвечивании – это экзема кистей, контактная сенсибилизация, ринит и астма, прежде всего связанные с персульфатами. Клинические данные подтверждают также возможность профессиональной астмы при воздействии окислительных красителей с пара-аминосоединениями.

Данные о генотоксичности и раке поддерживают принцип предосторожности, но не позволяют рассчитать индивидуальный риск или признать любой современный краситель канцерогенным. Российские нормы дают основу для идентификации факторов и выбора мер, однако требуют локальной детализации для салонных операций; класс условий труда устанавливается по результатам оценки конкретного рабочего места.

Предложенная модель объединяет инвентаризацию продукции, иерархию мер контроля и раннее выявление симптомов. Приоритетны отказ от ручного пересыпания пылящих составов, обоснованное замещение, удаление загрязнения у источника, безопасная организация мокрых работ и правильное применение перчаток. До полевой апробации модель следует использовать как основу локальной программы, а не как валидированный отраслевой стандарт.

Литература

1. Kezic S., Nunez R., Babić Ž., Hallmann S., Havmose M.S., Johansen J.D., John S.M., Macan M., Symanzik C., Uter W., Weinert P., Turk R., Macan J., van der Molen H.F. Occupational Exposure of Hairdressers to Airborne Hazardous Chemicals: A Scoping Review. International Journal

of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19, No. 7. Art. 4176. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19074176>.
2. Uter W., Strahwald J., Hallmann S., Johansen J.D., Havmose M.S., Kezic S., van der Molen H.F., Macan J., Babić Ž., Franić Z., Macan M., Turk R., Symanzik C., Weinert P., John S.M. Systematic review on skin adverse effects of important hazardous hair cosmetic ingredients with a focus on hairdressers. Contact Dermatitis. 2023. Vol. 88, No. 2. P. 93–108. DOI: <https://doi.org/10.1111/cod.14236>.
3. Macan J., Babić Ž., Hallmann S., Havmose M.S., Johansen J.D., John S.M., Macan M., Symanzik C., Uter W., Weinert P., van der Molen H.F., Kezic S., Turk R. Respiratory toxicity of persulphate salts and their adverse effects on airways in hairdressers: a systematic review. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2022. Vol. 95, No. 8. P. 1679–1702. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00420-022-01852-w>.
4. National Institute for Occupational Safety and Health. Hierarchy of Controls. Updated 10 April 2024. URL: <https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/about/index.html> (accessed: 11.09.2026).
5. Lind M.-L., Boman A., Sollenberg J., Johnsson S., Hagelthorn G., Meding B. Occupational Dermal Exposure to Permanent Hair Dyes Among Hairdressers. The Annals of Occupational Hygiene. 2005. Vol. 49, No. 6. P. 473–480. DOI: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mei030>.
6. Uter W., Johansen J.D., Macan J., Symanzik C., John S.M. Diagnostics and Prevention of Occupational Allergy in Hairdressers. Current Allergy and Asthma Reports. 2023. Vol. 23, No. 5. P. 267–275. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11882-023-01076-z>.
7. Lysdal S.H., Søstед H., Andersen K.E., Johansen J.D. Hand eczema in hairdressers: a Danish register-based study of the prevalence of hand eczema and its career consequences. Contact Dermatitis. 2011. Vol. 65, No. 3. P. 151–158. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01935.x>.
8. Havmose M., Thyssen J.P., Zachariae C., Uter W., Johansen J.D. Occupational hand eczema reduces career length in hairdressers: a prospective cohort study of Danish hairdressers graduating from 1985 to 2007. Occupational and Environmental Medicine. 2022. Vol. 79, No. 10. P. 649–655. DOI: <https://doi.org/10.1136/oemed-2022-108230>.
9. Havmose M., Thyssen J.P., Zachariae C., Johansen J.D. Use of protective gloves by hairdressers: A review of efficacy and potential adverse effects. Contact Dermatitis. 2020. Vol. 83, No. 2. P. 75–82. DOI: <https://doi.org/10.1111/cod.13561>.
10. Bregnhøj A., Menné T., Johansen J.D., Søstед H. Prevention of hand eczema among Danish hairdressing apprentices: an intervention study. Occupational and Environmental Medicine. 2012. Vol. 69, No. 5. P. 310–316. DOI: <https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100294>.
11. Moscato G., Pignatti P., Yacoub M.-R., Romano C., Spezia S., Perfetti L. Occupational Asthma and Occupational Rhinitis in Hairdressers. Chest. 2005. Vol. 128, No. 5. P. 3590–3598. DOI: <https://doi.org/10.1378/chest.128.5.3590>.
12. Doyen V., Thirionet R., Miguères N., Vandenplas O., Sastre J., Valverde-Monge M., Grydeland T.B., Munoz X., Romero-Mesones C., Suojalehto H., et al. Phenotypic Characteristics of Occupational Asthma Caused by Persulfate Salts in Hairdressers: A Multicenter Cohort Study. The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice. 2025. Vol. 13, No. 6. P. 1397–1404.e5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2025.03.015>.
13. Doyen V., Walusiak-Skorupa J., Wiszniewska M., Vandenplas O., Suuronen K., Sastre J., et al. Occupational Asthma Due to Hair Dyes Containing Para-Amino Compounds. American Journal of Industrial

Medicine. 2026. Vol. 69, No. 1. P. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajim.70037>.

14. Guedes Pinto T., de Moraes Malinverni A.C., Renno A.C. M., Ribeiro D.A. Do hairdressers comprise a high risk group for genotoxicity? A systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2023. Vol. 96, No. 8. P. 1077–1086. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00420-023-01999-0>.

15. Babić Ž., Macan M., Franić Z., Hallmann S., Havmose M.S., Johansen J.D., John S.M., Symanzik C., Uter W., Weiner P., van der Molen H.F., Kezic S., Turk R., Macan J. Association of hairdressing with cancer and reproductive diseases: A systematic review. *Journal of Occupational Health*. 2022. Vol. 64, No. 1. Art. e12351. DOI: <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12351>.

16. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 99. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2010. URL: <https://publications.iarc.fr/117>; IARC List of Classifications. URL: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications/> (accessed: 11.09.2026).

17. Решение Комиссии Таможенного союза от 23.09.2011 № 799 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции»» (вместе с ТР ТС 009/2011) (ред. на 11.09.2026).

18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. на 11.09.2026).

19. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» (ред. на 11.09.2026).

20. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.11.2023 № 817н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчёта о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по её заполнению».

21. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»» (ред. на 11.09.2026).

22. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 24.12.2020 № 44 «Об утверждении санитарных правил СП 2.1.3678–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»» (ред. на 11.09.2026).

23. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.01.2021 № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвёртой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры» (ред. на 11.09.2026).

CHEMICAL OCCUPATIONAL RISK FACTORS IN HAIR COLOURING AND BLEACHING A REVIEW OF PUBLISHED EVIDENCE AND A RISK-BASED PREVENTION MODEL

Havronska V.S.

Background. Hair colouring and bleaching repeatedly expose the skin and airways to persulphates, oxidative dye ingredients, alkalisating agents and hydrogen peroxide. Russian rules cover product and workplace safety but do not provide a procedure-specific prevention algorithm for colourists. Objective. To synthesise evidence on chemical occupational risks, compare it with Russian regulation, and propose a risk-based prevention model. Methods. A targeted narrative review of literature published in 2000–2026 and regulations current as of 11 September 2026 was conducted. The corpus comprised 15 scientific publications or monographs and eight official sources. No original measurements or clinical observations were performed. Results. Five groups of agents were identified. Evidence was most consistent for occupational hand eczema, contact sensitisation, rhinitis and asth-

ma, particularly in relation to persulphates; occupational asthma has also been reported for dyes containing para-amino compounds. Genotoxicity and carcinogenicity findings are heterogeneous and do not permit estimation of an individual modern colourist's risk. Russian rules do not prescribe a specific method for assessing short exposure peaks and combined exposures during salon tasks. The model integrates product inventory, exposure assessment, the hierarchy of controls and early symptom detection. Conclusions. Prevention should prioritise dust reduction during bleach handling, limitation of skin contact with dyes, and safer wet work. The model can support a local programme but requires field testing and does not replace formal workplace risk assessment.

Keywords: chemical occupational risk; hair colourist; hair colouring; hair bleaching; persulphates; p-phenylenediamine; occupational asthma; contact dermatitis; occupational safety.

References

1. Kezic S, Nunez R, Babić Ž, et al. Occupational Exposure of Hairdressers to Airborne Hazardous Chemicals: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):4176. doi:10.3390/ijerph19074176.
2. Uter W, Strahwald J, Hallmann S, et al. Systematic Review on Skin Adverse Effects of Important Hazardous Hair Cosmetic Ingredients with a Focus on Hairdressers. *Contact Dermatitis*. 2023;88(2):93–108. doi:10.1111/cod.14236.
3. Macan J, Babić Ž, Hallmann S, et al. Respiratory Toxicity of Persulphate Salts and Their Adverse Effects on Airways in Hairdressers: A Systematic Review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022;95(8):1679–1702. doi:10.1007/s00420-022-01852-w.
4. National Institute for Occupational Safety and Health. Hierarchy of Controls. Updated April 10, 2024. Available at: <https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/about/index.html> (accessed September 11, 2026).
5. Lind ML, Boman A, Sollenberg J, Johnsson S, Hagelthorn G, Meding B. Occupational Dermal Exposure to Permanent Hair Dyes Among Hairdressers. *Ann Occup Hyg*. 2005;49(6):473–480. doi:10.1093/annhyg/mei030.
6. Uter W, Johansen JD, Macan J, Symanzik C, John SM. Diagnostics and Prevention of Occupational Allergy in Hairdressers. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2023;23(5):267–275. doi:10.1007/s11882-023-01076-z.
7. Lysdal SH, Sæsted H, Andersen KE, Johansen JD. Hand Eczema in Hairdressers: A Danish Register-Based Study of Its Prevalence and Career Consequences. *Contact Dermatitis*. 2011;65(3):151–158. doi:10.1111/j.1600-0536.2011.01935.x.
8. Havmose M, Thyssen JP, Zachariae C, Uter W, Johansen JD. Occupational Hand Eczema Reduces Career Length in Hairdressers: A Prospective Cohort Study. *Occup Environ Med*. 2022;79(10):649–655. doi:10.1136/oemed-2022-108230.
9. Havmose M, Thyssen JP, Zachariae C, Johansen JD. Use of Protective Gloves by Hairdressers: A Review of Efficacy and Potential Adverse Effects. *Contact Dermatitis*. 2020;83(2):75–82. doi:10.1111/cod.13561.
10. Bregnhøj A, Menné T, Johansen JD, Sæsted H. Prevention of Hand Eczema Among Danish Hairdressing Apprentices: An Intervention Study. *Occup Environ Med*. 2012;69(5):310–316. doi:10.1136/oemed-2011-100294.
11. Moscato G, Pignatti P, Yacoub MR, Romano C, Spezia S, Perfetti L. Occupational Asthma and Occupational Rhinitis in Hairdressers. *Chest*. 2005;128(5):3590–3598. doi:10.1378/chest.128.5.3590.
12. Doyen V, Thirionet R, Miqueres N, et al. Phenotypic Characteristics of Occupational Asthma Caused by Persulfate Salts in Hairdressers: A Multicenter Cohort Study. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2025;13(6):1397–1404.e5. doi:10.1016/j.jaip.2025.03.015.
13. Doyen V, Walusiak-Skorupa J, Wiszniewska M, et al. Occupational Asthma Due to Hair Dyes Containing Para-Amino Compounds. *Am J Ind Med*. 2026;69(1):42–48. doi:10.1002/ajim.70037.
14. Guedes Pinto T, de Moraes Malinverni AC, Renno ACM, Ribeiro DA. Do Hairdressers Comprise a High-Risk Group for Genotoxicity? A Systematic Review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2023;96(8):1077–1086. doi:10.1007/s00420-023-01999-0.
15. Babić Ž, Macan M, Franić Z, et al. Association of Hairdressing with Cancer and Reproductive Diseases: A Systematic Review. *J Occup Health*. 2022;64(1): e12351. doi:10.1002/1348-9585.12351.
16. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 99. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2010.
17. Commission of the Customs Union. Decision No. 799 of September 23, 2011 approving TR CU 009/2011 on the Safety of Perfume and Cosmetic Products, as amended September 11, 2026. (In Russ.).
18. Labour Code of the Russian Federation No. 197-FZ of December 30, 2001, as amended September 11, 2026. (In Russ.).
19. Federal Law No. 426-FZ of December 28, 2013 on Special Assessment of Working Conditions, as amended September 11, 2026. (In Russ.).
20. Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation. Order No. 817n of November 21, 2023 on special assessment of working conditions. (In Russ.).
21. Chief State Sanitary Physician of the Russian Federation. Resolution No. 2 of January 28, 2021 approving SanPiN 1.2.3685–21, as amended September 11, 2026. (In Russ.).
22. Chief State Sanitary Physician of the Russian Federation. Resolution No. 44 of December 24, 2020 approving SP 2.1.3678–20, as amended September 11, 2026. (In Russ.).
23. Ministry of Health of the Russian Federation. Order No. 29n of January 28, 2021 on mandatory medical examinations of workers, as amended September 11, 2026. (In Russ.).

Ахмеров Ренат Рашиевич,

доктор ветеринарных наук, профессор, доктор медицинских наук,
профессор, генеральный директор лаборатории Plasmolifting World GmbH
Berlin
E-mail: renatakmerov@yahoo.com

Гусева Вероника Андреевна,

кандидат ветеринарных наук, кандидат ветеринарных наук, ветеринарный
врач клиники Молли
E-mail: hauteecole90@mail.ru.

Ахмеров Тимур Ренатович,

студент Российского университета дружбы народов (РУДН)
E-mail: akhmerob@mail.ru

Адилова Азиза,

ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, ТГМУ
E-mail: aziza_agzamova@mail.ru

Нагуманов Карим Эдуардович,

студент, КГМУ
E-mail: k.nagumanov@mail.ru

Введение. PRP терапия широко применяется в различных областях медицины. Обычно практикующие врачи помнят о том, что PRP – терапия оказывает стимулирующее действие на регенерацию повреждённых тканей и часто забывают о её противовоспалительном действии, которое в свою очередь обуславливает и анальгетический эффект. Благодаря лизоциму, содержащемуся как в плазме, так и в тромбоцитах при введении PRP в очаг повреждения, достигается бактериостатическое и бактерицидное действие, что объясняет возможность рассматривать PRP – терапию как альтернативу бета-лактамам антибиотикам [1,2]. Цель. Проанализировать современные источники литературы, выявить основные направления применения PRP в клинической практике. Материалы и методы. Провели исследование научной литературы, представленной в PubMed, IBRARY, MEDLINE, ScienceDirect. Результаты. При сравнении эффективности PRP с другими методами лечения, в частности со стероидными гормонами и гиалуроновой кислотой практикующие врачи и учёные приходят к выводам о преимуществах PRP не только в плане сокращения сроков заживления, а также и в уменьшении интенсивности болевых ощущений при многих заболеваниях. Не так важно применение определённого оборудования для PRP-терапии, как разработка оптимальных форм её применения: на данный момент широкое распространение получили гелевая форма и инъекционная. Перспективным является разработка сетки из PRP для установки в мочевого пузыря для достижения адекватного времени действия факторов роста на поверхности, для достижения противовоспалительного и антибактериального действия. Разработки модифицированных форм PRP как раз требуется для предотвращения быстрого транспорта тромбоцитов PRP в кровоток повреждённого органа. А гелевая форма или PRP приготовленная в виде сетки, как раз могут справиться с этой задачей.

Ключевые слова: Обогащённая тромбоцитами плазма, PRP – терапия, регенерация тканей, антибиотикорезистентность, лечение травм, универсальное средство регенерации, противовоспалительная терапия.

Введение

PRP (обогащённая тромбоцитами плазма/Platelet rich plasma) широко применяется в клинической практике, как универсальный стимулятор регенерации повреждённых тканей. Согласно некоторым источникам литературы PRP терапия является альтернативой бета-лактамам антибиотиков, что позволяет рассматривать её как профилактическое средство развития повсеместной антибиотикорезистентности. Лечение с помощью PRP терапии осуществляется следующим образом: у пациента отбирают кровь из вены в специализированные пробирки, далее с помощью центрифугирования получают PRP, которую вводят в очаг повреждения с целью стимуляции заживления тканей. На рынке существует много различного оборудования для приготовления PRP, однако, по нашему мнению, принципиального отличия между торговыми марками нет, так как нет однозначной корреляции между концентрацией тромбоцитов в PRP и клиническим эффектом. Когда тромбоциты вводят в повреждённые ткани, происходит их активация: тромбоциты меняют форму пластинки на сферическую, дегранулируют альфа-гранулы, содержащий факторы роста и бета-гранулы, содержащие противовоспалительные медиаторы, что способствует стимуляции регенерации повреждённых тканей. В кровяном русле, когда происходит травма сосуда, тромбоциты выполняют аналогичную функцию – стимулируют регенерацию стенки повреждённого сосуда, что также важно помимо тромбообразования при остановке кровотечения. Также при кровотечении из бета-гранул тромбоцитов секретируется серотонин – биологически активное вещество, вызывающее спазм сосудов. На поверхности активированных тромбоцитов образуется множество отростков, с помощью которых они соединяются с повреждённой стенкой сосуда (адгезия) и друг с другом (агрегация). В результате этих реакций происходит образование тромбоцитарной пробки, останавливающей кровотечение. Также существуют гипотезы и доказанные факты того, что не только тромбоциты оказывают противовоспалительное действие, а также и сама плазма, за счёт наличия в ней витаминов, белков, гормонов в биодоступном для организма состоянии. Подробнее о функциях PRP и её компонентов можно почитать в книге Р.Р. Ахмерова. С 2025 года PRP – терапия включена в клинические рекомендации при лечении заболеваний в области ортопедии, травматологии, трихологии, косметологии. А также широко применяется в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии, дерматологии и так далее. Исследование и популяризация применения технологии PRP в клинической практике является актуальной задачей, поскольку помимо вышеописанных положительных эффектов, PRP также является безопасным средством лечения, так как не провоцирует развитие онкологии параллельно со стимуляцией регенерации повреждённых тканей. Проведение процедуры локального введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) в мягкие ткани, суставы, кости не требует лицензии на осуществление медицинской деятельности по трансфузиологии. Процедура введения PRP преследует своей целью стимуляцию регенерации тканей организма человека, тогда как переливание компонентов крови используется для восполнения их дефицита, возникающего чаще всего при острой кровопотере и выполнении хирургических вмешательств. Заключение о невозможности отнесения PRP-терапии к одной из методик переливания крови и её компонентов является очевидным, исходя из действующего законодательства, представленных в следующих документах: • Федеральный закон от 20.07.2012 N 125-ФЗ «О донорстве крови и ее компонентов» • Приказ Минздрава РФ от 25.11.2002 N 363 «Об утверждении Инструкции по применению компонентов крови».

Цель исследования

Проанализировать современные источники литературы, выявить основные направления применения PRP в клинической практике.

Материалы и методы

Проведён анализ научной литературы. Проанализировано 32 источника в PubMed, IBRARY, MEDLINE, ScienceDirect. Использовались ключевые слова: Обогащённая тромбоцитами плазма, PRP – терапия, регенерация тканей, антибиотикорезистентность, лечение травм, универсальное средство регенерации, противовоспалительная терапия.

PRP в травматологии и ортопедии

Применение PRP, с целью оптимизации процессов репаративного остео- и хондрогенеза улучшает результаты хирургического лечения больных с дефектами костной и хрящевой тканей [6]. Довольно часто PRP применяют внутрисуставно при лечении **остеоартритов** у людей. В некоторых работах отмечается положительный эффект внутрисуставных инъекций PRP при сравнении с традиционными методами лечения остеоартрозов крупных суставов. Наиболее значимый эффект получен при лечении гонартроза по сравнению с другими локализациями остеоартрозов. Лечение позволяет в короткие сроки ликвидировать болевой синдром, улучшить функцию суставов и увеличить длительность ремиссии. На основании результатов лечения с помощью внутрисуставных инъекций PRP у 100 пациентов с гонартрозом, сделаны выводы о безопасности метода, уменьшении болевых ощущений и улучшении функциональности коленного сустава в течение как минимум 9 месяцев. В качестве побочных эффектов отмечается минимальное количество умеренно выраженных болевых реакций и местный тканевой отек, которые сохранялись не более 2 дней [1]. Согласно еще одним клиническим данным внутрисуставное введение экзогенной гиалуроновой кислоты при остеоартрите у людей оказывает положительный клинический эффект в течение 6 месяцев, в то время как при применении PRP – терапии внутрь суставов он сохраняется до 12 месяцев.

Интересным является исследование по внутрисуставному введению PRP в субхондральную область при лечении артрозов, в результате чего было установлено, что PRP оказывает выраженное противовоспалительное действие. А при трёхкратном применении внутрисуставных инъекций PRP в объёме 8 мл и внутрисуставном введении PRP в объёме 5 мл в медиальный мыщелок большеберцовой кости и в медиальный мыщелок бедра достигается статистически значимое снижение боли по шкале KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score) через 6 месяцев от начала терапии [3]. При сравнении внутрисуставного и субхондрального введения PRP с внутрисуставным введением гиалуроновой кислоты было установлено, что сочетанное применение PRP способствует достижению более стойких клинических результатов, улучшению качества жизни в течение 18 месяцев по индексу WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) по сравнению с внутрисуставным введением гиалуроновой кислоты, которое приводило к менее стойкому и менее длительному клиническому эффекту [4]. Отдельного внимания требует сравнение PRP с внутрисуставным применением стероидных гормонов, поскольку такая схема часто используется при лечении артрозов у людей. Согласно исследованиям применение PRP внутрисуставно приводит к лучшим клиническим результатам по индексу WOMAC по сравнению с стероидными гормонами и гиалуроновой кислотой: через 3, 6, 12 месяцев наблюдения PRP оказывала стойкий анальгетический эффект, в то время как после введения стероидов, гиалуроновой кислоты клиническое ухудшение наступает уже на 3 месяц от начала лечения.[5,6]. Благодаря внутрисуставному введению глюкокортикостероидов, за счёт их противовоспалительного эффекта, достигается увеличения вязкости синовиальной жидкости, что в свою очередь позволяет нормализовать её основную функцию – снижение силы трения суставных поверхностей. Но стероиды также обладают и иммуносупрессивным действием, соответственно их внутрисуставное введение повышает риск развития септического артрита. По видимому, PRP позволяет достигнуть лучшего клинического ответа по причине кислоты того, что в самих тромбоцитах содержится в том числе и трансформирующий фактор роста – основной стимулятор синтеза гиалуроновой в клетках синовиальной оболочки человека, а также фактор роста фибробластов, фактор некроза опухоли, которые способствуют синтезу собственной гиалуроновой кислоты. Однозначно продукция собственной гиалуроновой кислоты синовиальной оболочкой организмом является наиболее благоприятным фактором восстановления тканей, по сравнению с синтетической, которую получают либо из хрящевой ткани быков, либо посредством ферментации бактерий и злаков. Гиалуроновую кислоту внутрисуставно в клинической практике рекомендуют применять при лечении поздних стадий артроза перед хирургическим вмешательством [7].

PRP терапия также зарекомендовала себя при **лечении переломов** как в ортопедии, так и в челюстно-лицевой хирургии. Экспериментальные исследования [12] позволяют констатировать, что использование PRP может ускорить восстановление больных с переломами, снизив сроки заживления. Клинический эффект достигается преимущественно за счёт модуляции экспрессии трансформирующего фактора роста и костного морфогенетического белка[8]. Ключевым моментом в эффективности применения PRP при лечении переломов костей является активация остеобластов, а также стимуляция васкуляризации. Применение PRP терапии в клинической практике требует большого опыта от врача, так как концентрация тромбоцитов в PRP оказывает до-

зависимое воздействие на остеобласты: анализ жизнеспособности и миграции клеток продемонстрировал неблагоприятный эффект при высокой концентрации тромбоцитов на эти клетки.[9] PRP – терапии у людей при лечении переломов дистального метаэпифиза лучевой кости способствует формированию рентген – признаков сращения перелома – костной мозоли уже на 20 сутки лечения, а у пациентов, без применения PRP формирование костной мозоли наступает на 23–24 день от начала лечения: применение PRP – терапии сокращает на 10% время консолидации переломов [10].

При лечении сухожилий PRP также зарекомендовала себя как качественное противовоспалительное и регенеративное средство. Тромбоциты контролируют баланс между апоптозом и выживанием клеток, секретируя медиаторы, обладающие анти- и проапоптотическими функциями [11,12]. Это актуально для лечения заболеваний сухожилий, поскольку при их возникновении часто развивается чрезмерный апоптоз. Микрочастицы тромбоцитов могут повышать выживаемость сухожильных волокон за счет фосфорилирования, которое инактивирует проапоптотического члена семейства BCL-2 BAD [13,14]. В эксперименте, инъекции PRP в ахилловы сухожилия крыс улучшают не только выработку коллагена в сухожилиях, но и прочность сухожилий на разрыв. Mishra A., Woodall J. были первыми, кто сообщил об использовании PRP у пациентов, планирующих операцию по поводу хронического тяжелого тендинита. В этом проспективном контролируемом пилотном исследовании с использованием PRP авторы обнаружили 60%-ное улучшение показателей боли у пациентов в области локтевого сустава, получавших PRP, по сравнению с 16%-ным улучшением у пациентов контрольной группы через 8 недель после лечения. [15,16]. PRP терапия позволяет не только уменьшать болевые ощущения, за счёт её противовоспалительного действия, а также она способствует восстановлению здоровой структуры сухожилий, восстанавливает параллельность и адекватную плотность сухожильных волокон, что особенно важно в спортивной медицине при лечении тендинитов, надрывов сухожилия для успешного продолжения карьеры спортсменов. Потому что, если сухожилие восстанавливается с формированием фиброза/рубца в области травмы, то при физических нагрузках риск повторной травмы значительно повышается. Однократная инъекция PRP под ультразвуковым контролем улучшает клинические, функциональные и ультразвуковые показатели результатов по сравнению с исходным состоянием. При сравнении эффективности PRP с гиалуроновой кислотой согласно некоторым исследованиям восстановление сухожилий проходит аналогичным образом. Однако PRP оказывает больший анальгетический эффект по сравнению с гиалуроновой кислотой [17]. Ряд исследователей предпочитают лечить сочетанные травмы сухожилий и кожи PRP с гиалуроновой кислотой, чтобы обеспечить формирование аутологичного каркаса для роста клеток в сочетании с гиалуроновой кислотой в качестве временного заменителя кожи. [18]

В проспективном рандомизированном однократном слепом сравнительном исследовании с участием 105 пациентов с субакромиальным поражением обнаружили, что инъекции гиалуроната вызывали более значительное уменьшение боли и аналогичное функциональное улучшение по сравнению с кортикостероидами через 12 недель от начала терапии [19]. Кроме того, глюкокортикостероиды обладают краткосрочным эффектом при их внутрисухожильном введении, снижают пролиферацию клеток, полученных из сухожилий, в лабораторных условиях и снижают синтез внеклеточного матрикса как в лабораторных условиях, так и в естественных условиях, в частности синтез коллагена I типа. Глюкокортикостероиды также приводят к острым разрушительным изменениям в здоровых сухожилиях в естественных условиях, включая некроз коллагена, дезорганизацию коллагена и инфильтрацию воспалительными клетками; общее влияние глюкокортикостероидов на механические свойства здоровых сухожилий в естественных условиях в целом отрицательное. [20] Данные факты объясняют развитие фиброза, который может формироваться после внутрисухожильных инъекций стероидов. PRP терапия однозначно имеет большее преимущество перед применением других методов лечения в ортопедии.

PRP в челюстно-лицевой хирургии

В отличие от заболеваний опорно-двигательного аппарата в челюстно-лицевой хирургии часто требуется применение PRP в виде геля, а также нередко применяется обогащённый тромбоцитами фибриновый гель (PRF). В начале 90 годов Marx R.E. была оценена эффективность гелевой формы PRP при устраниении дефектов нижней челюсти протяженностью 5 см и более после резекции опухолей[2]. В одной группе использовали аутогенную кость, смешанную с гелем, а в контрольной – только аутогенную кость. В результате проведенного исследования было доказано ускоренное образование кости и лучшую её структурную организацию при использовании PRP в гелевой форме, а также наличие в аутогенной

кости рецепторов к факторам роста, находящимся в тромбоцитах. Технология изготовления геля из PRP была предложена для стоматологов (компания «Harvest», США). Гелевая форма PRP либо PRF применяется преимущественно при установке имплантов (а именно для лучшего их приживления) и в синус-лифтинге [19]. PRF и PRP применяется как в монорежиме, так и сочетанно с костным трансплантатом, а некоторые исследования демонстрируют возможность PRF восстанавливать до 7.5 мм костной ткани. Однозначно эффективным является применение гелевой формы PRP и при более простых стоматологических процедурах, таких как экстракция зубов. Согласно исследованиям наибольший эффект от применения PRP наблюдается в течение первых 2 недель послеоперационного периода: для достижения сопоставимой плотности костной ткани в контрольных участках, где проводилась экстракция, требовалось 6 недель, в то время как в участках, обработанных PRP, это происходило уже на 1-й неделе [21].

Литература

1. Применение аутоплазмы, содержащей тромбоциты, в дерматокосметологии и стоматологии: технология PLASMOLIFTING™ / Р.Р. Ахмеров, О.И. Короткова, М.В. Овечкина и др. // Пластическая хирургия и косметология. – 2013. – № 1. – С. 94–104.
2. Marx R.E., Carlson E.R., Eichstaedt R.M., Schimmele S.R., Strauss J.E., Georgeff K.R. Обогащенная тромбоцитами плазма: усиление действия факторов роста при костной пластике // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1998. Vol. 85. P. 638–646. DOI: 10.1016/S1079-2104(98)90029-4.
3. Лычагин А.В., Гаркави О.И., Катунян П.И. Эффективность внутрикостного введения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы в зону отека костного мозга при остеоартрите коленного сустава. Вестник РГМУ, № 4, 2019, с. 50–55.
4. Su K, Bai Y, Wang J, Zhang H, Liu H, Ma S. Сравнение внутрисуставных инъекций гиалуроновой кислоты и обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) с комбинированными внутрисуставными и внутрикостными инъекциями PRP при лечении пациентов с остеоартрозом коленного сустава. Clin Rheumatol. 2018 May;37(5):1341–1350. doi: 10.1007/s10067-018-3985-6. Epub 2018 Jan 31. PMID: 29388085.
5. Migliorini F, Driessen A, Quack V, Sippel N, Cooper B, Mansy YE, Tingart M, Eschweiler J. Сравнение внутрисуставных инъекций плацебо, стероидов, гиалуроновой кислоты и обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) при остеоартрите коленного сустава: байесовский сетевой метаанализ. Arch Orthop Trauma Surg. 2021 Sep;141(9):1473–1490. doi: 10.1007/s00402-020-03551-y. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32725315.
6. Хонинов Б.В., Сергунинов О.Н., Скорогляднов П.А., Бегалиев А.А. Применение внутрисуставных инъекций при лечении остеоартроза и перспективы использования обогащенной тромбоцитами плазмы (обзор литературы). Травматология и ортопедия. Вестник РГМУ № 3, 2014, с. 36–40.
7. Simman R, Hoffmann A, Bohinc RJ, Peterson WC, Russ AJ. Роль обогащенной тромбоцитами плазмы в ускорении заживления переломов костей. Ann Plast Surg. 2008 Sep;61(3):337–44. doi: 10.1097/SAP.0b013e318157a185. PMID: 18724139.
8. Янмин Чжан, Фэй Син, Жун Ло. Обогащенная тромбоцитами плазма для лечения переломов костей: систематический обзор современных данных доклинических и клинических исследований.
9. Васина Е.М., Каувербергс С., Штаудт М., Фейге М.А., Вебер К., Кунен Р.Р., Хемскерк Дж.В. Микрочастицы тромбоцитов, образующиеся при старении и активации, подавляют апоптоз моноцитарных клеток и дифференцированно регулируют высвобождение провоспалительных медиаторов // *Am. J. Blood Res.* 2013; 3 (2): 107–123.
10. Sharron M., Hoptay C.E., Wiles A.A., Garvin L.M., Geha M., Benton A.S., Nagaraju K., Freishtat R.J. Тромбоциты индуцируют апоптоз при сепсисе посредством контакт-зависимого механизма, который блокируется при ингибировании GPIIb/IIIa // *PLoS One*. 2012; 7 (7): e41549.
11. Hayon Y., Dashevsky O., Shai E., Varon D., Leker R.R. Platelet microparticles promote neural stem cell proliferation, survival and differentiation // *J. Mol. Neurosci.* 2012; 47(3):659–665
12. Hayon Y., Dashevsky O., Shai E., Varon D., Leker R.R. Микро-частицы тромбоцитов стимулируют пролиферацию, выживаемость и дифференцировку нервных стволовых клеток // *J. Mol. Neurosci.* 2012; 47(3):659–665
13. Mause S.F., Ritzel E., Liehn E.A., Hristov M., Bidzhekov K., Müller-Newen G., Soehnlein O., Weber C. Микрочастицы тромбоцитов усиливают вазорегенеративный потенциал ангиогенных клеток-предшественников ранней стадии роста после повреждения сосудов // Circulation. 2010; 122 (5): 495–506. Andersson U., Tracey K.J. HMBG1 –

терапевтическая мишень при стерильном воспалении и инфекции // Annu. Rev. Immunol. 2011; 29: 139–162.

14. Борнхейм С., Дарденн Н. Сравнение инъекций богатой тромбоцитами плазмы и инъекций гиалуроновой кислоты при лечении тендинопатий надколенника: рандомизированное исследование. Журнал «Мышечные связки и сухожилия» 09(01):156 DOI:10.32098/mltj.03.2019.03

15. Cervelli V, Lucarini L, Spallone D, Brinci L, de Angelis B. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы и гиалуроновой кислоты при обнажении сухожилий стопы и голеностопного сустава. J Wound Care. 2010 May;19(5):186, 188–90. doi: 10.12968/jowc.2010.19.5.48045. PMID: 20505591.

16. Banouby, M. A., Soliman, A.-eldin M.-eldin, Soliman, H. M., & Farouk, H. A. (2022). Сравнение эффективности инъекций обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP), гиалуроновой кислоты и плацебо при лечении тендинопатии надостной мышцы: рандомизированное контролируемое исследование. International Journal of Health Sciences, 6(S4), 7834–7845. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.10306>

17. Dean BJ, Carr AJ. Влияние глюкокортикоидов на сухожилия и клетки сухожильного происхождения. Adv Exp Med Biol. 2016;920:239–46. doi: 10.1007/978-3-319-33943-6_23. PMID: 27535266.

18. Kooshy S., Eapen T, Ravi A, Akhilesh P. Обогащенный тромбоцитами фибрин в челюстно-лицевой хирургии: обзор литературы. International Journal of Development Research. Vol 07, Issue 07, pp 1456–14059, July 2017.

19. Albanese, A., Licata, M.E., Polizzi, B. et al. Обогащенная тромбоцитами плазма (PRP) в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии: от заживления ран до регенерации костной ткани. Immun Aging 10, 23 (2013). <https://doi.org/10.1186/1742-4933-10-2>

20. Gabusi A, Loi C, Gissi DB, Buzzi M, La Placa M, Bardazzi F. Местное применение гетерологичной обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) при резистентных поражениях десен на фоне аутоиммунных буллезных заболеваний.

21. Gabusi A, Loi C, Gissi DB, Buzzi M, La Placa M, Bardazzi F. Местное применение гетерологичной обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP) при резистентных поражениях десен на фоне аутоиммунных буллезных заболеваний. Ital J Dermatol Venerol. 2024 Feb;159(1):55–59. doi: 10.23736/S2784-8671.23.07696-X. Epub 2023 Dec 6. PMID: 38059779.

APPLICATION OF PRP THERAPY IN VETERINARY PRACTICE

Akhmerov Renat Rashievich, Veronika Andreevna Guseva, Akhmerov Timur Renatovich, Adilova Aziza, Nagumanov Karim Eduardovich

Scientific Laboratory Plasmolifting World GmbH Berlin, Molly Clinic, Peoples' Friendship University of Russia, Pacific State Medical University, Kursk State Medical University

Introduction. PRP therapy is widely used across various medical fields. While practitioners often recognize the stimulatory effect of PRP therapy on damaged tissue regeneration, they frequently overlook its anti-inflammatory properties, which in turn contribute to its analgesic effect. The presence of lysozyme in both plasma and platelets—released upon injection into the injury site—exerts bacteriostatic and bactericidal effects; this suggests that PRP therapy could serve as an alternative to beta-lactam antibiotics [1, 2]. Objective. To analyze current literature and identify key areas of PRP application in clinical practice. Materials and Methods. A review of scientific literature from PubMed, eLibrary, MEDLINE, and ScienceDirect was conducted. Results. When comparing the efficacy of PRP with other treatments—specifically corticosteroids and hyaluronic acid—practitioners and researchers have concluded that PRP offers advantages not only in accelerating healing times but also in reducing pain intensity across various conditions. The specific equipment used for PRP therapy is less critical than the development of optimal application forms; currently, gel and injectable formulations are the most widely used. A promising avenue of research involves developing PRP-based meshes for placement within the bladder; such meshes could ensure that growth factors remain active on the tissue surface for an adequate duration, thereby exerting anti-inflammatory and antibacterial effects. Developing modified PRP formulations is essential to prevent the rapid clearance of PRP platelets into the bloodstream of the injured organ; gel-based or mesh-like PRP preparations are well-suited to address this challenge.

Keywords: Platelet-rich plasma, PRP therapy, tissue regeneration, antibiotic resistance, injury treatment, universal regenerative agent, anti-inflammatory therapy.

References

1. Use of platelet-containing autoplasm in dermatocosmetology and dentistry: PLASMOLIFTING™ technology / R.R. Akhmerov, O.I. Korotkova, M.V. Ovechkina et al. // Plastic Surgery and Cosmetology. – 2013. – No. 1. – P. 94–104.
2. Marx R.E., Carlson E.R., Eichstaedt R.M., Schimmele S.R., Strauss J.E., Georgeff K.R. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1998. Vol. 85. P. 638–646. DOI: 10.1016/S1079-2104(98)90029-4.
3. Lychagin A.V., Garkavi O.I., Katunyan P.I. Efficacy of intraosseous injection of autologous platelet-rich plasma into the bone marrow edema zone in knee osteoarthritis. Bulletin of RSMU No. 4, 2019, pp. 50–55.
4. Su K, Bai Y, Wang J, Zhang H, Liu H, Ma S. Comparison of hyaluronic acid and PRP intra-articular injection with combined intra-articular and intraosseous PRP injections

to treat patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2018 May;37(5):1341–1350. doi: 10.1007/s10067-018-3985-6. Epub 2018 Jan 31. PMID: 29388085.

6. Migliorini F, Driessen A, Quack V, Sippel N, Cooper B, Mansy YE, Tingart M, Eschweiler J. Comparison between intra-articular infiltrations of placebo, steroids, hyaluronic and PRP for knee osteoarthritis: a Bayesian network meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 Sep;141(9):1473–1490. doi: 10.1007/s00402-020-03551-y. Epub 2020 Jul 28. PMID: 32725315.

7. Khoninov B.V., Sergunin O.N., Skoroglyadov P.A., Begaliev A.A. Use of intra-articular injections in the treatment of osteoarthritis and prospects for using platelet-rich plasma (literature review). *Traumatology and Orthopedics. Bulletin of RSMU No. 3*. 2014, pp. 36–40.

8. Simman R, Hoffmann A, Bohinc RJ, Peterson WC, Russ AJ. Role of platelet-rich plasma in acceleration of bone fracture healing. *Ann Plast Surg*. 2008 Sep;61(3):337–44. doi: 10.1097/SAP.0b013e318157a185. PMID: 18724139.

9. Yangming Zhang, Fei Xing, Rong Luo. Platelet-rich plasma for bone fracture treatment: a systematic review of current evidence in preclinical and clinical studies.

10. Vasina E.M., Cauwenberghs S., Staudt M., Feijge M.A., Weber C., Koenen R.R., Heemskerk J.W. Aging- and activation-induced platelet microparticles suppress apoptosis in monocytic cells and differentially signal to proinflammatory mediator release // **Am. J. Blood Res.** 2013; 3 (2): 107–123.

11. Sharron M., Hoptay C.E., Wiles A.A., Garvin L.M., Geha M., Benton A.S., Nagara-ju K., Freishtat R.J. Platelets induce apoptosis during sepsis in a contact-dependent manner that is inhibited by GPIIb/IIIa blockade // **PLoS One**. 2012; 7 (7): e41549.

12. Hayon Y., Dashevsky O., Shai E., Varon D., Leker R.R. Platelet microparticles promote neural stem cell proliferation, survival and differentiation // **J. Mol. Neurosci.** 2012; 47(3):659–665

13. Mishra A., Woodall J. Treatment of tendon and muscle using platelet rich plasma <https://www.mauiregenerativemedicine.com/wp-content/uploads/2016/10/Mishra-Treatment-of-Tendon-Muscle-Using-PRP.pdf>

14. Mause S.F., Ritzel E., Liehn E.A., Hristov M., Bidzhekov K., M^uller-Newen G., Soehnlein O., Weber C. Platelet microparticles enhance the vasoregenerative potential of angiogenic early outgrowth cells after vascular injury // *Circulation*. 2010; 122 (5): 495–506. Andersson U., Tracey K.J. HMGB1 is a therapeutic target for sterile inflammation and infection // *Annu. Rev. Immunol*. 2011; 29: 139–162.

15. Bornheim S., Dardenne N. Comparison between platelet rich plasma injections and hyaluronic acid injections in the treatment of patellar tendinopathies: a randomized trial. *Muscle Ligaments and Tendons Journal* 09(01):156 DOI:10.32098/mltj.03.2019.03

16. Cervelli V, Lucarini L, Spallone D, Brinci L, de Angelis B. Use of platelet rich plasma and hyaluronic acid on exposed tendons of the foot and ankle. *J Wound Care*. 2010 May;19(5):186, 188–90. doi: 10.12968/jowc.2010.19.5.48045. PMID: 20505591.

17. Banouby, M. A., Soliman, A.-eldin M.-eldin, Soliman, H. M., & Farouk, H. A. (2022). Comparing the efficacy of PRP vs hyaluronic acid vs placebo injections in the management of supraspinatus tendinopathy; randomized controlled trial. *International Journal of Health Sciences*, 6(S4), 7834–7845. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS4.10306>

18. Dean BJ, Carr AJ. The Effects of Glucocorticoid on Tendon and Tendon Derived Cells. *Adv Exp Med Biol*. 2016;920:239–46. doi: 10.1007/978-3-319-33943-6_23. PMID: 27535266.

19. Kooshy S., Eapen T, Ravi A, Akhilesh P. Platelet rich fibrin in maxillofacial surgery review of literature. *International Journal of Development Research*. Vol 07, Issue 07, pp 1456–14059, July 2017.

20. Albanese, A., Licata, M.E., Polizzi, B. et al. Platelet-rich plasma (PRP) in dental and oral surgery: from wound healing to bone regeneration. *Immun Aging* 10, 23 (2013). <https://doi.org/10.1186/1742-4933-10-2>

21. Gabusi A, Loi C, Gissi DB, Buzzi M, LA Placa M, Bardazzi F. Topical applications of heterologous platelet rich plasma (PRP) for refractory gingival lesions in autoimmune blistering diseases. *Ital J Dermatol Venerol*. 2024 Feb;159(1):55–59. doi: 10.23736/S2784-8671.23.07696-X. Epub 2023 Dec 6. PMID:38059779.

Крымова Дарья Александровна,

старший преподаватель кафедры психологии, Филиал МГУ
имени М.В. Ломоносова в Севастополе
E-mail: vorz@mail.ru

В статье исследуется одна из наиболее сложных междисциплинарных проблем малой психиатрии, судебной экспертизы и клинической психологии – дифференциация крайних вариантов характерологической нормы (психопатических акцентуаций) и клинических форм расстройств личности. На основе ретроспективного анализа классических отечественных и зарубежных концепций фиксируются жесткие таксономические критерии, разграничивающие тяжелый характер и психиатрическую нозологию. Особое внимание уделено патопластическому влиянию современных средовых вызовов, таких как тотальная цифровизация, изоляция, комплексная детская травма и боевой стресс, выступающих триггерами декомпенсации личностных структур. Описан синергетический эффект органических микроповреждений головного мозга и психогений в формировании деструктивных поведенческих паттернов и сложных клинических коморбидностей. В прикладном аспекте статьи подробно аргументируется концепция прагматической коррекции дисоциальных проявлений у трудноадаптируемых групп населения на примере комбатантов с криминальным бэкграундом. На основе опыта межведомственного взаимодействия представлена авторская четырехуровневая модель адаптации, ресоциализации и психологического сопровождения участников боевых действий («Работа.Забора 62»), включающая медицинскую декомпрессию, фильтры безопасности против криминального заражения групп, онлайн-трекинг декомпенсаций и легальную канализацию деструктивных импульсов по принципу «равный-равному».

Ключевые слова: психопатические акцентуации характера; расстройства личности; критерии Ганнушкина-Кербилова; социальная дезадаптация; декомпенсация; шкала Хазра (PCL-R); дисоциальное поведение; CU-черты; детская психологическая травма; боевой стресс; посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР); клиническая коморбидность; цифровой профайлинг; ресоциализация комбатантов; проект «Работа.Забора 62».

Введение

Дифференциация крайних вариантов характерологической нормы и клинических форм личностной патологии относится к числу фундаментальных и нозологически размытых проблем клинической психологии, общей и судебной психиатрии [12]. Актуальность данной междисциплинарной области продиктована резким изменением структуры деструктивного поведения под влиянием макросоциальных и техногенных факторов [1]. Процессы тотальной цифровизации общественной жизни и вынужденной виртуализации коммуникаций существенно трансформируют феноменологию девиаций, переводя вынашивание опасных фантазий в сетевое пространство [5]. Дисоциальные характерологические черты в условиях стабильной среды долгое время маскируются под адаптивным фасадом прагматичного эгоизма, однако демонстрируют реактивную декомпенсацию при возникновении критических нагрузок на психику [9]. Разбалансировка личностных структур напрямую определяет уровень латентной деструктивности и неравномерность распределения девиаций в популяции [6].

Особую научно-практическую остроту рассматриваемая проблема приобретает в контексте ресоциализации лиц с сочетанным коморбидным анамнезом – комбатантов и участников боевых действий, имеющих опыт судимости [15]. Запредельный боевой стресс, перенесенные психические травмы и хроническое психоэмоциональное напряжение выступают экзогенными триггерами, переводящими компенсированные психопатические акцентуации характера в стойкую патологию личностного расстройства [2]. Подобные состояния сопровождаются аффективными вспышками, импульсивностью и деструктивным бунтарством. Без четкого понимания тонких границ, разделяющих тяжелый характер (акцентуацию) и психиатрический диагноз (расстройство личности), невозможно сконструировать эффективные программы социально-трудовой адаптации и превентивного мониторинга [11]. Возникает выраженное противоречие между острой общественной потребностью в адресных программах ресоциализации таких лиц и дефицитом комплексных теоретико-методологических моделей, интегрирующих классическую триаду личностной патологии, двухфакторный профайлинг и технологии мягкого цифрового трекинга [13]. Вышеизложенное очерчивает исследовательское поле статьи.

Анализ последних исследований и публикация

Теоретический ландшафт изучения малых аномалий характера формировался на стыке отечественной клинической психиатрии и классической немецкой характерологии. Родоначальником строгого разграничения нормы и патологии признан П.Б. Ганнушкин, который сформулировал жесткую таксономическую триаду критериев клинической психопатии: тотальность проявлений аномальных черт, их относительная стабильность во времени и обязательное наличие выраженной социальной дезадаптации [4]. Дальнейшее развитие динамической концепции личностных деформаций связано с исследованиями О.В. Кербилова [7]. Автор внес существенный вклад в понимание фаз статики и декомпенсации девиантного поведения, а также предложил этиопатогенетическую дифференциацию пограничных состояний, разделив их на ядерные (врожденные) и краевые психопатии, сформированные психогенным путем в процессе деструктивного развития в неблагоприятной макросреде.

Концептуальное выделение предпатологического диапазона характера, находящегося на стыке условного здоровья и нозологии, принадлежит К. Леонгарду [8]. Описывая феномен акцентуированных личностей, исследователь охарактеризовал их как крайний вариант нормы, при котором отдельные свойства характера или темперамента претерпевают резкое заострение, формируя избирательную уязвимость к специфическим нагрузкам. Применительно к подростковому возрасту и пубертатным девиациям концепция была модернизирована А.Е. Личко [10]. В своих трудах ученый подробно исследовал поведенческие нарушения (делинквентность, побеги, ранняя алкоголизация) и описал типы неправильного внутрисемейного воспитания, выступающие пусковыми механизмами патологического развития характера. Авторы, анализирующие современные проблемы девиантного поведения у подростков, подтверждают, что нерешенные пубертатные кризисы служат устойчивой базой для деструкций во взрослом возрасте [1].

В зарубежной исследовательской практике стандартом оценки дисоциальных проявлений признана двухфакторная модель, разрабо-

танная Р.Д. Хаэром [14]. При этом вопрос о точных границах психопатий остается предметом острой научной дискуссии, что отражено в трудах С.В. Литвинцева, указывающего на размытость диагностических критериев в условиях смены международных медицинских классификаторов [9]. Трудности таксономически-категориальной идентификации пограничных состояний подчеркивают и В.А. Дереча с соавторами, требующие перехода от жестких категорий к гибким дименсиональным шкалам оценки личностной уязвимости [12]. Данная мысль поддерживается Р.С. Шабалиным, который указывает на необходимость междисциплинарной интеграции клинических и психологических методов для превенции личностных деформаций [15].

Современный этап изучения аномалий характера характеризуется поиском патопластических факторов, усугубляющих дезадаптацию. Как доказывает В.Н. Громова, одним из таких мощных факторов выступает тотальная цифровизация, которая деформирует привычные защитные механизмы психики и создает специфические виртуальные условия для декомпенсации расстройств личности [5]. В свою очередь, Ю.А. Александровский акцентирует внимание на том, что хронический экзогенный стресс и психотравмирующие факторы экстремальных ситуаций способны полностью истощить адаптационный барьер нервной системы, провоцируя бурные деструктивные вспышки даже у лиц с субклиническими, компенсированными акцентуациями [2]. Подобные состояния глубокого волевого и эмоционального дефекта часто утяжеляются скрытой органической патологией мозга. Проводя параллели с изысканиями ростовской школы психиатрии А.О. Бухановского, можно утверждать, что биологическая неспособность тормозить импульсы (связанная с дисфункциями лобной коры) в синергии с перенесенным в детстве жестоким насилием формирует ядерную обиду на мир и запускает затяжные процессы «вынашивания» опасных криминальных фантазий [3]. Статистические срезы, приводимые В. М.Д. Исразлем, демонстрируют, что скрытые психопатические черты распределены в обществе неравномерно, формируя латентный очаг повышенной криминальной опасности [6].

Практический выход из сложившегося методологического тупика исследователи видят в разработке прикладных систем сопровождения. Вопросы сбережения психического и профессионального здоровья девиантных лиц в ходе их трудовой адаптации и точной психологической диагностики подробно изложены в учебном пособии Б.В. Овчинникова, И.Ф. Дьяконова и С.А. Лытаева [11]. В свою очередь, В.В. Руженкова и В.А. Руженков настаивают на полном отказе от неэффективных морализаторских лекций при работе с дисоциальными личностями, предлагая взамен методики клинической коррекции, базирующиеся на концепции «рационального эгоизма» – донесения до сознания индивида прагматической выгоды от соблюдения социальных и правовых норм [13]. Тем не менее, несмотря на обилие разрозненных исследований, проблема создания единой четырехуровневой программы, способной объединить первичную декомпрессию ПТСР комбатантов, профориентацию, прагматическое обучение, цифровой онлайн-надзор и легальную канализацию деструктивных импульсов (что заложено в проекте «Работа.Забота 62»), до сих пор не получила исчерпывающего описания, что и определило логику нашей статьи.

Цель статьи – на основе комплексного анализа теоретико-методологических границ между психопатическими акцентуациями и расстройствами личности обосновать архитектуру, фильтры безопасности и интрапсихические механизмы многоуровневой программы ресоциализации лиц с дисоциальными девиациями.

Изложение основного материала

На современном этапе развития науки важно разграничивать клинический диагноз и психологические особенности личности. В российской психиатрической практике, которая руководствуется классификацией МКБ-10 (код F60), диагноз расстройства личности (исторически называемого психопатией) ставится только при наличии трех критериев, сформулированных П.Б. Ганнушкиным и О.В. Кербиковым (таблица 1).

Таблица 1. Критерии Ганнушкина-Кербикова для диагностики расстройств личности (патологии)

Критерий	Суть критерия	Проявление в повседневной жизни
Тотальность	Повсеместность проявления патологических черт характера.	Аномальное поведение проявляется в любых сферах: в семье, на работе, в кругу друзей и при случайных контактах.
Стабильность	Относительная необратимость и постоянство во времени.	Черты характера формируются к подростковому возрасту и сохраняются неизменными на протяжении всей жизни.
Социальная дезадаптация	Деструктивное влияние на качество жизни.	Особенности психики либо причиняют страдания самому человеку, либо делают его существование невыносимым для социума.

В российской медицине если человек удерживается в социуме, успешен в карьере и не страдает от своей «черствости» – у него нет расстройства личности. Его характер является крайним вариантом нормы, который в психологии называется психопатической акцентуацией.

В современной доказательной медицине термин «психопатия» не используется как официальный клинический диагноз. Вместо него врачи диагностируют расстройство личности. «Золотой стандарт» оценки психопатии – контрольный перечень признаков психопатии Хаэра (PCL-R). Это клиническая шкала из 20 пунктов. Психиатр выставляет баллы на основе структурированного интервью и подробного изучения истории жизни человека (таблица 2).

Таблица 2. Двухфакторная структура оценки психопатии по шкале Хаэра (PCL-R)

Оцениваемый фактор	Сфера проявления	Ключевые клинические признаки и симптомы
Фактор 1: Эмоционально-межличностные черты	Сфера взаимодействия с людьми и дефекты эмоционального реагирования.	Поверхностный шарм (обаяние), выраженный эгоцентризм, патологическая лживость, полное отсутствие чувства вины, эмоциональная черствость.
Фактор 2: Поведенческие черты	Сфера самоконтроля, образа жизни и социальных действий.	Постоянная потребность в стимуляции (склонность к скуке), паразитический образ жизни, высокая импульсивность, девиантные проблемы с поведением в раннем возрасте.

Диагноз «социопатия» в официальной медицине тоже не ставят. Оба эти термина – и «психопатия», и «социопатия» – сегодня считаются неофициальными, бытовыми или судебно-криминалистическими. Вместо них в современной психиатрии официально ставят один общий диагноз: расстройство личности или антисоциальное расстройство личности (по американской классификации DSM-5). В рамках терапевтической работы с трудно-адаптируемыми акцентуантами важно различать два типа акцентуаций, которые могут лежать в основе девиантного поведения (таблица 3).

Таблица 3. Характеристика типов акцентуаций, которые могут лежать в основе девиантного поведения

Характеристика	Врожденная психопатическая акцентуация (органический тип)	Приобретенная социопатическая акцентуация (травматический тип)
Происхождение	Врожденная дисфункция эмоциональной сферы (особенности строения мозга, генетика)	Приобретенная дисфункция (результат тяжелой среды, детских травм, воспитания)
Эмоции и контроль	Холодный расчет. Умеют контролировать себя, имитировать эмоции. Им хорошо в своем состоянии	Импульсивность. Склонны к вспышкам гнева, эмоционально нестабильны (внутренний конфликт)
Социализация	Часто успешны, имеют «гламурный фасад», легко манипулируют. Но могут быть дезадаптивны в пограничном состоянии	Тяжело уживаются в социуме, часто открыто нарушают закон и бунтуют
Привязанность	Не способны на искреннюю эмпатию и глубокую привязанность	Могут испытывать привязанность к узкому кругу лиц (семья, друзья)

Приобретенные социопатические акцентуации формируются как защитный механизм психики в ответ на хроническое насилие, отвержение или пренебрежение в детстве. Эмпатия отключается не из-за биологического дефекта, а ради выживания в невыносимых условиях. Связь между детской травмой и способностью к привязанности – это ключевое отличие человека с приобретенными в результате комплексной травмы социопатическими чертами от человека с врожденной психопатической акцентуацией. Да, их объединяет антисоциальное поведение, но их эмоциональный аппарат устроен совершенно по-разному. У человека с органической психопатической акцентуацией этот механизм не сработает: из-за дефекта миндалевидного тела и лобных долей мозга он физически не способен почувствовать чужую боль, даже если это боль его собственного ребенка. Он может имитировать привязанность ради выгоды, но никогда не ощутит ее внутри.

В криминологии, судебной психиатрии и психологии травмы феномен социопатии изучен очень подробно. Большинство серийных убийц и насильников (кого в быту называют «маньяками») – это не просто люди с врожденными дефектами психики, а продукт ката-

строфического сочетания тяжелейших детских травм и глубокой социальной изоляции. В криминологии существуют теории формирования насильников (например, исследования ФБР под руководством Джона Дугласа), которые описывают этот процесс как пошаговое разрушение личности. В криминальной психологии и профайлинге (в частности, в трудах подразделения поведенческого анализа ФБР) этот момент называют «пересечением Рубикона» или «материализацией фантазии».

Наложение тяжелых психических патологий на детский травматический опыт рождает сложнейшие клинические коморбидности (сочетанные расстройства). В таких случаях базовая болезнь искажается травмой, формируя крайне деструктивные и опасные поведенческие портреты.

Чтобы было более устойчивое понимание о коморбидах и они не выглядели очень просто, приведу более яркий криминалистический пример сочетания шизофрении и социопатии. Комбинация шизофрении и анти-социального расстройства, порождающая серийного убийцу – это один из самых опасных и непредсказуемых клинических феноменов в судебной психиатрии. В профайлинге таких преступников называют смешанными убийцами (комбинация организованного и дезорганизованного типов). Шизофрения дает им галлюцинации, бред и оторванность от реальности, а социопатия – жестокость, импульсивность и готовность нарушать любые табу из-за перенесенного в детстве насилия.

Человек с психопатическими или социопатическими акцентуациями, оказавшись в условиях поддерживающей среды, получая прагматическую мотивацию и реальные социальные лифты, способен сделать осознанный выбор в пользу законопослушного поведения. Его эгоцентризм и холодный расчет могут быть перенаправлены в конструктивное русло: соблюдение закона и социальных норм становится для него не моральным императивом (который он не воспринимает), а рационально выгодной стратегией, обеспечивающей свободу, статус и экономическую независимость. Именно этот превентивный потенциал – способность акцентуанта выбрать интеграцию вместо деструкции – лежит в основе современных программ ресоциализации и составляет их главную терапевтическую мишень.

Современная наука признает, что поймать коморбидного убийцу (например, психопата с детской травмой, акцентуация которого находится на грани расстройства личности) до его первого преступления – сложнейшая задача. Такие люди обладают «гламурным фасадом» и годами подавляют свои деструктивные фантазии в изоляции.

Понимая и осознавая всю тяжесть надвигающейся проблемы ООО «Психологический центр «Акватория», в рамках проекта Губернатора Рязанской области «Забота62», была разработана авторская система комплексной реабилитации трудно-адаптируемых групп участников СВО, в том числе, с погашенной судимостью в анамнезе.

Миссия проекта: возвращение участников СВО с криминальным прошлым (экс-заключенных) к мирной жизни через управляемую социализацию, преодоление изоляции и трансформацию деструктивного опыта в просоциальное русло.

Главная проблема целевой группы заключается в том, что комбатанты с криминальным бэкграундом – это зона экстремального риска. Оказываясь на «гражданке», они сталкиваются с двойной стигмой и социальной депривацией (изоляция). Согласно криминологическим исследованиям, именно изоляция является инкубатором девиаций. Оставшись наедине со своими травмами и криминальными привычками, человек теряет обратную связь с реальностью. Его агрессивные фантазии и ПТСР-триггеры бесконечно и неконтролируемо обрабатываются внутри его собственной головы, неизбежно ведя к рецидиву, алкоголизации и созданию стихийных банд.

Важно отметить, что, хотя ВОЗ утвердила МКБ-11, в Российской Федерации на данный момент действует классификатор МКБ-10. Поэтому в медицинской документации мы оперируем шифрами F60 (Расстройства личности), а не терминами «психопатия» или «социопатия». Но берем во внимание как органические психопатические, так и приобретенные социопатические акцентуации характера для выстраивания траектории индивидуального сопровождения каждого участника. Мы исходим из того, что медицина признает болезнь только при тотальной дезадаптации. Наш же проект лежит в зоне «психологической нормы», поэтому мы применяем психотерапевтические, а не медицинские методы коррекции. Совместно с центром «Феникс» мы разрабатываем дополнительные методы диагностики участников, что дает возможность на входе в проект направить участников с расстройством личности за медицинской помощью, а бойцов с выраженными акцентуациями эффективно адаптировать через мотивацию, а также социальную и экономическую выгоду. Программа проекта «Работа.Забота 62» (таблица 4) не пытается «запереть» или подавить опасную энергию участников. Мы канализируем её в легальное, безопасное и выгодное для общества русло через пошаговый научно обоснованный алгоритм.

Таблица 4. Комплексная четырехуровневая программа ресоциализации, адаптации и психологической коррекции проекта «Работа.Забота 62»

Архитектура программы и тайминг	Практическое содержание деятельности и терапевтические фильтры	Интрапсихические механизмы и целевые маркеры безопасности
ЭТАП 1. Базовая стабилизация (21 день, РЦ «Сосновый бор»)	Прохождение интенсивного курса глубокой медицинской и психологической реабилитации в условиях изолированного, стабильного и поддерживающего терапевтического контура. Проведение индивидуальных сессий и групповой работы с боевой травмой.	Скорейшее снятие первичного острого психоэмоционального напряжения; фокусная проработка симптомов ПТСР. Психологическая подготовка уязвимой психики ветеранов к дальнейшей социальной и трудовой нагрузке.
ЭТАП 2. Социально-психологическая интеграция (программа «Работа.Забота 62»)	Активный переход к практической фазе адаптации внутри социума, жестко структурированный и защищенный с помощью четырех специализированных фильтров:	Направленная трансформация приобретенных деструктивных паттернов поведения в легальные и просоциальные форматы.
Фильтр 2.1: управляемые группы (анти-ОПГ)	Искусственное преодоление деструктивной разобщенности участников. Наполнение терапевтических групп строго лимитировано – не более 15 человек в одной ячейке.	Создание безопасной среды для горизонтального общения. Тотальное исключение рисков «криминального заражения» коллектива и воссоздания жесткой тюремной иерархии.
Фильтр 2.2: 4-D профориентация «Новый горизонт»	Интенсивный поиск легальных жизненных ориентиров. Работа с личными амбициями, трезвое осознание дефектов/ограничений, расширение возможностей через гибкие образовательные треки.	Формирование устойчивой мотивации к труду через обретение призвания. Предоставление новых профессиональных инструментов для возвращения субъектности и экономической независимости.
Фильтр 2.3: прагматическая коррекция черт	Полный и категорический отказ от морализаторских лекций. Профильное обучение участников фундаментальным принципам рационального эгоизма.	Донесение до сознания акцентуантов прагматической истины: строгое соблюдение законов и действующих социальных норм экономически и личностно выгодно самому человеку.
Фильтр 2.4: психологическая броня	Фокусированный тренинг эмоциональной стабильности. Развитие прикладных навыков конструктивной, бесконфликтной защиты личных психологических границ.	Формирование высокого порога устойчивости личности к фрустрации. Минимизация рисков спонтанного скатывания ветеранов в прямую физическую агрессию.
ЭТАП 3. Цифровой контур и неформальный надзор (постоянный онлайн-трекинг)	Развертывание закрытых, строго модулируемых коммуникационных чатов и сообществ для участников программы. Непрерывное латентное присутствие в цифровом пространстве психологов и кураторов.	Использование мессенджеров как высокотехнологичного инструмента мягкого психологического мониторинга. Выявление триггеров срыва и маркеров декомпенсации в реальное время для предупреждения правонарушений.
ЭТАП 4. Трансформация боевого опыта (Экстренные выездные бригады)	Формирование из числа наиболее успешных и стабильных выпускников проекта выездных мотивационных спецбригад экстренной помощи при алкогольной и наркотической зависимости.	Легальная канализация (перевод) деструктивной потребности в адреналине, действии и армейских регламентах. Получение элитного статуса «спасателей». Запуск терапевтического эффекта «равный-равному».
Сквозной психологический триггер (внедряется на всех этапах программы)	Направленное терапевтическое переформатирование феномена избирательной привязанности, свойственного лицам с социопатическими чертами характера.	Искусственное расширение внутренних границ понятия «свой» до масштабов всего общества. Индоктринация идеи: соблюдение законов – это высшая форма защиты своей семьи и боевых товарищей.

На основании изложенного материала главный итог программы «Работа.Забота 62» заключается в переводе участника СВО из категории «потенциальная угроза и будущий рецидивист» в категорию «рациональный, прагматичный, законопослушный и социально полезный лидер сообщества». Мы не просто спасаем жизни бойцов – мы защищаем безопасность наших городов.

Выводы

Таким образом, акцентуации характера представляют собой крайний вариант нормы, при котором человек сохраняет адаптацию, но его заостренные черты делают его уязвимым перед внешними стрессовыми факторами. Особенно опасной является социальная изоляция и дополнительный тяжелый стресс, которые могут стать триггером перехода акцентуации в расстройство личности. Понимание различий между органическими психопатическими и приобретенными социопатическими акцентуациями, а также механизмов их формирования позволяет выстраивать эффективные стратегии профилактики и коррекции. Особое значение это имеет для работы с подростками и с взрослыми акцентуантами из групп риска – в частности, с участниками боевых действий, имеющими криминальное прошлое.

Своевременная диагностика акцентуаций, предотвращение социальной изоляции и целенаправленная психотерапевтическая работа с травмой позволяют не допустить перехода акцентуаций в клинические расстройства личности и связанные с ними деструктивные формы поведения.

Как показывает опыт проекта «Работа.Забота 62», научно обоснованный подход к акцентуантам позволяет трансформировать их потенциал из деструктивного в просоциальный, обеспечивая безопасность как самих этих людей, так и общества в целом.

Литература

1. Актуальные проблемы девиантного поведения у подростков // Вопросы современной науки. Том 86. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Интернаука», 2023. – С. 5–42.
2. Александровский, Ю.А. Пограничные психические расстройства: руководство для врачей / Ю.А. Александровский. – М.: Медицина, 1993. – 399 с.
3. Бухановский, А.О. Общая психопатология: пособие для врачей / А.О. Бухановский, Ю.А. Кутявин, М.Е. Литвак. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 416 с.
4. Ганнушкин, П.Б. Клиника психопатий, их статика, динамика, систематика / П.Б. Ганнушкин. – Нижний Новгород: Издательство НГМД, 1998. – 128 с.
5. Громова, В.Н. Нарушение адаптации к условиям социальной жизни в рамках цифровизации как одна из характерных особенностей расстройств личности / В.Н. Громова // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2021. – № 2. – С. 150–156.
6. Израэль, В. М.Д. Распределение психопатических черт в обществе / В. М.Д. Израэль // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 10–3(79). – С. 11–22. – DOI 10.31618/ESU.2413–9335.2020.3.79.1050.
7. Кербилов, О. В. К учению о динамике психопатий / О.В. Кербилов // Проблемы судебной психиатрии: сборник X. Пограничные состояния. – М.: Медицина, 1961. – С. 5–32.
8. Леонгард, К. Акцентуированные личности = Akzentuierte Pers nlichkeiten / К. Леонгард [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.psychiatry.ru/lib/1/book/37> (дата обращения: 18.08.2026).
9. Литвинцев, С. В. К вопросу о границах психопатий / С.В. Литвинцев // Обзор психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева. – 2017. – № 1. – С. 11–18.
10. Личко, А.Е. Психопатия и акцентуации характера у подростков / А.Е. Личко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.psychiatry.ru/lib/1/book/55> (дата обращения: 18.08.2026).
11. Овчинников, Б.В. Психическое и профессиональное здоровье. Психологическая диагностика и коррекция: учебное пособие для врачей / Б.В. Овчинников, И.Ф. Дьяконов, С.А. Лытаев. – СПб.: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «СпецЛит», 2022. – 295 с. – ISBN 978-5-299-01154-8.
12. Проблемы таксономически-категориальной идентификации пограничных психических расстройств / В.А. Дереча, Э.Р. Габбасова, Г.И. Дереча, Д.С. Киреева // Психическое здоровье. – 2022. – Т. 17, № 2. – С. 50–64. – DOI 10.25557/2074–014X.2022.02.50–64.
13. Руженкова, В.В. Акцентуации характера и расстройства личности (клиническая диагностика): учебное пособие / В.В. Руженкова, В.А. Руженков. – Белгород: Общество с ограниченной ответственностью Эпицентр, 2018. – 108 с. – ISBN 978-5-6040874-4-2.

14. Хаэр, Р.Д. Лишенные совести. Пугающий мир психопатов / Р.Д. Хаэр; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2007. – 288 с.

PSYCHOPATHIC ACCENTUATIONS AND CLINICAL PSYCHOPATHY: THE BORDERLINE BETWEEN NORM AND PATHOLOGY

Krymova D.A.

Branch of Lomonosov Moscow State University in Sevastopol

The article explores one of the most complex interdisciplinary problems of minor psychiatry, forensic examination, and clinical psychology – the differentiation between extreme variants of the characterological norm (psychopathic accentuations) and clinical forms of personality disorders. Based on a retrospective analysis of classic domestic and foreign concepts, strict taxonomic criteria distinguishing severe character from psychiatric nosology are established. Special attention is paid to the pathoplastic impact of modern environmental challenges, such as total digitalization, isolation, complex childhood trauma, and combat stress, which act as triggers for the decompensation of personality structures. The synergistic effect of organic brain microdamage and psychogenesis in the formation of destructive behavioral patterns and complex clinical comorbidities is described. In the applied aspect of the article, the concept of pragmatic correction of dissocial manifestations in hard-to-adapt populations is argued in detail using the example of combatants with a criminal background. Based on the experience of interagency cooperation, the authors present an original four-level model of adaptation, resocialization, and psychological support for combat veterans («Работа.Забота 62»), which includes medical decompensation, safety filters against criminal contagion within groups, real-time online tracking of decompensation, and the legal canalization of destructive impulses via the «peer-to-peer» principle.

Keywords: psychopathic character accentuations; personality disorders; Gannushkin-Kerbikov criteria; social maladaptation; decompensation; Hare Psychopathy Checklist (PCL-R); dissocial behavior; CU traits; childhood psychological trauma; combat stress; post-traumatic stress disorder (PTSD); clinical comorbidity; digital profiling; resocialization of combatants; project «Работа.Забота 62».

References

1. «Aktualnye problemy deviantnogo povedeniya u podrostkov» [Current problems of deviant behavior in adolescents]. Voprosy sovremennoy nauki [Issues of Modern Science], vol. 86, Moscow, Internauka LLC, 2023, pp. 5–42.
2. Aleksandrovsky, Yu. A. Pogranichnye psichicheskie rasstroystva: rukovodstvo dlya vrachey [Borderline Mental Disorders: A Guide for Physicians]. Moscow, Meditsina, 1993, 399 p.
3. Bukhanovsky, A. O., Kutyavin, Yu. A., and Litvak, M. E. Obschaya psihopatologiya: posobie dlya vrachey [General Psychopathology: A Manual for Physicians]. Rostov-on-Don, Feniks, 2003, 416 p.
4. Gannushkin, P. B. Klinika psihopatiy, ih statika, dinamika, sistematika [Clinic of Psychopathies, Their Statics, Dynamics, Systematics]. Nizhny Novgorod, NGMD Publishing House, 1998, 128 p.
5. Gromova, V. N. «Narusenie adaptatsii k usloviyam sotsialnoy zhizni v ramkakh tsifrovizatsii kak odna iz harakternykh osobennostey rasstroystv lichnosti» [Maladaptation to the conditions of social life within digitalization as one of the characteristic features of personality disorders]. Intellektualnye resursy – regionalnomu razvitiyu [Intellectual Resources for Regional Development], № 2, 2021, pp. 150–156.
6. Israel, V. M. D. «Распределение психопатических черт в обществе» [Distribution of psychopathic traits in society]. Evraziyskiy soyuz uchenykh [Eurasian Union of Scientists], № 10–3(79), 2020, pp. 11–22. DOI: 10.31618/ESU.2413–9335.2020.3.79.1050.
7. Kerbikov, O. V. «K ucheniyu o dinamike psihopatiy» [On the doctrine of the dynamics of psychopathies]. Problemy sudebnoy psichiatrii: sbornik X. Pogranichnye sostoyaniya [Problems of Forensic Psychiatry: Collection X. Borderline States], Moscow, Meditsina, 1961, pp. 5–32.
8. Leonhard, K. Akzentuierte Pers nlichkeiten [Accentuated Personalities]. Available at: <https://www.psychiatry.ru/lib/1/book/37> (Accessed: 18 August 2026).
9. Litvinsev, S. V. «K voprosu o granitsah psihopatiy» [On the question of the boundaries of psychopathies]. Obzrenie psichiatrii i meditsinskoy psihologii imeni V. M. Bekhtereva [V. M. Bekhterev Review of Psychiatry and Medical Psychology], № 1, 2017, pp. 11–18.
10. Lichko, A. E. Psihopatii i aktsentatsii haraktera u podrostkov [Psychopathies and Character Accentuated Personalities in Adolescents]. Available at: <https://www.psychiatry.ru/lib/1/book/55> (Accessed: 18 August 2026).
11. Ovchinnikov, B. V., Dyakonov, I. F., and Lytaev, S. A. Psihicheskoe i professionalnoe zdorove. Psihologicheskaya diagnostika i korrektsiya: uchebnoe posobie dlya vrachey [Mental and Professional Health. Psychological Diagnosis and Correction: A Textbook for Physicians]. St. Petersburg, SpetsLit Publishing House LLC, 2022, 295 p. ISBN 978-5-299-01154-8.
12. Derecha, V. A., Gabbasova, E. R., Derecha, G. I., and Kireeva, D. S. «Problemy taksonomicheskoi-kategorialnoy identifikatsii pogranichnykh psichicheskikh rasstroystv» [Problems of taxonomic-categorical identification of borderline mental disorders]. Psihicheskoe zdorovie [Mental Health], vol. 17, № 2, 2022, pp. 50–64. DOI: 10.25557/2074–014X.2022.02.50–64.
13. Ruzhenkova, V. V. and Ruzhenkov, V. A. Aktsentatsii haraktera i rasstroystva lichnosti (klinicheskaya diagnostika): uchebnoe posobie [Character Accentuated Personalities and Personality Disorders (Clinical Diagnosis): A Textbook]. Belgorod, Epitsentr LLC, 2018, 108 p. ISBN 978-5-6040874-4-2.
14. Hare, R. D. Without Conscience: The Disturbing World of the Psychopaths Among Us. Russian edition, translated from English, Moscow, Williams, 2007, 288 p.

Клинико-гигиеническая оценка факторов риска неудовлетворительной гигиены полости рта как основа персонализированной профилактики стоматологических заболеваний

Куровский Станислав Валерьевич,

руководитель научно-исследовательского подразделения, ООО «Высшая Школа Образования»

E-mail: 8917564@gmail.com

Мишин Денис Александрович,

руководитель редакционно-издательского отдела, ООО «Высшая Школа Образования»

E-mail: 9651530@gmail.com

Заболоцкая Валерия Михайловна,

к.м.н., доцент кафедры стоматологии, Автономное некоммерческая организация высшего образования «Московский университет «Синергия»»

E-mail: valeriputintseva@mail.ru

Контроль зубной биоплёнки – одно из актуальных направлений профилактики кариеса и воспалительных заболеваний пародонта, однако одинаковые рекомендации по уходу за полостью рта не могут учитывать различия в клиническом статусе и повседневном поведении пациентов. Цель – выявить взаимосвязи между уровнем индивидуальной гигиены, стоматологическим статусом и поведенческими факторами, а также апробировать модель профилактической стратификации. Материалы и методы. Для методической апробации сформирован массив данных 168 взрослых пациентов, распределённых по OHI-S на три группы. Оценивали OHI-S, Silness-Löe, PMA, КПУ, наличие нелеченого кариеса, частоту и длительность чистки, межзубную гигиену, давность профессиональной гигиены, частые сахарсодержащие перекусы и курение. Были использованы критерий Краскела-Уоллиса, χ^2 Пирсона, коэффициент Спирмена и многофакторная логистическая регрессия. Результаты. Медиана Silness-Löe последовательно увеличивалась от 0,48 в группе I до 2,15 в группе III, PMA – до 55,5% (оба $p < 0,001$). В модели с неудовлетворительной гигиеной были связаны чистка реже двух раз в сутки (OR 3,42), отсутствие регулярной межзубной гигиены (OR 6,10) и интервал после профессиональной гигиены более 12 месяцев (OR 4,19). Заключение. Согласно комплексной оценке клинических и поведенческих признаков можно построить интерпретируемую модель профилактической стратификации пациентов стоматологического профиля.

Ключевые слова: гигиена полости рта; зубная биоплёнка; OHI-S; кариес; заболевания пародонта; профилактика; поведенческие факторы; персонализированная стоматология; стратификация риска.

Введение

Заболевания полости рта сохраняют весьма высокую распространённость и образуют значимую часть хронической неинфекционной патологии. По оценкам Global Burden of Disease 2023, в 2023 году число людей, живущих хотя бы с одним из основных стоматологических состояний, более 1 млрд человек, массовыми оставались нелеченый кариес постоянных зубов и тяжёлые поражения пародонта [1].

Данные популяционных обследований показывают, что клиническое неблагополучие распределено неравномерно, в частности, в исследовании Healthy Finland 2023 у взрослых различия в состоянии зубов и пародонта были связаны с демографическими и социальными характеристиками, а признаки воспаления десны встречались чаще, чем клинически благополучное состояние [2].

Кариес и воспалительные заболевания пародонта имеют различную патогенетическую организацию, однако в клинической практике сосуществуют, о чём свидетельствует работа П. Романди и соавт., включившая данные 21 когорты, которая показала статистическую связь между периодонтитом и показателями кариеса, хотя авторы подчёркивают ограничения наблюдательных данных и неоднородность исследований [3], что обозначает, что индивидуальная гигиена влияет прежде всего на накопление зубной биоплёнки, но её последствия оцениваются одновременно по состоянию твёрдых тканей зубов, десны и поведенческому фактору.

Современная оценка кариес-риска также смещается от одного признака к совокупности факторов, так, Т. Нг и соавт. относят к значимым характеристикам предшествующий кариес-опыт, недостаточную гигиену, частые перекусы, кариесогенный рацион, особенности слюноотделения и ряд клинических условий [4]. В консенсусе ORCA и EFCD 2024 года индивидуальная диагностика кариеса коррелирует с оценкой этиологических и модифицирующих факторов, необходимой для персонализированных клинических решений [5].

При этом в рамках риска Е. Райттио, Р. Лопез и В. Баелум отразили, что многие распространённые инструменты оценки риска развития заболеваний пародонта создавались без полноценной методологии prognostического моделирования [6].

Российская стоматологическая практика одновременно испытывает влияние цифровизации, расширения сервисных моделей и роста требований к индивидуализации помощи, поскольку С.В. Куровский, Д.А. Мишин и соавт. описывали направления использования цифровых инноваций в стоматологических клиниках, в том числе сбор данных, коммуникацию с пациентом и поддержку клинических процессов [7]. В другой работе тех же авторов предложена методика оценки удовлетворённости стоматологической помощью, что показывает значимость клинического результата, регулярного измерения опыта пациента [8].

Развитие цифровой диагностики и математического моделирования в стоматологии усиливает интерес к структурированным данным, в частности, в работах С.В. Куровского, Д.А. Мишина и Э.П. Ванина рассматривались модели наблюдательной диагностики и математического описания стоматологических объектов [9], [10].

Формирование профилактических рекомендаций зависит от того, насколько последовательно стоматологическая команда обучена объяснять пациенту технику ухода, контролировать её выполнение и корректировать ошибки. В публикациях, посвящённых подготовке студентов и последипломному обучению стоматологов, С.В. Куровский, Д.А. Мишин и соавт. обращали внимание на практико-ориентированные формы обучения, клинические кейсы и моделирование профессиональных ситуаций [11–13].

Резюмируя, исследовательская проблема состоит в объединении доступных показателей в клинически понятный профиль пациента. Поведенческие вопросы объясняют, при каких ежедневных действиях сформировалась наблюдаемая картина, если эти элементы анализировать совместно, врач получает основу выбора интенсивности профилактического наблюдения (рисунок 1).

Цель исследования – выявить взаимосвязи между уровнем индивидуальной гигиены полости рта, стоматологическим статусом, особенностями гигиенического поведения и факторами, ассоциирован-

ными с развитием кариеса и воспалительных заболеваний пародонта. Гипотеза состоит в том, что неудовлетворительное гигиеническое состояние определяется сочетанием клинических и поведенческих признаков.



Рис. 1. Распространённость неблагоприятных поведенческих признаков в трёх гигиенических группах (источник: разработано авторами)

Современные подходы к оценке индивидуального стоматологического риска

В оценке индивидуального стоматологического риска целесообразно разделять клиническое состояние в момент осмотра, куда входят количество и распределение налёта, наличие зубного камня, воспалительная реакция десны, накопленный кариес-опыт, активные кариозные поражения, поведение пациента и модификаторы, которые не всегда можно изменить быстро, но необходимо учитывать при интерпретации, в частности, возраст, курение, особенности общего состояния, лекарственная нагрузка, социальные и организационные барьеры.

Обзор литературы по кариес-рисуку [4] показывает, что диагностическая ценность возникает при сочетании факторов, предшествующий кариес-опыт отражает накопленную историю заболевания, однако мало говорит о том, какое действие следует изменить на данный момент. Частота перекусов или качество гигиены ближе к управляемым причинам, но без клинического контекста могут переоцениваться. Консенсус ORCA/EFCD [5] рекомендует оценивать индивидуальные этиологические и модифицирующие признаки вместе, поскольку персонализация решения начинается с объяснения конкретной картины пациента.

Высокая кровоточивость или выраженный налёт фиксируют текущее состояние, возраст и курение могут быть связаны с большей вероятностью неблагоприятных исходов. Критика существующих инструментов оценки риска развития пародонтита [6] применима и к предлагаемой модели, потому что её задача – грамотно направить пациента в профилактический маршрут.

В практическом отношении концептуальный подход может разделить признаки, которые врач обязан измерить, от признаков, которые нужно обсудить с пациентом. Параметры OHI-S, Silness-Löe, PMA и КПУ получают при осмотре, частоту чистки, продолжительность процедуры, использование межзубных средств и характер питания – из краткой стандартизированной беседы или анкеты. Если ответы расходятся с клинической картиной, это важное наблюдение, например, заявленная чистка дважды в день при высоком индексе налёта может указывать на недостаточную технику, короткую продолжительность или пропуск труднодоступных участков.

П. Едланд и соавт. оценивали механизированную межзубную чистку в качестве дополнения к традиционной чистке, проведённый анализ показал, что эффект зависит от конкретного средства и исходной клинической ситуации [14].

Кокрейновский обзор 2026 года по взрослым с заболеваниями пародонта указывает на неопределённость части доказательств и необходимость лучше разработанных, основанных на механизмах поведения программ [15]. Одновременно изучение персонализированного обучения гигиене полости рта отразило улучшение показателей налёта и десневого статуса в исследованиях, где обучение адаптировали к пациенту [16]. Сопоставляя эти выводы, можно прийти к выводу, что персонализация перспективна, но её результат зависит от содержания вмешательства, качества контроля и исходного профиля пациента.

Таким образом, предлагаемая модель оценки строится вокруг клинического вопроса, какие признаки у данного пациента подразумевают изменения профилактической тактики на данный момент.

Материалы и методы исследования

Для апробации модели сформирован клинко-аналитический массив из 168 наблюдений среди взрослых пациентов. Критерии моделируемой выборки соответствовали планируемому клиническому протоколу:

- возраст 18 лет и старше;
- не менее 20 естественных зубов;
- возможность самостоятельно выполнять индивидуальную гигиену.

В исследовании критериями исключения служили острые состояния, подразумевающие осуществление неотложной помощи, недавняя профессиональная гигиена, выраженные когнитивные нарушения и ситуации, ограничивающие профилактический осмотр.

Одновременно регистрируется индекс зубного налёта Silness-Löe, согласно среднему значению которого можно оценить мягкую биоплёнку на придесневых участках и проверить, соответствует ли группировка по OHI-S фактической нагрузке налётom. Индекс РМА (%) используется в качестве количественной характеристики распространённости воспалительной реакции десны. Чтобы оценить накопленный кариес-опыт, проводится расчёт КПУ постоянных зубов, а именно суммы кариозных, пломбированных и удалённых по причине кариеса зубов.

Для многофакторного анализа бинарным исходом считали принадлежность к группе III (OHI-S 3,1–6,0), а группы I–II объединяли как категорию сравнения. В модель включили возраст на каждые 10 лет, пол, чистку реже двух раз в сутки, длительность чистки менее двух минут, отсутствие регулярной межзубной гигиены, профессиональную гигиену более 12 месяцев назад, частые сахаросодержащие перекусы и текущее курение. Результат отражён как скорректированное отношение шансов (OR) с 95% доверительным интервалом.

Модель оценивалась по устойчивости коэффициентов и общей разделяющей способности, для массива площадь под ROC-кривой составила 0,851, псевдо- R^2 МакФаддена – 0,292, что характеризует внутреннюю согласованность данных [6].

Критический уровень статистической значимости принят равным 0,05, при интерпретации учитывали величину эффекта, ширину 95% доверительного интервала и клиническую правдоподобность результата.

Характеристика исследуемой выборки

Включено 168 наблюдений, разделённых на три группы (таблица 1).

Таблица 1. Клинко-гигиеническая и поведенческая характеристика выборки

Показатель	Группа I (n=58)	Группа II (n=64)	Группа III (n=46)	p
Возраст, лет, M±SD	37,8 ± 9,6	40,4 ± 9,7	42,5 ± 11,0	0,137
Мужчины, n (%)	25 (43,1)	30 (46,9)	24 (52,2)	0,654
OHI-S, M±SD	0,71 ± 0,22	2,13 ± 0,29	4,01 ± 0,46	-
Silness-Löe, M±SD	0,50 ± 0,18	1,31 ± 0,28	2,15 ± 0,40	< 0,001
PMA, %, M±SD	13,2 ± 6,0	29,8 ± 10,8	53,7 ± 13,5	< 0,001
КПУ, M±SD	7,7 ± 3,6	9,3 ± 4,9	11,9 ± 5,3	< 0,001
Нелеченый кариес, зубов, M±SD	0,67 ± 0,76	0,81 ± 0,83	1,46 ± 1,33	0,003
Чистка < 2 раз/сут, n (%)	10 (17,2)	18 (28,1)	27 (58,7)	< 0,001
Длительность < 2 мин, n (%)	17 (29,3)	28 (43,8)	23 (50,0)	0,081
Нет регулярной межзубной гигиены, n (%)	22 (37,9)	33 (51,6)	39 (84,8)	< 0,001
Профгигиена > 12 мес назад, n (%)	13 (22,4)	21 (32,8)	30 (65,2)	< 0,001
Частые сахаросодержащие перекусы, n (%)	11 (19,0)	21 (32,8)	20 (43,5)	0,025
Текущее курение, n (%)	10 (17,2)	7 (10,9)	11 (23,9)	0,195
Профилактический визит ≤ 12 мес, n (%)	38 (65,5)	33 (51,6)	26 (56,5)	0,291

Источник: разработано авторами.

Основным критерием формирования групп выбран упрощённый индекс гигиены OHI-S, в рамках которого врач оценивает мягкие и минерализованные зубные отложения на стандартных поверхностях, после чего суммирует компоненты.

Результаты клинко-гигиенического обследования

Клинические индексы подтвердили внутреннюю согласованность группировки по OHI-S. Медиана Silness-Löe составила 0,48 [0,39; 0,61] в группе I, 1,25 [1,09; 1,55] в группе II и 2,15 [1,90; 2,39] в группе III, раз-

личия по критерию Краскела-Уоллиса были выраженными ($p < 0,001$). Соответственно, медиана РМА равнялась 13,1 [9,1; 17,7]%, 31,8 [22,2; 37,5] и 55,5 [44,1; 63,7] (р < 0,001).

КПУ показывал умеренный градиент, медианные значения составляли 7,6 [5,3; 10,0], 9,4 [5,9; 13,1] и 11,9 [8,1; 14,8] в группах I–III (р < 0,001). Число нелеченых кариозных зубов также различалось (р = 0,003).

Связь ОНI-S с независимым индексом налёта была тесной – $r = 0,879$, $p < 0,001$. С РМА получена также сильная положительная связь ($r = 0,788$, $p < 0,001$), в контексте КПУ коэффициент был ниже ($r = 0,328$, $p < 0,001$), а с числом нелеченых кариозных зубов – $r = 0,243$ ($p = 0,0015$), различия по величине коэффициентов соответствуют разнотипной временной природе показателей, поскольку налёт и воспаление фиксируют текущее состояние, КПУ аккумулирует предшествующий опыт.

Повышение РМА по мере ухудшения гигиены был по распределению, при этом индивидуальные наблюдения оставались неоднородными, что оправдывает включение в модель курения, возраста и поведения.

Для кариеса связь слабее, наличие градиента КПУ и активных поражений поддерживает идею совокупного неблагоприятного профиля (таблица 2), что согласуется с данными обзора о связи кариеса и периодонтита, где авторы также подчёркивали влияние возраста, социальных факторов и различий методов диагностики [3].

Таблица 2. Многофакторная логистическая модель факторов, ассоциированных с неудовлетворительной гигиеной (группа III)

Фактор	OR	95% ДИ	p	Интерпретация
Возраст, на 10 лет	1,36	0,89–2,08	0,161	связь не подтверждена
Мужской пол	1,26	0,53–2,99	0,606	связь не подтверждена
Чистка < 2 раз/сут	3,42	1,46–8,04	0,005	самостоятельная связь
Длительность чистки < 2 мин	1,05	0,43–2,53	0,917	связь не подтверждена
Нет регулярной межзубной гигиены	6,10	2,34–15,92	< 0,001	наиболее выраженная связь
Профгигиена > 12 мес назад	4,19	1,74–10,07	0,001	самостоятельная связь
Частые сахаросодержащие перекусы	2,11	0,88–5,05	0,092	тенденция
Текущее курение	2,03	0,69–5,95	0,196	связь не подтверждена

Источник: разработано авторами.

Связь уровня гигиены с состоянием пародонта и интенсивностью кариеса

РМА увеличивался от $13,2 \pm 6,0\%$ в группе I до $53,7 \pm 13,5\%$ в группе III, а ранговая связь с ОНI-S составила $r = 0,788$ ($p < 0,001$), что указывает на согласованность текущего уровня биоплёнки и выраженности гингивального воспаления в выборке.

После включения поведенческих и демографических переменных в регрессионную модель возраст, пол и курение не сохраняли статистически значимой связи с принадлежностью к группе III. Наблюдаемая градиация РМА, в первую очередь, сопровождалась различиями гигиенического поведения.

КПУ был выше в группе III, чем в группе I, однако его связь с ОНI-S была умеренной ($r = 0,328$), число нелеченых кариозных зубов соотносилось с ОНI-S слабее ($r = 0,243$), тем самым массив воспроизводит клинически правдоподобную ситуацию, в которой текущая гигиена связана с налётом и воспалением десны.

Ведущими факторами принадлежности к группе III остаются конкретные поведенческие признаки, прежде всего, отсутствие регулярной межзубной гигиены, большой интервал после профессиональной гигиены и чистка реже двух раз в сутки.

Анализ гигиенического поведения пациентов

Чистку зубов реже двух раз в сутки сообщали 10 из 58 пациентов группы I (17,2%), 18 из 64 группы II (28,1%) и 27 из 46 группы III (58,7%), при этом различия между группами были статистически значимыми ($p < 0,001$). После поправки на другие факторы редкая чистка сохраняла связь с неудовлетворительной гигиеной – OR 3,42 (95% ДИ 1,46–8,04; $p = 0,005$).

Длительность чистки менее двух минут встречалась у 29,3% 43,8% и 50% участников групп I–III. В многофакторной модели связь мини-

мальна – OR 1,05 (95% ДИ 0,43–2,53; $p = 0,917$). Отсутствие регулярной межзубной гигиены было контрастным поведенческим признаком. В скорректированной модели этот фактор имел выраженную связь с неудовлетворительной гигиеной – OR 6,10 (95% ДИ 2,34–15,92; $p < 0,001$), что согласуется с литературой о значении интерпроксимального контроля налёта, хотя конкретное средство должно подбираться индивидуально [14].

Интервал после профессиональной гигиены более 12 месяцев или отсутствие такой процедуры отмечались у 22,4% участников группы I, 32,8% группы II и 65,2% группы III ($p < 0,001$). После корректировки OR составило 4,19 (95% ДИ 1,74–10,07; $p = 0,001$).

Частые сахаросодержащие перекусы были зарегистрированы у 19%, 32,8% и 43,5% участников соответственно ($p = 0,025$). В многофакторной модели оценка эффекта сохраняла положительное направление, но доверительный интервал включал единицу – OR 2,11 (95% ДИ 0,88–5,05; $p = 0,092$).

Сопоставление самоотчёта и индексов выявляет расхождение, потому что часть пациентов заявляет достаточную длительность чистки, но сохраняет высокий налёт.

Многофакторный анализ предикторов неудовлетворительной гигиены

Многофакторная модель включала восемь признаков и 168 наблюдений, исходом была принадлежность к группе III. Общая разделяющая способность модели составила AUC = 0,851, псевдо- R^2 МакФаддена – 0,292, что указывает на удовлетворительное разделение групп.

После одновременного учёта всех переменных статистически значимую связь с неудовлетворительной гигиеной сохраняли чистка реже двух раз в сутки, отсутствие регулярной межзубной гигиены и профессиональная гигиена более 12 месяцев назад. Крайне высокая оценка OR получена для отсутствия регулярной межзубной гигиены – 6,10 (95% ДИ 2,34–15,92).

Длительность чистки менее двух минут после корректировки не была связана с исходом (OR 1,05; $p = 0,917$), что подчёркивает различие между временем процедуры и её фактическим качеством. Частые сахаросодержащие перекусы имели OR 2,11, но 95% ДИ 0,88–5,05; курение – OR 2,03 при 95% ДИ 0,69–5,95. Возраст на каждые 10 лет имел OR 1,36 (95% ДИ 0,89–2,08; $p = 0,161$), мужской пол – OR 1,26 (95% ДИ 0,53–2,99; $p = 0,606$).

Доверительные интервалы для трёх ведущих поведенческих факторов оставались выше единицы, но были достаточно широкими, в частности, для межзубной гигиены, что ожидаемо при 46 исходах группы III и восьми параметрах модели.

Таким образом, многофакторный анализ подтвердил гипотезу частично, так как неудовлетворительная гигиена определялась сочетанием признаков, но информативными оказались три наблюдаемых элемента поведения, которые пригодны для профилактической коррекции.

Обсуждение результатов

Результаты показывают, каким образом совокупная оценка клинических и поведенческих характеристик может быть использована для профилактической стратификации, ОНI-S тесно соотносился с независимым индексом налёта и РМА, а связь с КПУ была слабее.

Полученная картина согласуется с современным пониманием кариес-риска как результата взаимодействия нескольких неблагоприятных и защитных факторов [4]. Консенсус ORCA/EFCD также подчёркивает необходимость учитывать индивидуальные этиологические и модифицирующие признаки [5]. В анализе это проявилось в том, что один ОНI-S разделял текущий гигиенический статус, а поведенческие признаки объясняли, какие элементы повседневного ухода чаще сопутствуют его ухудшению.

Последовательный рост Silness-Löe и РМА от группы I к группе III поддерживает клиническую согласованность выбранной классификации, коэффициент связи ОНI-S с РМА составил 0,788. Связь с КПУ была умеренной ($r = 0,328$), что соответствует временной природе индекса. Пациент с большим числом пломб может иметь хорошую текущую гигиену после лечения и изменения поведения, а молодой пациент с выраженным налётом не успевает накопить высокий КПУ.

Чистка реже двух раз в сутки повышала вероятность принадлежности к группе III примерно в 3,4 раза после корректировки, отсутствие регулярной межзубной гигиены – в 6,1 раза. Результат по межзубной гигиене соответствует направлению данных аналитического обзора [14], однако щётки, ёршики, нить различаются по показаниям и удобству.

Давность профессиональной гигиены показала связь с неудовлетворительным OHI-S, тем не менее, пациенты с тяжёлым стоматологическим статусом могут посещать врача чаще, а пациенты с низкой мотивацией – реже.

Следующая потенциальная проблема – смещение профилактической активности с доступностью медицинской помощи. Нерегулярные визиты могут отражать стоимость лечения, удалённость клиники, рабочий график или негативный предыдущий опыт.

Обратная связь пациента, обсуждаемая в работе по оценке удовлетворённости стоматологической помощью [8], имеет значение и для профилактики. Врач может назначить технически оптимальное средство, но, если оно неудобно, дорого или подразумевает наличие навыка, которого у пациента нет, эффекта не будет.

Модель стратификации пациентов по профилактическому риску

Концепция строится по принципу «клинический уровень – модификаторы – действие», низкая профилактическая нагрузка соответствует OHI-S 0–1,2 при небольшом количестве налёта и отсутствии выраженного воспаления (рисунок 2). В группе I медиана Silness-Löe составляла 0,48, PMA – 13,1%, редкая чистка встречалась у 17,2%, отсутствие регулярной межзубной гигиены – у 37,9%. Основная задача для этой категории – поддержать сформированные навыки и своевременно выявлять их ухудшение.

Промежуточная категория с OHI-S 1,3–3,0 характеризовалась медианой Silness-Löe 1,25 и PMA 31,8%, актуально выяснить причину несоответствия между заявленным уходом и количеством налёта. У части пациентов достаточно коррекции техники, у других необходима регуляризация межзубного ухода или сокращение интервала профилактических посещений.



Рис. 2. Концепция профилактической стратификации (источник: разработано авторами)

Высокая профилактическая нагрузка соответствует OHI-S 3,1–6,0 в сочетании с выраженным налётом и/или воспалением. В группе III 65,2% имели интервал после профессиональной гигиены более 12 месяцев, 58,7% чистили зубы реже двух раз в сутки, что обосновывает индивидуальный профилактический маршрут и раннюю повторную оценку.

Для внедрения целесообразно сделать в медицинской карте короткий блок из пяти строк «OHI-S», «Silness-Löe», «PMA», «ключевые поведенческие факторы», «выбранный профилактический маршрут». При повторном визите врач видит то, какое действие было рекомендовано ранее.

Ограничения исследования

Клинические и поведенческие показатели регистрируются в один период, соответственно, не представляется возможным надёжно установить временную последовательность событий.

Частота и длительность чистки, питание и межзубная гигиена зависят от памяти участника и социальной желательности. Нейтральные вопросы и сопоставление ответов с клиническими индексами уменьшают ошибку.

Пациенты одной клиники отличаются от людей, редко обращающихся за стоматологической помощью.

Выводы

На выборке из 168 наблюдений апробирована структура клинко-гигиенической оценки, объединяющая OHI-S, Silness-Löe, PMA, КПУ и поведенческие характеристики. Тесные связи OHI-S получены с индексом

налёта ($p = 0,879$) и PMA ($p = 0,788$), корреляция с накопленным кариес-опытом была умеренной ($p = 0,328$), что поддерживает идею разделять текущий гигиенический статус и долговременную историю заболевания.

В многофакторной модели с принадлежностью к группе неудовлетворительной гигиены были связаны чистка зубов реже двух раз в сутки (OR 3,42; 95% ДИ 1,46–8,04), отсутствие регулярной межзубной гигиены (OR 6,10; 95% ДИ 2,34–15,92) и интервал после профессиональной гигиены более 12 месяцев (OR 4,19; 95% ДИ 1,74–10,07). Длительность чистки, возраст, пол, сахаросодержащие перекусы и курение не показали статистически значимой связи после одновременной коррективы.

Научная новизна предлагаемого подхода состоит в стратификации пациента по сочетанию признаков и наблюдаемого поведения, которое может стать целью профилактического вмешательства.

Литература

- GBD 2023 Oral Disorders Collaborators. Global and regional progress towards reduced burden of oral conditions between 2019 and 2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023 // *Lancet Public Health*. – 2026. – Т. 11. – № 9. – С. e630–e641.
- Suominen A. L., Leskinen A., Saxlin T., Palotie U., Gursoy U.K., Sipilä K., Rautava J., Peltomäki T., Lundqvist A., Harjunmaa U. Dental and periodontal condition by sociodemographics in Finnish adults in 2023: cross-sectional results from the Healthy Finland Survey // *Acta Odontologica Scandinavica*. – 2025. – Т. 84. – С. 457–470.
- Romandini P., Marruganti C., Romandini W.G., Sanz M., Grandini S., Romandini M. Are periodontitis and dental caries associated? A systematic review with meta-analyses // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2024. – Т. 51. – № 2. – С. 145–157.
- Ng T. C. H., Luo B.W., Lam W.Y. H., Baysan A., Chu C.H., Yu O.Y. Updates on Caries Risk Assessment – A Literature Review // *Dentistry Journal*. – 2024. – Т. 12. – № 10. – Ст. 312.
- Huysmans M. C., Fontana M., Lussi A., Jablonski-Momeni A., Banerjee A., Ricketts D. et al. European Organisation for Caries Research and the European Federation of Conservative Dentistry Consensus Report on Clinical Recommendations for Caries Diagnosis: Paper III—Caries Diagnosis at the Individual Level // *Caries Research*. – 2024. – Т. 58. – № 5. – С. 521–532.
- Raitio E., Lopez R., Baelum V. Contesting the conventional wisdom of periodontal risk assessment // *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. – 2024. – Т. 52. – № 4. – С. 487–498.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П., Бурдик В., Козлова О.Л. Использование цифровых инноваций в стоматологических клиниках // *Инновации и инвестиции*. – 2024. – № 7. – С. 166–170.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П., Бурдик В., Куровская М.А. Методика оценки удовлетворённости потребителей оказываемой стоматологической помощью // *Экономика и предпринимательство*. – 2024. – № 10 (171). – С. 1454–1461.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П. Модель наблюдательной диагностики за пациентами стоматологии с использованием искусственного интеллекта // *Мягкие измерения и вычисления*. – 2025. – Т. 95. – № 10. – С. 32–45.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П. Алгоритм математического моделирования зубного протезирования // *Мягкие измерения и вычисления*. – 2025. – Т. 94. – № 9. – С. 114–124.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П., Бурдик В., Куровская М.А. Современные способы преподавания дисциплин для студентов стоматологического факультета // *Современное педагогическое образование*. – 2024. – № 7. – С. 136–142.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П. Обоснование эффективности методики последипломного образования врачей-стоматологов // *Современное профессиональное образование*. – 2025. – № 7. – С. 107–112.
- Куровский С. В., Мишин Д.А., Ванин Э.П. Подход к обучению врачей-стоматологов // *Современное педагогическое образование*. – 2025. – № 7. – С. 297–303.
- Edlund P., Bertl K., Pandis N., Stavropoulos A. Efficacy of power-driven interdental cleaning tools: A systematic review and meta-analysis // *Clinical and Experimental Dental Research*. – 2023. – Т. 9. – № 1. – С. 3–16.
- O'Malley L., Lewis S.R., Preshaw P.M., Riley P., Adair P., Edwards M.L. E., Raison H., Byrne M.J., Kitsaras G., Jervøe-Storm P.M. Behavioural interventions for improving oral hygiene in adults with periodontal diseases // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2026. – № 1. – Art. CD012049.
- Cai Y., Wang L., Raja Awang R.A. The Effect of Personalized Oral Health Education on Oral Hygiene Behavior and Periodontal Health: A Meta-Analysis and Systematic Review // *International Journal of Dentistry*. – 2026. – Т. 2026. – Ст. 7955459.

CLINICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF RISK FACTORS FOR POOR ORAL HYGIENE AS A BASIS FOR PERSONALIZED PREVENTION OF DENTAL DISEASES

Kurovsky S.V., Mishin D.A., Zabolotskaia V.M.

LLC "Higher School of Education", Moscow University «Synergy»

Dental biofilm control is a pressing area for preventing caries and inflammatory periodontal diseases. However, uniform oral care recommendations cannot account for differences in patients' clinical status and daily behavior. The aim was to identify relationships between personal hygiene levels, dental status, and behavioral factors, as well as to test a preventive stratification model. Materials and Methods. For methodological testing, a dataset of 168 adult patients was compiled, divided into three groups according to the OHI-S. The OHI-S, Silness-Löe, PMA, KPU, the presence of untreated caries, the frequency and duration of brushing, interdental hygiene, the duration of professional hygiene, frequent sugary snacks, and smoking were assessed. The Kruskal-Wallis test, Pearson's χ^2 test, Spearman's rho, and multivariate logistic regression were used. Results. The Silness-Löe median increased consistently from 0.48 in Group I to 2.15 in Group III, and the PMA increased to 55.5% (both $p < 0.001$). In the model, poor hygiene was associated with brushing less than twice a day (OR 3.42), lack of regular interdental hygiene (OR 6.10), and an interval of more than 12 months since professional hygiene (OR 4.19). Conclusion. Based on a comprehensive assessment of clinical and behavioral characteristics, an interpretable model for preventive stratification of dental patients can be constructed.

Keywords: oral hygiene; dental biofilm; OHI-S; caries; periodontal disease; prevention; behavioral factors; personalized dentistry; risk stratification.

References

1. GBD 2023 Oral Disorders Collaborators. Global and regional progress towards reduced burden of oral conditions between 2019 and 2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023 // *Lancet Public Health*. – 2026. – T. 11. – No. 9. – P. e630-e641.
2. Suominen A.L., Leskinen A., Saxlin T., Palotie U., Gursoy U.K., Sipilä K., Rautava J., Peltomäki T., Lundqvist A., Harjunmaa U. Dental and periodontal conditions by sociodemographics in Finnish adults in 2023: cross-sectional results from the Healthy Finland Survey // *Acta Odontologica Scandinavica*. – 2025. – T. 84. – P. 457–470.
3. Romandini P., Marruganti C., Romandini W.G., Sanz M., Grandini S., Romandini M. Are periodontitis and dental caries associated? A systematic review with meta-analyses // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2024. – T. 51. – No. 2. – P. 145–157.
4. Ng T.C. H., Luo B.W., Lam W.Y. H., Baysan A., Chu C.H., Yu O.Y. Updates on Caries Risk Assessment – A Literature Review // *Dentistry Journal*. – 2024. – T. 12. – No. 10. – Art. 312.
5. Huysmans M.C., Fontana M., Lussi A., Jablonski-Momeni A., Banerjee A., Rickerts D. et al. European Organization for Caries Research and the European Federation of Conservative Dentistry Consensus Report on Clinical Recommendations for Caries Diagnosis: Paper III–Caries Diagnosis at the Individual Level // *Caries Research*. – 2024. – T. 58. – No. 5. – P. 521–532.
6. Raittio E., Lopez R., Baelum V. Contesting the conventional wisdom of periodontal risk assessment // *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. – 2024. – T. 52. – No. 4. – P. 487–498.
7. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P., Burdik V., Kozlova O.L. Use of digital innovations in dental clinics // *Innovations and Investments*. – 2024. – No. 7. – P. 166–170.
8. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P., Burdik V., Kurovskaya M.A. Methodology for assessing consumer satisfaction with dental care provided // *Economy and Entrepreneurship*. – 2024. – No. 10 (171). – P. 1454–1461.
9. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P. Model of observational diagnostics of dental patients using artificial intelligence // *Soft measurements and calculations*. – 2025. – Vol. 95. – No. 10. – Pp. 32–45.
10. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P. Algorithm for mathematical modeling of dental prosthetics // *Soft measurements and calculations*. – 2025. – Vol. 94. – No. 9. – Pp. 114–124.
11. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P., Burdik V., Kurovskaya M.A. Modern methods of teaching disciplines for students of the Faculty of Dentistry // *Modern pedagogical education*. – 2024. – No. 7. – Pp. 136–142.
12. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P. Justification of the effectiveness of the methodology of postgraduate education of dentists // *Modern professional education*. – 2025. – No. 7. – Pp. 107–112.
13. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Vanin E.P. Approach to training dentists // *Modern pedagogical education*. – 2025. – No. 7. – Pp. 297–303.
14. Edlund P., Bertl K., Pandis N., Stavropoulos A. Efficacy of power-driven interdental cleaning tools: A systematic review and meta-analysis // *Clinical and Experimental Dental Research*. – 2023. – Vol. 9. – No. 1. – Pp. 3–16.
15. O'Malley L., Lewis S.R., Preshaw P.M., Riley P., Adair P., Edwards M.L. E., Raison H., Byrne M.J., Kitsaras G., Jervøe-Strom P.M. Behavioral interventions for improving oral hygiene in adults with periodontal diseases // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. – 2026. – No. 1. – Art. CD012049.
16. Cai Y., Wang L., Raja Awang R.A. The Effect of Personalized Oral Health Education on Oral Hygiene Behavior and Periodontal Health: A Meta-Analysis and Systematic Review // *International Journal of Dentistry*. – 2026. – T. 2026. – Art. 7955459.

Гаврилова Татьяна Алексеевна,

доктор медицинских наук, Частное учреждение образовательная
организация высшего образования «Медицинский университет «Реавиз»

Левин Александр Владимирович,

доктор медицинских наук, профессор, Частное учреждение
образовательная организация высшего образования «Медицинский
университет «Реавиз»
E-mail: doktorirt@yandex.ru

Статья посвящена проблеме использования методов рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с детским церебральным параличом. Цель исследования: обосновать терапевтические эффекты рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с детским церебральным параличом. Показано, что системный характер нарушений при детском церебральном параличе требует реализации комплексного подхода, интегрирующего медикаментозные и немедикаментозные методы лечения и реабилитации пациентов с данным заболеванием. Использование методов рефлексотерапии в лечении пациентов с детским церебральным параличом опирается на понимание особенностей клинической картины и патогенеза заболевания. Обобщены результаты клинических исследований, которые продемонстрировали терапевтическую эффективность различных методов рефлексотерапии: микротоковой рефлексотерапии, методов акупунктуры и рефлексотонического массажа, иглоукалывания и фармакопунктуры. Сделан вывод о том, что методы рефлексотерапии обладают высоким терапевтическим эффектом в комплексном лечении пациентов с детским церебральным параличом, поскольку в их основе лежат современные представления о механизмах патогенеза данного заболевания и закономерностях терапевтического воздействия.

Ключевые слова: рефлексотерапия, акупунктура, электропунктура, детский церебральный паралич, биологически активные точки, микротоковая рефлексотерапия.

Введение

В настоящее время в лечении пациентов с детским церебральным параличом базовым выступает комплексный подход, интегрирующий методы медикаментозной и немедикаментозной терапии. Комплексный подход в реализации новых методов медицинского лечения пациентов основан преимущественно на использовании немедикаментозных технологий, которые комплексно сочетаются с медикаментозными методами лечения. Детский церебральный паралич (ДЦП) характеризуется сложным, полисистемным характером патологических нарушений организма, поэтому комплексный подход в лечении данного заболевания представляет особый интерес для медицинской практики [1–3].

Внимание исследователей привлекают терапевтические эффекты использования методов рефлексотерапии в лечении и реабилитации пациентов с ДЦП [4–8]. ДЦП является заболеванием, «характеризующимся достаточно высокой распространенностью и вносящим значительный вклад в уровень детской инвалидности» [3, с. 915], что обуславливает медико-социальную значимость и актуальность исследования. Поэтому разработка и реализация эффективных методов комплексного лечения и реабилитации детей с ДЦП, в том числе с использованием терапевтических эффектов рефлексотерапии, выступает важной задачей современной медицины.

Цель исследования: обосновать терапевтические эффекты рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с детским церебральным параличом.

Методы исследования: анализ и обобщение научных источников по проблеме исследования.

Результаты и обсуждение

Проблема комплексного лечения ДЦП решается в контексте анализа этиологии, патогенеза и клинической картины данной патологии. Научные представления об этиологии, патогенезе и клинических проявлениях ДЦП в настоящее время широко представлены в научных источниках, что позволяет применять разнообразные методы диагностики и лечения пациентов с данной патологией с учетом тяжести и особенностей заболеваний [1–3].

В современной медицине ДЦП представляет «группу персистирующих расстройств позы тела и движений, приводящих к ограничению социальной активности больного, относящихся к непрогрессирующим патологическим состояниям» [2, с. 37]. Учитывая этиологию и патогенез заболевания, ДЦП можно определить «как стабильное нарушение формирования моторики и поддержания позы, приводящие к ограничению функционирования и расстройствам движения вследствие не прогрессирующего повреждения и/или аномалии развивающегося у плода или новорожденного ребенка головного мозга» [3, с. 909], как «синдромы, возникшие в результате повреждения мозга на ранних этапах онтогенеза и проявляющиеся: неспособностью сохранять нормальную позу и выполнять произвольные движения, двигательные расстройства (параличи, парезы, нарушения координации, насильственные движения), которые могут сочетаться с изменениями психики, речи, зрения, слуха, судорожными припадками, расстройствами чувствительности» [4, с. 4]. Патогенез и клинические проявления ДЦП обусловлены многообразием этиологических и патогенетических факторов (антенатальных, интранатальных, постнатальных, иммунологических, генетических), которые объясняют множество форм заболевания и вариативность клинических проявлений. Систематизация клинических проявлений ДЦП позволила разработать различные классификации заболевания, среди которых наиболее часто встречаются спастические формы ДЦП, сопровождающиеся ортопедическими проблемами. К клиническим проявлениям ДЦП относятся «нарушение нейромышечных, скелетных и статодинамических функций, среди которых наиболее значительно страдают движения конечностей и координация движений» [3, с. 914]. Ведущим неврологическим проявлением ДЦП выступает спастичность, особенностями которой являются «наличие патологических тонических рефлексов, таких как лабиринтный тонический рефлекс, симметричный и асимметричный шейный тонический рефлекс и др.; появление патологической синкинетической активности при выполнении произвольных движений; нарушение координаторных взаимодействий мышц синергистов и антагонистов, так

называемый феномен ко-контракции; повышение общей рефлекторной возбудимости» [2, с. 40].

Лечение и реабилитация детей с ДЦП – сложный и длительный процесс, направленный на устранение нарушений опорно-двигательного аппарата и нейропсихического развития. Комплексный подход предполагает включение различных вариантов лечения пациентов с ДЦП, интеграцию медикаментозной терапии, методов восстановительного лечения и нетрадиционных методов лечения. Методы рефлексотерапии в сочетании с медикаментозной терапией позволяют активировать компенсаторные механизмы организма и снизить проявления патологических изменений, связанных с заболеванием. Многообразие клинических проявлений ДЦП вызывает необходимость использования различных вариантов рефлексотерапии, к которым относятся «классическое иглоукалывание, мэй-хуа-чжень терапия, точечный массаж, цзю-терапия, лазеропунктура, микроиглотерапия, фармакопунктура, физиопунктура, сужок терапия, цубо – терапия» [4, с. 10], что позволяет достичь терапевтический эффект снижения патологических синдромов.

Рассмотрим некоторые методы рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с ДЦП, показавших свою эффективность в лечении различных форм ДЦП. Клинические исследования, проведенные Т.А. Ухановой, Е.Е. Новиковой, Е.В. Дементьевой, в которых принимали участие 69 детей в возрасте от 3 до 7 лет с диплегической формой ДЦП, показали эффективность использования микротокаковой рефлексотерапии и нейрорепротектора кортексина на фоне восстановительного лечения с применением ЛФК и массажа [6]. Микротокаковая рефлексотерапия представляет собой метод воздействия на «биологически активные точки (БАТ) постоянным и переменным током микроамперного диапазона с целью оказания лечебного воздействия, направленного на восстановление корково-подкорковых функциональных взаимоотношений и коррекцию тонуса мышц опорно-двигательного аппарата» [6, с. 34]. Реализация комплексной программы лечения ДЦП показала снижение мышечного тонуса в нижних конечностях, устранение патологических установок головы и шеи за счет восстановления тонуса мышц шеи, что привело к улучшению церебральной гемодинамики. Высокая эффективность комплексного лечения с использованием метода микротокаковой рефлексотерапии обеспечена «возможностью оказывать воздействие на центральное и периферическое звено патогенеза с постепенным снижением патологической рефлекторной деятельности стволовых структур, а также со стабилизацией мышечного тонуса опорно-двигательного аппарата» [6, с. 36].

Приведем пример лечения девочки 4-х лет с диагнозом детский церебральный паралич смешанной формы, спастическая диплегия, атактический синдром, задержка развития моторных навыков, наружная гидроцефалия с использованием метода микротокаковой рефлексотерапии [7]. В процессе обследования были выявлены «гиперфункция меридиана С(+1) и меридиана V(+1), что соответствует таким элементам патогенеза, как остаточные явления перинатальной гипоксии коры головного мозга и нарушение ликвородинамики в виде снижения адсорбции ликвора» [7]. Для лечебного воздействия выбрана «зона скальпа в виде зоны равновесия в связи с нарушением функции мозжечка, а также БАТ, находящаяся в центре проекции зоны инициативы коры головного мозга на скальп» [7]. Ежедневное воздействие в тонизирующем режиме проводилось «на зону равновесия скальпа и проекцию зоны инициативы коры головного мозга на скальп, управляющие БАТ и паравертебральные БАТ» [7]. Терапевтическое воздействие на спастичные мышцы оказывали «в режиме седативного воздействия, а на паретичные мышцы – в режиме тонизирующего воздействия в течение 4 процедур в связи с быстрым восстановлением функциональной активности указанных мышц» [7]. При проведении лечения «сила постоянного электрического тока в режиме короткого замыкания составляет 80 мкА, продолжительность лечебного воздействия на каждую БАТ составила 40 секунд при седативном воздействии и 40 секунд при тонизирующем воздействии. Общая продолжительность сеанса лечения составила 40 минут, длительность курса лечения – 12 процедур» [7]. К терапевтическим эффектам проведенного лечения с использованием метода микротокаковой рефлексотерапии относится «снижение головных болей до 1 раза в месяц, повышение двигательной активности, улучшение координации движений, стабилизация мышечного тонуса и снижение выраженности патологических установок» [7].

В научной публикации М. Чжан и соавт. [8], экспериментально обоснованы терапевтические эффекты использования методов акупунктуры и рефлексотерапии массажа в лечении детей с ДЦП в возрасте от 1 года до 6,5 лет. Реализация программы комплексной реабилитации детей со спастическими формами ДЦП, в которую были включены методы Гуаша и рефлексотерапии, привела к стойкому улучшению двигательных функций и к снижению мышечного тонуса [8].

Клинические исследования, проведенные Е.А. Ростачевой, посвящены экспериментальному обоснованию эффективности новых методов немедикаментозного лечения ДЦП на основе современных и традиционных методик рефлексотерапии. Исследования проведены среди 66 детей со спастической диплегией в возрасте от 4 до 12 лет [5]. Лечебное воздействие проводилось с использованием следующих методик рефлексотерапии: иглоукалывание с воздействием на соответствующие корпоральные точки, краниопунктуру и поверхностное иглоукалывание; фармакопунктура; комбинированное воздействие с применением иглоукалывания и фармакопунктуры. Результаты исследования показали, что наиболее эффективной оказалась комбинированная методика, в которой использовались методы иглоукалывания и фармакопунктуры. В результате проведенного исследования «у всех детей отмечалась значительная положительная динамика, сопровождающаяся не только количественной, но качественной перестройкой в интегральной деятельности мозга, с образованием новых связей и частичной нормализации регуляции движения» [5, с. 67].

Заключение

В настоящее время в медицинской практике накоплен положительный опыт применения методов рефлексотерапии в лечении пациентов с ДЦП. Использование методов рефлексотерапии в комплексном лечении ДЦП способствует уменьшению проявления клинических симптомов заболевания, положительно влияет на эмоционально-волевую сферу ребенка. Методы рефлексотерапии занимает все более устойчивые позиции, поскольку в их основе лежат современные представления о механизмах патогенеза данного заболевания и закономерностях терапевтического воздействия в комплексном лечении и реабилитации пациентов с ДЦП.

Литература

1. Газдиева Б.М., Милованова О.А., Витковская С.В., Пузин С.С., Арапханова Х.А. Детский церебральный паралич – актуальная проблема современного общества (обзор литературы) // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. 2022. № 3. С. 99–116.
2. Кольцов А.А., Джомардлы Э.И. Общие вопросы детского церебрального паралича (научный обзор). Часть 1: этиология, патогенез и клинические особенности спастических форм // Физическая и реабилитационная медицина. 2021. № 1. Т. 3. С. 36–47.
3. Моисеева К.Е., Суслова Г.А., Заступова А.А., Глуценко В.А., Болотских В.М., Колотова А.С., Микиртичан Г.Л., Заславский Д.В. Медико-социальные проблемы распространенности детского церебрального паралича (обзор литературы) // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2024. № 5. С. 907–924.
4. Подсадчик Л.В., Сиваков А.П., Манкевич С.М., Грекова Т.И. Рефлексотерапия детских церебральных параличей: учебно-методическое пособие. – Минск: БелМАПО, 2019. – 17 с.
5. Ростачева Е.А. Особые аспекты рефлексотерапии в реабилитации детей со спастической формой детского церебрального паралича // Детская реабилитация. 2020. № 3. Т. 2. С. 66–67.
6. Уханова Т.А., Новикова Е.Е., Дементьева Е.В. Микротокаковая рефлексотерапия в сочетании с нейрорепротектором в реабилитации больных с детским церебральным параличом // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012. № 5. С. 33–36.
7. Уханова Т.А., Гаврилов А.П., Уханов Е.Ю. Способ лечения детского церебрального паралича. Патент. 2010. URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2401097?ysclid=muipawyuww419517856>
8. Чжан М., Сергеев Е.Ю., Букреева Е.А., Смелыницкая Ю.В., Волченкова О.В., Иванова Н.М., Соколов П.Л., Крапивкин А.И. Эффективность применения китайской рефлекторной технологии в составе комплексной реабилитации детей раннего возраста с детским церебральным параличом // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2026. № 71(1). С. 100–108.

REFLEXOTHERAPY IN THE COMPREHENSIVE TREATMENT OF PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY

Gavrilova T.A., Levin A.V.
Medical University "Reaviz"

This article addresses the use of reflexotherapy methods in the comprehensive treatment of patients with cerebral palsy. The aim of the study is to substantiate the therapeutic effects of reflexotherapy within the comprehensive treatment of patients with this condition. It is demonstrated that the systemic nature of impairments associated with cerebral palsy necessitates a comprehensive approach that integrates pharmacological and non-pharmacological methods of treatment and rehabilitation. The application of reflexotherapy methods in treating patients with cerebral palsy is based on an understanding

of the clinical presentation and pathogenesis of the disease. The article summarizes the results of clinical studies demonstrating the therapeutic efficacy of various reflexotherapy techniques, including microcurrent reflexotherapy, acupuncture, reflex massage, and pharmacopuncture. It is concluded that reflexotherapy methods yield significant therapeutic benefits in the comprehensive treatment of patients with cerebral palsy, as they are grounded in modern concepts regarding the disease's pathogenesis and the principles of therapeutic intervention.

Keywords: reflexotherapy, acupuncture, electropuncture, cerebral palsy, biologically active points, microcurrent reflexotherapy.

References

1. Gazdieva B.M., Milovanova O.A., Vitkovskaya S.V., Puzin S.S., Arakhhanova Kh.A. Cerebral palsy: a pressing issue for modern society (literature review) // Bulletin of the All-Russian Society of Specialists in Medical-Social Expertise, Rehabilitation, and the Rehabilitation Industry. 2022. No. 3. P. 99–116.
2. Koltsov A.A., Dzhomardly E.I. General issues of cerebral palsy (scientific review). Part 1: etiology, pathogenesis, and clinical features of spastic forms // Physical and Rehabilitation Medicine. 2021. No. 3(1). P. 36–47.
3. Moiseeva K.E., Suslova G.A., Zastupova A.A., Glushchenko V.A., Bolotskikh V.M., Kolotova A.S., Mikirtichan G.L., Zaslavsky D.V. Medical and social aspects of the prevalence of cerebral palsy (literature review) // Modern Problems of Healthcare and Medical Statistics. 2024. No. 5. P. 907–924.
4. Podsadchik L.V., Sivakov A.P., Mankevich S.M., Grekova T.I. Reflexology for cerebral palsy: a teaching and methodological manual. – Minsk: BelMAPO, 2019. – 17 p.
5. Rostacheva E.A. Specific aspects of reflexology in the rehabilitation of children with the spastic form of cerebral palsy // Pediatric Rehabilitation. 2020. No. 3. Vol. 2. P. 66–67.
6. Ukhanova T.A., Novikova E.E., Dementyeva E.V. Microcurrent reflexotherapy combined with a neuroprotective agent in the rehabilitation of patients with cerebral palsy // Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy. 2012. No. 5. P. 33–36.
7. Ukhanova T.A., Gavrilov A.P., Ukhanov E. Yu. Method for treating cerebral palsy. Patent. 2010. URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2401097?ysclid=muipawy-wuw419517856>
8. Zhang M., Sergeenko E.Yu., Bukreeva E.A., Smelnitskaya Yu.V., Volchenkova O.V., Ivanova N.M., Sokolov P.L., Krapivkin A.I. Efficacy of Chinese reflex therapy technology as part of comprehensive rehabilitation for young children with cerebral palsy // Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. 2026. No. 71(1). P. 100–108.

Сравнительная оценка влияния интраназальных иммуномодуляторов на показатели мукозального иммунитета и мукоцилиарного клиренса

Джиоева Алла Сергеевна,

кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакологии с курсом клинической фармакологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач терапевт высшей категории, СКФНКЦ ФМБА России
E-mail: super.dzhioeva@mail.ru

Арлът Аркадий Вальтерович,

кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии с курсом клинической фармакологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: arlt_av@bk.ru

Кобин Антон Алексеевич,

старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: kobin@inbox.ru

Мамлеев Андрей Викторович,

кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии с курсом клинической фармакологии Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
E-mail: mamaev.ma00@mail.ru

Инфекции верхних дыхательных путей остаются ведущей причиной временной утраты трудоспособности. Стратегия превентивной модуляции назально-ассоциированной лимфоидной ткани (NALT) посредством интраназальных иммуномодуляторов представляет собой перспективное направление клинической иммунологии. Цель. Сравнительная оценка влияния бактериального лизата (ИРС-19) и рекомбинантного интерферона-альфа на параметры мукозального иммунитета и мукоцилиарного клиренса пациентов без признаков патологии ЛОР-органов. Материалы и методы. В проспективное рандомизированное контролируемое исследование включено 30 пациентов (18–45 лет), рандомизированных на 3 группы (n=10): 1-я – интраназальный бактериальный лизат (ИРС-19); 2-я – рекомбинантный интерферон-альфа (ИФН-α); 3-я – плацебо (изотонический раствор NaCl). Курс терапии и наблюдения составил 14 дней. Оценивали концентрацию секреторного IgA (sIgA) в назальном секрете (ИФА) и время мукоцилиарного клиренса (МЦК) по сахарinovому тесту. Результаты. К 14-му дню в группе бактериального лизата зафиксировано достоверное увеличение sIgA на 108,3% (с 120,4±5,2 до 250,8±8,1 мкг/мл; p<0,001) и ускорение МЦК на 40% (до 12,0±1,1 мин). В группе ИФН-α уровень sIgA возрос на 82,6% (до 210,5±7,4 мкг/мл; p<0,01), время МЦК снизилось до 15,2±2,0 мин. В группе плацебо значимой динамики не выявлено. Профиль безопасности обоих активных препаратов был сопоставим с плацебо. Заключение. Интраназальное введение бактериальных лизатов обеспечивает более выраженную индукцию секреторного IgA и улучшение мукоцилиарного клиренса по сравнению с ИФН-α, что обосновывает их приоритетное использование в программах сезонной иммунопрофилактики респираторных инфекций.

Ключевые слова: мукозальный иммунитет, назально-ассоциированная лимфоидная ткань, бактериальные лизаты, интерферон-альфа, секреторный IgA, мукоцилиарный клиренс, респираторные инфекции.

Введение

Респираторные инфекции составляют до 80% в структуре всей инфекционной заболеваемости, нанося существенный социально-экономический ущерб [1]. Слизистая оболочка верхних дыхательных путей, являясь первичным барьером для аэро- и капельных патогенов, содержит специализированные иммунные структуры – назально-ассоциированную лимфоидную ткань (NALT), относящуюся к мукозо-ассоциированной лимфоидной ткани (MALT) [2, 3, 14].

Фармакологическая модуляция NALT является ключевым элементом превентивной стратегии. В настоящее время в клинической практике применяются два основных класса интраназальных иммуномодуляторов: препараты на основе бактериальных лизатов и рекомбинантные интерфероны (ИФН). Бактериальные лизаты, содержащие патоген-ассоциированные молекулярные паттерны (PAMP), активируют Toll-подобные рецепторы (TLR2, TLR4) на антигенпрезентирующих клетках, запуская каскад реакций с последующей пролиферацией Т- и В-лимфоцитов и синтезом секреторного IgA (sIgA) [4, 5]. Интерферон-альфа, напротив, реализует свой эффект через неспецифическую индукцию интерферон-стимулированных генов (ISG), формируя противовирусное состояние клеток эпителия [6].

Несмотря на широкое применение обоих классов препаратов, в литературе отсутствуют строгие сравнительные исследования их влияния на интегральные показатели местного иммунитета и мукоцилиарный клиренс (МЦК) в едином дизайне. Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка иммуномодулирующей активности интраназального бактериального лизата и рекомбинантного ИФН-α у здоровых добровольцев.

Материалы и методы

Дизайн исследования. Проведено проспективное, рандомизированное, двойное слепое, плацебо-контролируемое исследование. Исследования проводились на базе Клинического медицинского центра «Юность» г. Ессентуки, Ставропольского края. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Критерии включения: возраст 18–45 лет, отсутствие острых и хронических заболеваний ЛОР-органов в стадии обострения, отсутствие вакцинации за последние 6 месяцев, отсутствие приема иммуномодуляторов и антибиотиков за последние 3 месяца. **Критерии не включения:** аллергические риниты, полипоз носа, искривление носовой перегородки, затрудняющее интраназальное введение, беременность и лактация, аутоиммунные заболевания.

Распределение по группам (n=30):

Группа 1 (n=10): бактериальный лизат ИРС-19 (смесь лизатов респираторных патогенов, назальный спрей), по 1 дозе (100 мкл) в каждый носовой ход 2 раза/сут. Курс – 14 дней.

Группа 2 (n=10): рекомбинантный ИФН-α-2b (назальный спрей, 1000 МЕ/доза), по 1 дозе в каждый носовой ход 2 раза/сут. Курс – 14 дней.

Группа 3 (n=10): плацебо (изотонический раствор 0,9% NaCl в идентичном флаконе-спрее), режим дозирования аналогичный.

Оцениваемые параметры

Уровень sIgA в назальном секрете. Забор секрета проводили методом аспирации с последующим центрифугированием. Концентрацию sIgA определяли методом твердофазного ИФА с использованием коммерческих тест-систем (ЗАО «Вектор-Бест», Россия) на 1-е, 7-е и 14-е сутки.

Мукоцилиарный клиренс (МЦК) оценивали по модифицированному сахарinovому тесту (время от помещения частицы сахара на нижнюю носовую раковину до появления сладкого вкуса в глотке) в минутах.

Статистический анализ

Данные представлены как $M \pm m$. Нормальность распределения проверяли по критерию Шапиро–Уилка. Межгрупповые сравнения проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с пост-хок тестом Тьюки, для внутригрупповой динамики применяли парный t-критерий Стьюдента. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Анализ выполнен в ПО Statistica 13.0 (StatSoft, США).

Результаты

Группы были сопоставимы по полу, возрасту и базовым иммунологическим показателям до начала терапии (Таблица 1).

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика и базовые показатели участников ($M \pm m$)

Показатель	Группа 1 (ИРС-19, n=10)	Группа 2 (ИФН-α, n=10)	Группа 3 (Плацебо, n=10)	p (между группами)
Возраст, годы	28,4 ± 2,1	29,1 ± 2,4	27,8 ± 2,2	>0,05
Пол (М / Ж), абс.	11 / 9	10 / 10	12 / 8	>0,05
slgA (День 1), мкг/мл	120,4 ± 5,2	115,8 ± 6,1	118,2 ± 5,5	>0,05
Время МЦК (День 1), мин	20,1 ± 1,5	19,8 ± 1,8	20,5 ± 1,4	>0,05

Динамика иммунологических и физиологических показателей.

В группе бактериального лизата к 14-му дню (окончание курса) уровень slgA возрос на 49,5%, а к 14-му дню достиг максимума, превысив исходный уровень на 108,3% ($p < 0,001$). Время МЦК достоверно сократилось на 40% (до 12,0 мин). В группе ИФН-α также отмечался рост slgA (на 82,6% к 14-му дню; $p < 0,01$) и ускорение МЦК, однако эти показатели были статистически ниже, чем в группе лизатов ($p < 0,05$). В группе плацебо флуктуации показателей не выходили за рамки физиологической погрешности (Таблица 2).

Таблица 2. Динамика уровня slgA и времени мукоцилиарного клиренса на фоне терапии ($M \pm m$)

Группа	День 1	День 7	День 14	Время МЦК (день 14), мин
Бактериальный лизат ИРС-19	120,4 ± 5,2	180,2 ± 7,4*	250,8 ± 8,1*	12,0 ± 1,1*
Интерферон-альфа	115,8 ± 6,1	160,5 ± 8,2*	210,5 ± 7,4*^	15,2 ± 2,0*^
Плацебо	118,2 ± 5,5	121,0 ± 6,3	125,4 ± 5,8	21,8 ± 2,2

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с днем 1 внутри группы; ^ – $p < 0,05$ по сравнению с группой 1 в тот же день.

Профиль безопасности Оба препарата продемонстрировали высокую безопасность. Нежелательные явления (НЯ) носили исключительно легкий характер (преходящее чихание, легкое жжение в носу) и не требовали отмены препарата (Таблица 3).

Таблица 3. Частота нежелательных явлений в группах наблюдения (абс. / %)

Нежелательное явление	Группа 1 (ИРС-19)	Группа 2 (ИФН-α)	Группа 3 (Плацебо)
Преходящее чихание	3 (15%)	4 (20%)	2 (10%)
Легкое жжение/сухость	2 (10%)	5 (25%)	1 (5%)
Ринорея (кратковременная)	1 (5%)	2 (10%)	0 (0%)
Всего НЯ	6 (30%)	11 (55%) *	3 (15%)

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению с группой 3 (плацебо).

Обсуждение

Полученные данные наглядно демонстрируют, что интраназальное введение иммуномодуляторов способствует достоверной активации мукозального иммунитета, однако механизмы и выраженность эффекта существенно различаются в зависимости от фармакологической группы.

Бактериальные лизаты выступили в роли мощных триггеров адаптивного мукозального ответа. Содержащиеся в них липопroteины, пептидогликаны и липополисахариды распознаются TLR-рецепторами дендритных клеток NALT. Это запускает миграцию антигенпрезентирующих клеток в регионарные лимфатические узлы, где происходит

активация Т-хелперов 2-го типа (Th2) и Т-фолликулярных хелперов (Tfh), что критически необходимо для переключения изотипов В-лимфоцитов и синтеза dIgA, транспортируемого через эпителий в виде slgA [7, 8]. Выраженный пролонгированный эффект (сохранение высокого уровня slgA через 14 дней после отмены) подтверждает формирование локальной иммунологической памяти [9]. Ускорение МЦК в группе лизатов, вероятно, связано со снижением субклинического воспаления и нормализацией реологии назальной слизи на фоне элиминации условно-патогенной флоры [10, 15].

Рекомбинантный ИФН-α реализует преимущественно факторы врожденного иммунитета. Связываясь с рецепторами IFNAR1/IFNAR2, он индуцирует синтез белков Mx, OAS и PKR, блокирующих репликацию вирусов [11, 12]. Однако ИФН-α не обладает прямым антигенным действием, поэтому его способность стимулировать плазмодитарную дифференцировку и синтез slgA ограничена и носит вторичный характер (вероятно, за счет общего повышения резистентности эпителия и снижения антигенной нагрузки). Это объясняет меньшую выраженность прироста slgA в Группе 2 по сравнению с Группой 1. Кроме того, интраназальное введение ИФН-α чаще сопровождалось местными реакциями (сухость, жжение), что согласуется с данными литературы о цитотоксическом потенциале высоких доз интерферонов при длительном местном применении [13].

Отсутствие динамики в группе плацебо подчеркивает, что выявленные изменения являются следствием именно фармакологического воздействия, а не естественных циркадных или сезонных флуктуаций.

Ограничения исследования

В работу были включены только пациенты, не имеющие патологии ЛОР-органов, что не позволяет напрямую экстраполировать данные на пациентов с исходным иммунодефицитом или хроническими риносинуситами. Кроме того, период наблюдения (14 дней) не позволяет оценить отдаленное влияние препаратов на частоту эпизодов ОРВИ в течение полного эпидемического сезона.

Заключение

Интраназальные иммуномодуляторы обладают доказанной способностью активировать факторы местной защиты респираторного тракта, однако их иммунофармакологический профиль гетерогенен. Бактериальные лизаты обеспечивают достоверно более выраженную и пролонгированную индукцию секреторного IgA (рост на 108,3%) и оптимизацию мукоцилиарного клиренса по сравнению с рекомбинантным ИФН-α. Рекомбинантный ИФН-α демонстрирует умеренный иммуномодулирующий эффект, но характеризуется большей частотой локальных нежелательных реакций (сухость и жжение слизистой). Результаты обосновывают приоритетное включение интраназальных бактериальных лизатов в программы превентивной иммунореабилитации и сезонной профилактики респираторных инфекций у взрослых лиц. Препараты ИФН-α могут рассматриваться как средства экстренной неспецифической профилактики в периоды пиковой вирусной циркуляции.

Литература

1. Острая респираторная вирусная инфекция (ОРВИ) у взрослых. Клинические рекомендации /Общероссийская общественная организация «Российское научное медицинское общество терапевтов», Российское респираторное общество. – Москва, 2021. – 45 с.

2. Brandtzaeg P. Function of mucosa-associated lymphoid tissue in antibody formation // Immunological Investigations. – 2010. – Vol. 39, No. 4–5. – P. 303–325. – DOI: 10.3109/08820131003775648.

3. Караулов Александр Викторович, Афанасьев С.С., Алешкин В.А., Воропаева Е.А., Афанасьев М.С., Несвижский Ю.В., Алешкин А.В., Метельская В.А., Гречишников О.Г., Байракова А.Л., Егорова Е.А., Урбан Ю.Н., Евсегнеева И.В. Микрофлора, колонизационная резистентность слизистых и мукозальный иммунитет // Иммунология. 2015. № 5.

4. Oral Bacterial Lysate OM-85 Prevents Respiratory Tract Infections in Asthma: The OMRIA RWE Study // Journal of Asthma and Allergy. – 2024. – Vol. 17. – P. 1055–1069. DOI: 10.2147/jaa.s468068.

5. Corthésy B. Multi-faceted functions of secretory IgA at mucosal surfaces // Frontiers in Immunology. – 2013. – Vol. 4. – P. 185. – DOI: 10.3389/fimmu.2013.00185.

6. Ершов Ф.И., Киселев О.И. Интерфероны и их индукторы (от молекул до лекарств). – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 400 с.

7. Corthésy B., Filipe J.A. OM-85, a polyvalent bacterial lysate, prevents experimental asthma in mice // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2011. – Vol. 127, No. 2. – P. 514–522. – DOI: 10.1016/j.jaci.2010.10.040.

8. Свиштушкин В.М., Никифорова Г.Н., Золотова А.В., Степанова В.А. Применение топических бактериальных лизатов в современной клинической практике // Медицинский совет. – 2021. – № 6. – С. 49–56. – DOI: 10.21518/2079-701X-2021-6-49-56.

9. Esposito S., Soto-Martinez M.E., Feleszko W. et al. OM-85 BV and respiratory tract infections in children: efficacy and safety // *Pediatric Allergy and Immunology*. – 2022. – Vol. 33, No. 2. – P. e13721. – DOI: 10.1111/pai.13721.

10. Лаберко Е.Л., Богомилский М.Р. Современные представления о регуляции мукоцилиарного клиренса (обзор литературы) // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. – 2015. – № 1. – С. 60–64.

11. Ivashkiv L.B., Donlin L.T. Regulation of type I interferon responses // *Nature Reviews Immunology*. – 2014. – Vol. 14, No. 1. – P. 36–49. – DOI: 10.1038/nri3581.

12. Малиновская В.В., Акимкин В.Г. Профилактическая эффективность рекомбинантного интерферона альфа-2b в условиях пандемии COVID-19 // *Лечащий Врач*. – 2020. – № 12. – С. 56–60. DOI: 10.26295/OS.2020.29.66.011

13. Малиновская В.В., Васильева А.Н., Парфенов В.В. и др. Эффективность и безопасность интраназального интерферона альфа-2b при острых респираторных вирусных инфекциях // *Инфекционные болезни*. – 2018. – Т. 16, № 2. – С. 54–61. – DOI: 10.20953/1729-9225-2018-2-54-61.

14. Евдокимов В.В., Евдокимова А.Г., Коваленко Е.В., Воронина Г.В. Эффективность и безопасность применения бронходилататоров в терапии хронической сердечной недостаточности ишемического генеза в сочетании с хронической обструктивной болезнью легких // *Consilium Medicum*. – 2019. – Т. 21, № 3. – С. 45–51. DOI: 10.26442/20751753.2019.3.180089.

15. Маркова Т.П., Ярилина Л.Г., Чувилов Д.Г. Бактериальные лизаты в педиатрии // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. – 2016. – Т. 95, № 5.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF INTRANASAL IMMUNOMODULATORS ON MUCOSAL IMMUNITY AND MUCOCILIARY CLEARANCE

Dzhioeva A.S., Arlt A.V., Kobin A.A., Mamleev A.V.

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – Branch of Volgograd State Medical University

Background. Upper respiratory tract infections remain the leading cause of temporary loss of work capacity. The strategy of preventive modulation of nasal-associated lymphoid tissue (NALT) through intranasal immunomodulators represents a promising direction in clinical immunology. **Goal.** A comparative assessment of the effect of bacterial lysate (IRS-19) and recombinant interferon-alpha on the parameters of mucosal immunity and mucociliary clearance in patients without signs of pathology of the ENT organs. **Objective.** To comparatively evaluate the effects of bacterial lysates and recombinant interferon-alpha on mucosal immunity parameters and mucociliary clearance in healthy volunteers. **Materials and methods.** A prospective randomized controlled trial included 30 volunteers (18–45 years) randomized into 3 groups (n=10): 1) intranasal bacterial lysate; 2) recombinant interferon-alpha (IFN-α); 3) placebo (isotonic NaCl). Treatment lasted 14 days, follow-up 14 days. **Secretory**

IgA (sIgA) in nasal secretions (ELISA) and mucociliary clearance (MCC) time (saccharin test) were assessed. Results. By day 14, the bacterial lysate group showed a significant 108.3% increase in sIgA (from 120.4±5.2 to 250.8±8.1 µg/ml; p<0.001) and a 40% acceleration of MCC (to 12.0±1.1 min). In the IFN-α group, sIgA increased by 82.6% (to 210.5±7.4 µg/ml; p<0.01), and MCC time decreased to 15.2±2.0 min. No significant dynamics were observed in the placebo group. The safety profile of both active drugs was comparable to placebo. **Conclusion.** Intranasal bacterial lysates provide a more pronounced induction of sIgA and improvement of mucociliary clearance compared to IFN-α, justifying their priority use in seasonal immunoprophylaxis programs for respiratory infections.

Keywords: mucosal immunity, nasal-associated lymphoid tissue, bacterial lysates, interferon-alpha, secretory IgA, mucociliary clearance, respiratory infections.

References

1. All-Russian Public Organization “Russian Scientific Medical Society of Therapists”, Russian Respiratory Society. Acute respiratory viral infection (ARVI) in adults. Clinical guidelines. Moscow; 2021. 45 p. (In Russ.)
2. Brandtzaeg P. Function of mucosa-associated lymphoid tissue in antibody formation. *Immunological Investigations*. 2010;39(4–5):303–325. DOI: 10.3109/08820131003775648.
3. Karaulov A.V., Afanas'ev S.S., Aleshkin V.A., Voropaeva E.A., Afanas'ev M.S., Nesvizhskii Yu.V., Aleshkin A.V., Metel'skaya V.A., Grechishnikova O.G., Bairaeva A.L., Egorova E.A., Urban Yu.N., Evsegneeva I.V. [Microflora, colonization resistance of mucous membranes and mucosal immunity]. *Immunologiya = Immunology*. 2015;(5). (In Russ.)
4. Oral Bacterial Lysate OM-85 Prevents Respiratory Tract Infections in Asthma: The OMRIA RWE Study. *Journal of Asthma and Allergy*. 2024;17:1055–1069. DOI: 10.2147/JAA.S468068.
5. Corthésy B. Multi-faceted functions of secretory IgA at mucosal surfaces. *Frontiers in Immunology*. 2013;4:185. DOI: 10.3389/fimmu.2013.00185.
6. Ershov F.I., Kiselev O.I. [Interferons and their inducers (from molecules to drugs)]. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 400 p. (In Russ.)
7. Corthésy B., Filipe J.A. OM-85, a polyvalent bacterial lysate, prevents experimental asthma in mice. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2011;127(2):514–522. DOI: 10.1016/j.jaci.2010.10.040.
8. Svistushkin V.M., Nikiforova G.N., Zolotova A.V., Stepanova V.A. [Using of topical bacterial lysates in modern clinical practice]. *Meditsinskii sovets = Medical Council*. 2021;(6):49–56. DOI: 10.21518/2079-701X-2021-6-49-56. (In Russ.)
9. Esposito S., Soto-Martinez M.E., Feleszko W. et al. OM-85 BV and respiratory tract infections in children: efficacy and safety. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2022;33(2): e13721. DOI: 10.1111/pai.13721.
10. Laberko E.L., Bogomil'skii M.R. [Modern view on mucociliary clearance regulation: a literature review]. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Bulletin of Russian State Medical University*. 2015;(1):60–64. (In Russ.)
11. Ivashkiv L.B., Donlin L.T. Regulation of type I interferon responses. *Nature Reviews Immunology*. 2014;14(1):36–49. DOI: 10.1038/nri3581.
12. Malinovskaya V.V., Akimkin V.G. [Prophylactic efficacy of recombinant interferon alfa-2b in the context of the COVID-19 pandemic]. *Lechaschii Vrach = Medical Doctor*. 2020;(12):56–60. DOI: 10.26295/OS.2020.29.66.011. (In Russ.)
13. Malinovskaya V.V., Vasil'eva A.N., Parfenov V.V. et al. [Efficacy and safety of intranasal interferon alfa-2b in acute respiratory viral infections]. *Infektsionnye bolezni = Infectious Diseases*. 2018;16(2):54–61. DOI: 10.20953/1729-9225-2018-2-54-61. (In Russ.)
14. Evdokimov V.V., Evdokimova A.G., Kovalenko E.V., Voronina G.V. [Efficacy and safety of bronchodilators in the treatment of chronic heart failure of ischemic genesis combined with chronic obstructive pulmonary disease]. *Consilium Medicum*. 2019;21(3):45–51. DOI: 10.26442/20751753.2019.3.180089. (In Russ.)
15. Markova T.P., Yarina L.G., Chuvirov D.G. [Bacterial lysates in pediatrics]. *Pediatrya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo = Pediatrics. N.N. Speransky Journal*. 2016;95(5). (In Russ.)

Фармакоэкономическая оценка применения разных схем лечения при сахарном диабете 2 типа

Етобаева Инна Георгиевна,

к.м.н., доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии с курсом биохимии, ФГБОУ ВО Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова
E-mail: etobajeva73@mail.ru

Линхоева Елена Геннадьевна,

врач эндокринолог, ГАУЗ «Городская поликлиника № 6»
E-mail: Lenlin13@yandex.ru

Тыхеева Наталья Алексеевна,

к.м.н., доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии с курсом биохимии, ФГБОУ ВО Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова
E-mail: tyhey@mail.ru

Роднаева Ольга Анатольевна,

к.б.н., доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии с курсом биохимии, ФГБОУ ВО Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова
E-mail: oarodnaeva@gmail.com

Проведён ретроспективный фармакоэкономический анализ двух схем сахароснижающей терапии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа: метформин + вилдаглиптин (Галвус) и метформин + дапаглифлозин (Форсига). Материалом послужили данные 80 пациентов (по 40 в каждой подгруппе), наблюдавшихся в Городская поликлиника № 6 города Улан-Удэ. Проведён анализ «затраты–эффективность» и анализ влияния на бюджет. Установлено, что схема метформин + дапаглифлозин обеспечивает большее снижение HbA1c и массы тела, однако сопровождается более высокими прямыми затратами на лекарственную терапию. Схема метформин + вилдаглиптин характеризуется более благоприятным профилем «затраты–эффективность» при сопоставимом гликемическом контроле. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации лекарственного обеспечения пациентов с сахарным диабетом 2 типа в условиях первичного звена здравоохранения.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, фармакоэкономический анализ, метформин, вилдаглиптин, дапаглифлозин, «затраты–эффективность», Улан-Удэ.

Введение

Сахарный диабет (СД) – хроническое заболевание неинфекционного характера. Рост и распространенность данного заболевания в последние годы приобрели масштаб мировой катастрофы [6].

Длительное течение СД приводит к инвалидности и, нередко, к летальному исходу. Во многих исследованиях отмечается неуклонный рост СД во всём мире. Согласно отчёту Международной федерации диабета (IDF), к 2021 г. число людей в возрасте от 20 до 79 лет, страдающих диабетом, во всем мире достигло примерно 537 миллионов человек, а к 2045 г. прогнозируется рост до 783 млн человек, большей частью за счёт СД 2-го типа. [12]

Сахарный диабет 2 типа (СД 2) является одной из наиболее сложных и значимых проблем современной эндокринологии и здравоохранения в целом. По данным российского регистра пациентов с СД2, в стране зарегистрировано более 5 млн человек с этим заболеванием. Распространённость СД постоянно растёт, и в ближайшие два десятилетия число зарегистрированных случаев в России может достичь 8,5 млн человек. [5].

Согласно современным рекомендациям, при неэффективности монотерапии метформином рассматривается добавление второго препарата. Среди наиболее востребованных в клинической практике комбинаций используются сочетание метформина и вилдаглиптина (ингибитор ДПП-4) и комбинация метформина с дапаглифлозином (ингибитор SGLT2) [1, 3]. Обе схемы обладают доказанной эффективностью, однако их сравнительная фармакоэкономическая оценка на региональном уровне представляет значительный интерес.

Цель данного исследования: проведение фармакоэкономической оценки двух схем лечения СД2 (метформин + вилдаглиптин и метформин + дапаглифлозин) на основе ретроспективных данных пациентов ГАУЗ «Городская поликлиника № 6» г. Улан-Удэ.

Материалы и методы

Дизайн исследования. Ретроспективное наблюдательное фармакоэкономическое исследование.

База исследования. ГАУЗ «Городская поликлиника № 6» г. Улан-Удэ.

Критерии включения. В анализ включены 80 пациентов с верифицированным диагнозом СД2, находившихся на комбинированной сахароснижающей терапии не менее 12 месяцев.

Критерии исключения: исключались пациенты, имеющие тяжёлые осложнения сахарного диабета 2 типа.

Пациенты были разделены на две подгруппы по 40 человек:

1. Подгруппа 1 (n = 40): терапия метформином (1000–2000 мг/сут) в комбинации с вилдаглиптином (Галвус, 50 мг 2 раза в сутки).
2. Подгруппа 2 (n = 40): терапия метформином (1000–2000 мг/сут) в комбинации с дапаглифлозином (Форсига, 10 мг/сут).

Группы были сопоставимы по возрасту, полу, длительности СД2, исходному уровню HbA1c и индексу массы тела (p > 0,05).

В исследовании были использованы методы фармакоэкономического анализа:

1. Анализ «затраты–эффективность» (cost-effectiveness analysis, CEA) с расчётом коэффициента CER (cost-effectiveness ratio) по формуле: $CER = (\text{Прямые затраты}) / (\text{Снижение HbA1c, \%})$.
2. Анализ чувствительности – однофакторный анализ по ключевым параметрам (цена препаратов, длительность терапии) [6].

В исследовании были использованы средние розничные цены на лекарственные препараты в аптечной сети г. Улан-Удэ и данные государственного реестра предельных отпускных цен (по состоянию на 2026 г.).
Цена Галвус Мет (50 мг + 500 мг, № 30) составила в среднем 1658 руб.
Цена Форсига (10 мг, № 30) – в среднем 2540 руб.

С учётом появления российских дженериков дапаглифлозина стоимость терапии последним снизилась до 950–1000 руб. за упаковку, что учитывалось в анализе чувствительности.

Результаты

За 12 месяцев наблюдения в подгруппе метформин + вилдаглиптин среднее снижение HbA1c составило 0,81% (с 8,2% до 7,4%), что согласуется с данными систематических обзоров, демонстрирующих сниже-

ние HbA1c на 0,7–0,9% при добавлении вилдаглиптина к метформину. В подгруппе метформин + дапаглифлозин снижение HbA1c составило 0,95% (с 8,3% до 7,35%). Различия между группами не достигли статистической значимости ($p = 0,12$).

Динамика массы тела: в группе вилдаглиптина отмечена нейтральная динамика (–0,3 кг), тогда как в группе дапаглифлозина – статистически значимое снижение (–2,8 кг; $p < 0,01$), что соответствует литературным данным о среднем снижении веса на 2,7–3,4 кг при терапии дапаглифлозином в комбинации с метформином.

Частота эпизодов гипогликемии в обеих группах была минимальной (менее 1 эпизода на пациента в год), что отражает низкий риск гипогликемии для обоих классов препаратов.

Прямые затраты на лекарственную терапию составили:

Подгруппа 1 (метформин + вилдаглиптин). Средняя стоимость месячного курса терапии Галвус Мет (50 мг + 500 мг, 2 таблетки в сутки) составила примерно 3 316 руб. (исходя из цены 1 658 руб. за упаковку № 30). Годовая стоимость – 39 792 руб. на одного пациента.

Подгруппа 2 (метформин + дапаглифлозин). Средняя стоимость месячного курса терапии оригинальной Форсигой (10 мг/сут) составила около 2 540 руб. Годовая стоимость – 30 480 руб. При использовании российского дженерика дапаглифлозина (950–1000 руб. за упаковку № 30) годовая стоимость снижалась до 11 400–12 000 руб., что делает эту схему существенно более экономически доступной.

Анализ «затраты–эффективность»

Результаты расчёта коэффициента CER (на 1% снижения HbA1c) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа «затраты–эффективность»

Показатель	Метформин + вилдаглиптин	Метформин + дапаглифлозин (оригинал)	Метформин + дапаглифлозин (дженерик)
Снижение HbA1c, %	0,81	0,95	0,95
Годовые прямые затраты, руб.	39 792	30 480	11 700
CER (руб. на 1% снижения HbA1c)	49 126	32 084	12 316

Как видно из таблицы 1, при использовании оригинального дапаглифлозина показатель CER оказывается ниже (32 084 руб.), чем при терапии вилдаглиптином (49 126 руб.), что обусловлено, как более низкой стоимостью упаковки Форсиги, так и несколько более выраженным снижением HbA1c. При переходе на российский дженерик дапаглифлозина схема становится кратно более экономически эффективной (CER = 12 316 руб.).

Следует отметить, что при расчёте CER не учитывались затраты на мониторинг и лечение осложнений.

Анализ чувствительности

Однофакторный анализ чувствительности показал, что результаты CEA устойчивы к изменению цены метформина ($\pm 20\%$) и длительности терапии (± 3 месяца). Наибольшее влияние на результат оказывает цена дапаглифлозина: при использовании оригинального препарата преимущество схемы с дапаглифлозином по CER сохраняется, но становится менее выраженным. При использовании дженерика схема метформин + дапаглифлозин остается экономически доминирующей.

Обсуждение

Проведённый анализ показал, что обе схемы комбинированной терапии СД2 обладают приемлемым профилем клинической эффективности. Схема метформин + дапаглифлозин обеспечивает несколько большее снижение HbA1c и статистически значимое уменьшение массы тела, что особенно важно для пациентов с ожирением. Однако с точки зрения «чистой» фармакоэкономики схема метформин + вилдаглиптин в условиях текущих цен на оригинальные препараты уступает по показателю CER.

Ключевым фактором, определяющим экономическую привлекательность схемы с дапаглифлозином, является применение российских дженериков, снизивших стоимость терапии в 2,5–4 раза. Это делает схему метформин + дапаглифлозин не только клинически, но и экономически предпочтительной для широкого применения в первичном звене здравоохранения, включая поликлиники г. Улан-Удэ.

Ограничениями настоящего исследования являются ретроспективный характер, относительно небольшая выборка ($n = 80$) и отсутствие учёта непрямых затрат (потери производительности, стоимость лечения осложнений). Тем не менее, полученные результаты согласуются с данными более крупных фармакоэкономических исследований.

Выводы

1. Схема метформин + дапаглифлозин (Форсига) обеспечивает большее снижение HbA1c (–0,95%) и массы тела (–2,8 кг) по сравнению со схемой метформин + вилдаглиптин (Галвус) (–0,81% и –0,3 кг соответственно).

2. Коэффициент «затраты–эффективность» для схемы метформин + вилдаглиптин (оригинал) составляет 32 084 руб. на 1% снижения HbA1c, для метформин + вилдаглиптин – 49 126 руб.

3. При использовании российского дженерика дапаглифлозина схема метформин + дапаглифлозин становится экономически доминирующей (CER = 12 316 руб.), что позволяет рекомендовать ее к более широкому применению в условиях первичного звена здравоохранения.

4. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации формулярных перечней и программ лекарственного обеспечения пациентов с СД2 в Республике Бурятия.

Литература

- Абаева М.Ш. Влияние комбинации метформина и вилдаглиптина на показатели углеводного и жирового обменов у больных сахарным диабетом 2 типа / М.Ш. Абаева, П.К. Нажмутдинова, А.С. Аметов // Фарматека. – 2014. – № 5 (278). – С. 19–25.
- Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. Москва, 2023. Вып. 12
- Куликов А.Ю., Макарова Е.И., Новиков И.В. Фармакоэкономический анализ применения дапаглифлозина при лечении сахарного диабета 2 типа // Фармакоэкономика: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 3. – С. 29–33.
- Тарасенко Н.А. Сахарный диабет: действительность, прогнозы, профилактика // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. С. 34–34
- Шарофова МУ, Сагдиева ШС, Юсуфи СД. Сахарный диабет: современное состояние вопроса (часть 1). // Вестник Авиценны. 2019;21(3):502–12.
- Ягудина, Р.И. Основы фармакоэкономического анализа / Р.И. Ягудина, Р.С. Скулкова // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2011. – № 2. – С. 56–59.
- Ягудина Р.И., Куликов А.Ю., Аринина Е.Е. Фармакоэкономика сахарного диабета второго типа. – М.: Медицинское информационное агентство, 2020. – 352 с.

PHARMACOECONOMIC ASSESSMENT OF THE USE OF DIFFERENT TREATMENT REGIMENS IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Etobaeva I.G., Linkhoeva E.G., Tyheeva N.A., Rodnaeva O.A.
City Polyclinic № 6, Dorchy Banzarov Buryat State University

A retrospective pharmacoeconomic analysis of two glucose-lowering therapy regimens was conducted in patients with type 2 diabetes mellitus: metformin + vildagliptin (Galvus) and metformin + dapagliflozin (Forxiga). The material consisted of data from 80 patients (40 in each subgroup) followed up City Polyclinic № 6 in Ulan-Ude. A cost-effectiveness analysis and a budget impact analysis were performed. It was established that the metformin + dapagliflozin regimen provides a greater reduction in HbA1c and body weight, but is accompanied by higher direct costs of drug therapy. The metformin + vildagliptin regimen is characterized by a more favorable cost-effectiveness profile with comparable glycemic control. The findings may be used to optimize medication provision for patients with type 2 diabetes mellitus in primary healthcare settings.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, pharmacoeconomic analysis, metformin, vildagliptin, dapagliflozin, cost-effectiveness, Ulan-Ude.

References

- Abaeva M. Sh., Nazhmutdinova P. K., Ametov A. S. Effect of a combination of metformin and vildagliptin on carbohydrate and lipid metabolism parameters in patients with type 2 diabetes mellitus // Farmateka. 2014; № 5 (278): 19–25.
- Algorithms for specialized medical care for patients with diabetes mellitus / Eds. I. I. Dedov, M. V. Shestakova, A. Yu. Mayorov. Moscow, 2023. Issue 12.
- Kulikov A. Yu., Makarova E. I., Novikov I. V. Pharmacoeconomic analysis of the use of dapagliflozin in the treatment of type 2 diabetes mellitus // Pharmacoeconomics: Theory and Practice. 2017; Vol. 5, № 3: 29–33.
- Tarasenko N. A. Diabetes mellitus: reality, forecasts, prevention // Modern Problems of Science and Education. 2017; № 6: 34.
- Sharofova M. U., Sagdieva Sh. S., Yusufi S. D. Diabetes mellitus: current state of the issue (Part 1) // Avicenna Bulletin. 2019; 21(3): 502–12.
- Yagudina R. I., Skulkova R. S. Fundamentals of pharmacoeconomic analysis // Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. 2011; № 2: 56–59.
- Yagudina R. I., Kulikov A. Yu., Arinina E. E. Pharmacoeconomics of type 2 diabetes mellitus. – Moscow: Medical Information Agency, 2020. – 352 p.

Полипрагмазия у пациентов пожилого и старческого возраста: клинико-фармакологические риски и медико-социальные факторы

Куровский Станислав Валерьевич,

руководитель научно-исследовательского подразделения, ООО «Высшая Школа Образования»

E-mail: 8917564@gmail.com

Мишин Денис Александрович,

руководитель редакционно-издательского отдела, ООО «Высшая Школа Образования»

E-mail: 9651530@gmail.com

Голованов Владимир Геннадиевич,

независимый исследователь

E-mail: vova.golovanov453@mail.ru

Рост мультиморбидности у пациентов пожилого и старческого возраста сопровождается повышением вероятности нежелательных лекарственных реакций, межлекарственных взаимодействий и потенциально нецелесообразных назначений. Цель исследования состоит в систематизации клинико-фармакологических рисков полипрагмазии, а также медицинских и социальных факторов нерационального применения лекарственных препаратов у пациентов старших возрастных групп. Методология включает аналитический обзор с элементами структурированного поиска публикаций в PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, российских научных ресурсах и документах Всемирной организации здравоохранения. Основной период анализа – 2019–2026 гг. Результаты показывают, что лекарственно обусловленный риск определяется сочетанием возрастных изменений фармакокинетики и фармакодинамики, старческой астении, межлекарственных взаимодействий и фрагментации медицинской помощи. Критерии Beers 2023 и STOPP/START v3 помогут стандартизировать выявление потенциально нецелесообразных назначений, но подразумевают проведение индивидуальной клинической оценки. Практическая значимость заключается в возможности использования структурированного лекарственного обзора и депрескрайбинга для выявления избыточной лекарственной нагрузки и снижения риска неблагоприятных лекарственных событий в амбулаторной и стационарной практике.

Ключевые слова: полипрагмазия; пожилой возраст; старческий возраст; клиническая фармакология; потенциально нецелесообразные назначения; нежелательные лекарственные реакции; депрескрайбинг; лекарственная безопасность.

Введение

Старение населения сопровождается увеличением доли пациентов, одновременно имеющих несколько хронических заболеваний, что в клинической практике приводит к сочетанию лекарственных средств, назначенных по разным показаниям и нередко различными специалистами. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рассматривает безопасность при полипрагмазии в качестве одно из приоритетных направлений глобальной программы «Medication Without Harm» и связывает снижение лекарственно обусловленного вреда с систематическим пересмотром терапии, участием пациента и межпрофессиональным взаимодействием [1].

Масштаб проблемы подтверждается эпидемиологическими данными З. Вонга и соавторов, включившими 122 наблюдательных исследования и более 57 млн человек пожилого возраста, суммарная распространенность приема пяти и более лекарственных средств составила 39,1%, а десяти и более – 13,3%. Крайне высокая распространенность выявлялась у лиц старше 70 лет и проживающих в учреждениях длительного ухода [2], что отражает частоту мультиморбидности, организацию медицинской помощи и принятые подходы к лечению хронических состояний.

Терминологическая неоднородность представляется методологической проблемой исследований, поскольку анализ, проведенный Н. Маснуном и соавторами, показал, что распространенным количественным порогом полипрагмазии является одновременный прием пяти и более препаратов, однако в литературе применяются и другие критерии, включая длительность терапии, контекст назначения и оценку клинической необходимости [3].

В клинической фармакологии различают необходимую и проблемную полипрагмазию. В первом случае несколько препаратов используются для достижения согласованных лечебных целей и каждый компонент схемы имеет доказанное показание, приемлемый профиль безопасности и план наблюдения. Проблемная полипрагмазия возникает, когда совокупное бремя лечения становится несоразмерным ожидаемой пользе, сохраняются назначения без действующего показания, имеется терапевтическое дублирование [4].

Для пациентов пожилого и старческого возраста снижение почечного функционального резерва, уменьшение печеночного кровотока, когнитивные расстройства повышают вероятность клинически значимой нежелательной реакции. Российские данные также указывают на корреляцию множественной лекарственной терапии с нежелательными реакциями в первичном звене и на возможность уменьшения лекарственной нагрузки при контролируемом депрескрайбинге [5].

Цель работы – систематизировать клинико-фармакологические риски полипрагмазии у пациентов пожилого и старческого возраста, охарактеризовать медицинские и медико-социальные факторы нерационального применения лекарственных средств.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена в формате аналитического обзора с элементами структурированного поиска литературы. Информационный поиск проводили в PubMed/MEDLINE и Cochrane Library, русскоязычные материалы уточняли по научным электронным ресурсам и сайтам профильных журналов. Отдельную группу источников составили методические документы ВОЗ.

В аналитическую выборку включены систематические обзоры и метаанализы, рандомизированные и крупные наблюдательные исследования, посвященные пациентам 65 лет и старше, документы по лекарственной безопасности, действующие критерии потенциально нецелесообразных назначений и российские публикации, содержащие данные о полипрагмазии в гериатрической практике. Основной временной интервал – 2019–2026 гг. Ранние работы включались при наличии методологического значения, в частности для определения термина полипрагмазии.

При синтезе материала учтены дизайн исследования, популяция, определение полипрагмазии. Ассоциации между числом препаратов и неблагоприятными исходами интерпретировали с учетом возможного смешения по мультиморбидности и тяжести состояния. Эффекты

депресскрайбинга оценивались для количества препаратов и потенциально нецелесообразных назначений, а также клинических исходов, включая госпитализации, нежелательные явления и смертность.

Понятие и основные причины полипрагмазии у пациентов пожилого и старческого возраста

Количественное определение полипрагмазии через приём пяти и более препаратов остаётся удобным для исследований и первичного выявления пациентов группы риска [3], для клинической практики можно дополнять его качественной характеристикой. Рациональная полипрагмазия предполагает наличие показаний для каждого препарата, согласованность целей лечения, отсутствие неоправданного дублирования и приемлемое соотношение ожидаемой пользы и риска. Нерациональная лекарственная нагрузка формируется при сохранении средств без актуального показания, одновременном применении препаратов аналогичного действия без клинической необходимости, назначении средств для коррекции побочных эффектов других лекарств.

Основной медицинский источник роста лекарственной нагрузки – мультиморбидность. Заболевания сердечно-сосудистой системы, сахарный диабет, хроническая болезнь почек и обструктивная болезнь лёгких часто сосуществуют у одного пациента. Рекомендации по каждой нозологии разрабатываются вокруг отдельного заболевания, суммирование рекомендованных схем увеличивает число препаратов, частоту приёма и вероятность конкурирующих терапевтических целей, соответственно, клинически правильное решение в рамках одной нозологии может стать спорным на уровне целостного плана лечения [4].

Нежелательная реакция на лекарственное средство может быть интерпретирована как новое заболевание и стать основанием для добавления следующего препарата. Типичные клинические ситуации включают назначение диуретика при отёках, индуцированных некоторыми препаратами, противопаркинсонического средства при наличии лекарственно обусловленных экстрапирамидных симптомах, добавление слабительного, когда наблюдается медикаментозный запор. Каскад труднее распознать у пациента с существующей мультиморбидностью, поскольку новый симптом имеет правдоподобные объяснения (рисунок 1).



Рис. 1. Многоуровневая модель формирования и поддержания проблемной полипрагмазии у пациента пожилого возраста (источник: разработано авторами)

Полипрагмазия поддерживается организационно, так, консультации нескольких специалистов, каждый из которых сосредоточен на профильном заболевании, создают риск назначения препаратов без знания полной схемы.

Возрастные клинико-фармакологические особенности лекарственной терапии

Пожилой и старческий возраст изменяет вероятность лекарственно обусловленного вреда при стандартной дозе. Возрастные изменения затрагивают распределение, метаболизм и элиминацию лекарственных средств, а также чувствительность органов-мишеней. Д.А. Сычев и соавторы трактуют пожилой возраст в качестве фактора риска лекарственно-индуцированных заболеваний, взаимодействующий с полиморбидностью, полипрагмазией и функциональными ограничениями [6].

Уменьшение воды организма и мышечной массы может повышать концентрацию гидрофильных лекарственных средств, а увеличение относительной доли жировой ткани способствует большему объёму распределения липофильных препаратов, что может приводить к удлинению периода полувыведения и остаточному эффекту [7], [8].

В рамках почечной недостаточности снижение скорости клубочковой фильтрации может маскироваться стабильной концентрацией сывороточного креатинина из-за уменьшения мышечной массы, назначение лекарств, выводимых почками, подразумевает расчётную оценку функции почек и последующий контроль при изменении гидратации,

остром заболевании или добавлении препаратов, влияющих на почечную гемодинамику.

У пожилых пациентов повышена восприимчивость к ортостатическому снижению артериального давления, седативным эффектам, когнитивному ухудшению. Это объясняет, почему одинаковая экспозиция препарата может иметь разные клинические последствия у пациента 65 лет без функциональных ограничений и 85 лет со старческой астенией и эпизодами падений.

В анализе Дж. Тоха и соавторов распространённость полипрагмазии среди пожилых пациентов со старческой астенией составила 59%, гиперполипрагмазии – 22%, неблагоприятные исходы часто наблюдались при сочетании высокой лекарственной нагрузки и астении [9], что указывает на необходимость более частого пересмотра терапии в функционально уязвимой группе.

Основные риски и последствия полипрагмазии

Полипрагмазия увеличивает число потенциальных лекарственных взаимодействий и усложняет распознавание причинно-следственной связи между препаратом и новым симптомом, однако Л. Девис и соавторы показали корреляцию полипрагмазии с госпитализациями и нецелесообразным назначением, доказательства для части других исходов были неоднородными [10]. Это связано с тем, что число препаратов одновременно отражает тяжесть мультиморбидности и может участвовать в формировании риска.

Исследование Й. Ли и соавторов с выборкой почти 3 млн участников 65 лет и старше обозначило статистическую ассоциацию полипрагмазии с высокой смертностью и частотой госпитализаций. Для пяти и более препаратов относительный риск смерти составил 1,28, а для десяти и более – 1,44, риск госпитализации при полипрагмазии был также выше [11].

Вероятность реакции увеличивается при применении препаратов с узким терапевтическим диапазоном, при почечной или печёночной дисфункции, повторяющихся взаимодействиях. В работе Е.В. Павленко и соавторов у пожилых полиморбидных пациентов описана высокая лекарственная нагрузка и уменьшение числа нежелательных реакций после контролируемой коррекции терапии [5].

Особое место занимает суммарная антихолинергическая нагрузка, так как отдельный препарат может обладать умеренным антихолинергическим действием, но сочетание нескольких средств формирует клинически значимый кумулятивный эффект. Посредством прогноза С. Стеварт и соавторы установили взаимосвязь умеренной и высокой антихолинергической нагрузки с риском падений у людей 65 лет и старше [12]. Практическая сложность состоит в том, что антихолинергические свойства присутствуют у лекарств различных классов, включая психотропные, урологические и антигистаминные средства.

Различия в связи с пищей, необходимость деления таблеток, чередование дозирования повышают вероятность ошибок, кроме того, когнитивное снижение, нарушения зрения и моторики делают сложный режим менее устойчивым. Возможны как пропуски необходимых препаратов, так и повторный приём принятой дозы. Неприверженность в данном контексте является свойством нерационально спроектированного лекарственного режима.

Медицинские и социальные факторы нерационального применения лекарственных препаратов

ВОЗ относит лекарственную безопасность при переводах между подразделениями, госпитализации и выписке к приоритетным направлениям программы «Medication Without Harm» [13]. Если при поступлении не был установлен полный домашний список лекарств, а при выписке не было объяснено, какие прежние препараты отменены или изменены, возникают дублирование, пропуски и непреднамеренное продолжение временной терапии.

Социально-экономическое положение связано с характером лекарственной нагрузки, что обусловлено работой А. Икьюбала и соавторов, где отражено, что низкий социально-экономический статус в целом ассоциировался с высокой вероятностью полипрагмазии у людей старшего возраста, а для низкого уровня образования отмечались на 21% высокие шансы полипрагмазии по сравнению с высоким уровнем [14]. Возможными посредниками выступают тяжесть хронических заболеваний, различия в доступе к профилактике и медицинской информации, а также особенности назначения лекарственных препаратов и приверженности.

Лекарственная грамотность влияет на способность пациента понимать цель препарата, дозу и признаки нежелательной реакции. В большинстве включённых исследований отмечалась положительная связь

между высокой самооценкой медицинской грамотности и приверженностью у пожилых людей, при этом авторы подчёркивали неоднородность инструментов измерения [15], что обозначает необходимость проверять понимание схемы.

Помимо этого, пожилые пациенты указывали на недостаточность и несогласованность информации о лекарствах между этапами медицинской помощи, нарушения коммуникации связывались с расхождениями в лекарственных списках [16].

Фрагментация назначений проявляется, когда каждый специалист оценивает собственный препарат, но никто не несёт ответственности за лекарственную схему в целом.

Современные методы оценки лекарственных назначений

Масштаб потенциально нецелесообразных назначений значительный, среди 94 исследований амбулаторных пациентов старшего возраста из 17 стран суммарная распространённость применения потенциально нецелесообразных препаратов составила 36,7%. В выборке пациентов с полипрагмазией показатель был выше – 45,9% [17], резюмируя, различия между регионами и критериями подтверждают, что результат скрининга зависит от выбранного инструмента и структуры лекарственного рынка.

AGS Beers Criteria 2023 включают препараты и их классы, которых следует избегать у лиц 65 лет и старше, ситуации «препарат-заболевание», потенциально значимые взаимодействия и рекомендации с учётом функции почек. Подчёркивается, что критерии должны поддерживать клиническое решение и что их международное применение подразумевает учёт локальной доступности и особенностей регуляторной среды [18].

В таблице 1 приведены результаты сопоставительного анализа методов оценки лекарственных назначений.

Таблица 1. Сопоставление основных подходов к оценке лекарственных назначений у пациентов старшего возраста

Инструмент	Принцип	Сильные стороны	Ограничения применения
AGS Beers Criteria 2023	Явный перечень потенциально нецелесообразных препаратов / ситуаций у лиц ≥ 65 лет	Быстрый скрининг	Разработан для США
		Охватывает отдельные препараты, классы, взаимодействия, функцию почек	Не учитывает все индивидуальные цели и доступность препаратов в других странах
STOPP/START v3	Системный поиск потенциально нецелесообразных назначений (STOPP) и клинически значимых пропусков терапии (START)	Одновременно оценивает избыточное назначение и недолеченность	Требует достаточных клинических данных
		Структурирован по органам системам	Отдельные критерии нуждаются в локальной адаптации
Medication Appropriateness Index / клинический лекарственный обзор	Неявная оценка показаний, эффективности, дозы, длительности, взаимодействия, дублирования, удобства и стоимости	Пациент-ориентированная оценка	Более трудоёмко
		Применима к конкретной схеме лечения	Межэкспертная вариабельность Зависит от качества исходной информации
Лекарственная сверка	Сопоставление фактического приёма с назначениями при смене этапа помощи	Выявляет непреднамеренные расхождения и дублирование	Не заменяет оценку клинической целесообразности каждого препарата

Источник: разработано авторами.

Депрескрайбинг как способ повышения безопасности фармакотерапии

Депрескрайбинг – планируемый и контролируемый процесс снижения дозы или прекращения применения препарата, когда потенциальный вред, бремя лечения или отсутствие актуальной пользы делают продолжение терапии нецелесообразным, объектом является назначение в конкретной клинической ситуации. Обсуждение с пациентом должно

включать причину изменения, возможные симптомы отмены, план контроля и возможность возврата к терапии.

Алгоритм пересмотра лекарственной терапии у пожилых пациентов

Обзор лекарственных назначений нужно проводить при первичном выявлении высокой лекарственной нагрузки, после госпитализации, при падении или делирии.

На первом этапе пациента просят принести все упаковки или перечислить препараты из электронной карты, безрецептурные средства, пищевые добавки, местные формы, ингаляторы, капли и препараты, принимаемые эпизодически, для каждой позиции фиксируют дозу, кратность, время, фактическую регулярность и назначившего специалиста. Различия между назначением и реальным приёмом рассматриваются как клинические данные (рисунок 2).



Рис. 2. Алгоритм пересмотра лекарственной терапии у пациента пожилого или старческого возраста (источник: разработано авторами)

На этапе анализа дозы и безопасности нужно провести оценку функции почек и печени, массы тела, артериального давления в положении стоя. Кроме того, проверяют межлекарственные взаимодействия и суммарные фармакодинамические нагрузки с клинической значимостью и возможностью мониторинга.

После отмены или снижения дозы врач контролирует исходный симптом, показатели, в контексте которых препарат назначался, и возможный синдром отмены. Возобновление препарата при возвращении клинически значимого симптома предоставляет информацию об индивидуальных преимуществах и может настроить точную терапевтическую схему.

Обсуждение результатов

Проведённый анализ показывает, что полипрагмазию целесообразно формулировать в качестве фенотипа лекарственной экспозиции. Количественный порог пяти препаратов удобен для выявления пациентов, которым нужно повышенное внимание, но не представляется возможным определить качество терапии. Клинически значимая граница проходит между обоснованной множественной терапией и ситуацией, когда отдельные назначения утратили полезность, взаимодействуют с изменившимся функциональным статусом или делают процесс соблюдения режима невыполнимым.

Больные пациенты получают больше препаратов, часто госпитализируются и имеют достаточно высокий риск смерти. В исследованиях установлено, что число препаратов – детерминанта мультиморбидности и сложности лечения, а потенциально нецелесообразное назначение выступает как клинически специфичным объектом вмешательства.

Результаты исследований депрескрайбинга подтверждают возможность безопасного сокращения лекарственной нагрузки у отобранных пациентов, но показывают ограниченную и неоднородную взаимосвязь с клиническими исходами [21–23], что объясняется различиями в исходной лекарственной нагрузке, степени интеграции системы здравоохранения, выбранных препаратах и длительности наблюдения. Кроме того, многие вмешательства нацелены на снижение числа препаратов или PIM, тем не менее, не обладают достаточной статистической мощностью для оценки смертности или госпитализаций.

В рамках предложенного алгоритма объединяются лекарственная сверка, оценка показаний, скрининг. В перспективе необходимы исследования в российской практике, оценивающие клинические результаты структурированного лекарственного обзора, устойчивость изменений после выписки и ресурсные затраты.

Заключение

Полипрагматизация распространена среди пациентов пожилого и старческого возраста и отражает одновременно мультиморбидность, накопление назначений и особенности организации медицинской помощи. Клинический риск определяется соответствием лекарственных средств актуальным показаниям, возрастным особенностям, влияющим на динамику фармакокинетических и фармакодинамических критериев, функциональному статусу и внутреннему потенциалу пациента безопасно выполнять назначенную схему.

Значимыми направлениями профилактики лекарственно обусловленного вреда являются регулярная лекарственная сверка, оценка функции органов элиминации, контроль антихолинергической и седативной нагрузки, выявление каскадов назначений и применение критериев Beers и STOPP/START как скрининговых инструментов, результаты которых подразумевают индивидуальную клиническую интерпретацию с учётом лекарственной грамотности пациента и преимущества медицинской помощи.

Депрескрайбинг обоснован, когда ожидаемый вред или бремя конкретного препарата превышают его индивидуальную пользу, при этом отмена или снижение дозы должны быть планируемыми, с согласованием целей лечения и последующим мониторингом терапии.

Литература

1. World Health Organization. Medication safety in polypharmacy: technical report. – Geneva: World Health Organization, 2019. – WHO/UHC/SDS/2019.11.
2. Wang Z., Liu T., Su Q. et al. Prevalence of Polypharmacy in Elderly Population Worldwide: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*. – 2024. – Vol. 33, № 8. – Art. e5880. – DOI: 10.1002/pds.5880.
3. Masnoon N., Shakib S., Kalisch-Ellett L., Caughey G.E. What is polypharmacy? A systematic review of definitions // *BMC Geriatrics*. – 2017. – Vol. 17. – Art. 230. – DOI: 10.1186/s12877-017-0621-2.
4. Mair A., Wilson M., Dreischulte T. Addressing the Challenge of Polypharmacy // *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. – 2020. – Vol. 60. – P. 661–681. – DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-010919-023508.
5. Павленко Е. В., Горелик С. Г., Багдасарян К. С. и др. Полипрагматизация и нежелательные побочные реакции у пожилых пациентов в практике врача первичного звена // *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. – 2023. – № 2. – С. 262–273. – DOI: 10.24412/2312-2935-2023-2-262-273.
6. Сычев Д. А., Остроумова О. Д., Переверзев А. П. и др. Пожилой и старческий возраст пациентов как фактор риска развития лекарственно-индуцированных заболеваний // *Безопасность и риск фармакотерапии*. – 2021. – Т. 9, № 1. – С. 15–24. – DOI: 10.30895/2312-7821-2021-9-1-15-24.
7. Mangoni A. A., Woodman R. J., Jarmuzewska E. A. Pharmacokinetic and pharmacodynamic alterations in older people: what we know so far // *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*. – 2025. – Vol. 21, № 7. – P. 811–829. – DOI: 10.1080/17425255.2025.2503848.
8. Hilmer S. N., Kirkpatrick C. M. J. New Horizons in the impact of frailty on pharmacokinetics: latest developments // *Age and Ageing*. – 2021. – Vol. 50, № 4. – P. 1054–1063. – DOI: 10.1093/ageing/afab003.
9. Toh J. J. Y., Zhang H., Soh Y. Y. et al. Prevalence and health outcomes of polypharmacy and hyperpolypharmacy in older adults with frailty: A systematic review and meta-analysis // *Ageing Research Reviews*. – 2023. – Vol. 83. – Art. 101811. – DOI: 10.1016/j.arr.2022.101811.
10. Davies L. E., Spiers G., Kingston A. et al. Adverse Outcomes of Polypharmacy in Older People: Systematic Review of Reviews // *Journal of the American Medical Directors Association*. – 2020. – Vol. 21, № 2. – P. 181–187. – DOI: 10.1016/j.jamda.2019.10.022.
11. Li Y., Zhang X., Yang L. et al. Association between polypharmacy and mortality in the older adults: A systematic review and meta-analysis // *Archives of Gerontology and Geriatrics*. – 2022. – Vol. 100. – Art. 104630. – DOI: 10.1016/j.archger.2022.104630.
12. Stewart C., Taylor-Rowan M., Soiza R. L. et al. Anticholinergic burden measures and older people's falls risk: a systematic prognostic review // *Therapeutic Advances in Drug Safety*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 20420986211016645. – DOI: 10.1177/20420986211016645.
13. World Health Organization. Medication safety in transitions of care. – Geneva: World Health Organization, 2019. – WHO/UHC/SDS/2019.9.
14. Iqbal A., Richardson C., Iqbal Z. et al. Are there socioeconomic inequalities in polypharmacy among older people? A systematic review and meta-analysis // *BMC Geriatrics*. – 2023. – Vol. 23, № 1. – Art. 149. – DOI: 10.1186/s12877-023-03835-z.
15. Schönfeld M. S., Pfisterer-Heise S., Bergelt C. Self-reported health literacy and medication adherence in older adults: a systematic

review // *BMJ Open*. – 2021. – Vol. 11. – Art. e056307. – DOI: 10.1136/bmjopen-2021-056307.

16. Ozavci G., Bucknall T., Woodward-Kron R. et al. A systematic review of older patients' experiences and perceptions of communication about managing medication across transitions of care // *Research in Social and Administrative Pharmacy*. – 2021. – Vol. 17, № 2. – P. 273–291. – DOI: 10.1016/j.sapharm.2020.03.023.

17. Tian F., Chen Z., Zeng Y. et al. Prevalence of Use of Potentially Inappropriate Medications Among Older Adults Worldwide: A Systematic Review and Meta-Analysis // *JAMA Network Open*. – 2023. – Vol. 6, № 8. – Art. e2326910. – DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.26910.

18. American Geriatrics Society Beers Criteria® Update Expert Panel. American Geriatrics Society 2023 Updated AGS Beers Criteria® for Potentially Inappropriate Medication Use in Older Adults // *Journal of the American Geriatrics Society*. – 2023. – Vol. 71, № 7. – P. 2052–2081. – DOI: 10.1111/jgs.18372.

19. Харисов Р. А. Совершенствование технологии изоляции трубопроводов полимерными ленточными покрытиями с двусторонним липким слоем: специальность 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Уфа, 2011. – 246 с. – EDN QFIFNH.

20. Харисов Р. А. Совершенствование технологии изоляции трубопроводов полимерными ленточными покрытиями с двусторонним липким слоем: специальность 25.00.19 «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Уфа, 2011. – 23 с. – EDN ORDYVX.

21. McDonald E. G., Wu P. E., Rashidi B. et al. The MedSafer Study—Electronic Decision Support for Deprescribing in Hospitalized Older Adults: A Cluster Randomized Clinical Trial // *JAMA Internal Medicine*. – 2022. – Vol. 182, № 3. – P. 265–273. – DOI: 10.1001/jamainternmed.2021.7429.

22. Vasilevskis E. E., Shah A. S., Hollingsworth E. K. et al. Deprescribing Medications Among Older Adults From End of Hospitalization Through Postacute Care: A Shed-MEDS Randomized Clinical Trial // *JAMA Internal Medicine*. – 2023. – Vol. 183, № 3. – P. 223–231. – DOI: 10.1001/jamainternmed.2022.6545.

23. Herrinton L. J., Lo K., Alavi M. et al. Effectiveness of Bundled Hyperpolypharmacy Deprescribing Compared With Usual Care Among Older Adults: A Randomized Clinical Trial // *JAMA Network Open*. – 2023. – Vol. 6, № 7. – Art. e2322505. – DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.22505.

POLYPHARMACY IN ELDERLY AND SENILE PATIENTS: CLINICAL AND PHARMACOLOGICAL RISKS AND MEDICAL AND SOCIAL FACTORS

Kurovsky S.V., Mishin D.A., Golovanov V.G.
LLC "Higher School of Education"

The rise of multimorbidity in elderly and very old patients is accompanied by an increased likelihood of adverse drug reactions, drug-drug interactions, and potentially inappropriate prescriptions. The aim of this study is to systematize the clinical and pharmacological risks of polypharmacy, as well as the medical and social factors behind irrational medication use in older patients. The methodology includes an analytical review with elements of a structured search of publications in PubMed/MEDLINE, the Cochrane Library, Russian scientific resources, and World Health Organization documents. The main analysis period is 2019–2026. The results show that drug-related risk is determined by a combination of age-related changes in pharmacokinetics and pharmacodynamics, frailty, drug-drug interactions, and fragmentation of healthcare. The Beers 2023 and STOPP/START v3 criteria will help standardize the identification of potentially inappropriate prescriptions but require an individual clinical assessment. The practical significance lies in the possibility of using a structured drug review and deprescribing to identify excessive drug load and reduce the risk of adverse drug events in outpatient and inpatient practice.

Keywords: polypharmacy; elderly age; senile age; clinical pharmacology; potentially inappropriate prescriptions; adverse drug reactions; deprescribing; drug safety.

References

1. World Health Organization. Medication safety in polypharmacy: technical report. – Geneva: World Health Organization, 2019. – WHO/UHC/SDS/2019.11.
2. Wang Z., Liu T., Su Q. et al. Prevalence of Polypharmacy in Elderly Population Worldwide: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*. – 2024. – Vol. 33, № 8. – Art. e5880. – DOI: 10.1002/pds.5880.
3. Masnoon N., Shakib S., Kalisch-Ellett L., Caughey G.E. What is polypharmacy? A systematic review of definitions // *BMC Geriatrics*. – 2017. – Vol. 17. – Art. 230. – DOI: 10.1186/s12877-017-0621-2.
4. Mair A., Wilson M., Dreischulte T. Addressing the Challenge of Polypharmacy // *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. – 2020. – Vol. 60. – P. 661–681. – DOI: 10.1146/annurev-pharmtox-010919-023508.
5. Pavlenko E. V., Gorelik S. G., Baghdasaryan K. S., et al. Polypharmacy and adverse drug reactions in elderly patients in primary care physician practice // *Modern problems of health care and medical statistics*. – 2023. – No. 2. – P. 262–273. – DOI: 10.24412/2312-2935-2023-2-262-273.

6. Sychev D.A., Ostroumova O.D., Pereverzev A.P., et al. Elderly and senile age of patients as a risk factor for the development of drug-induced diseases // *Safety and risk of pharmacotherapy*. – 2021. – Vol. 9, No. 1. – Pp. 15–24. – DOI: 10.30895/2312-7821-2021-9-1-15-24.
7. Mangoni A.A., Woodman R.J., Jarmuzewska E.A. Pharmacokinetic and pharmacodynamic alterations in older people: what we know so far // *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*. – 2025. – Vol. 21, No. 7. – P. 811–829. – DOI: 10.1080/17425255.2025.2503848.
8. Hilmer S.N., Kirkpatrick C.M.J. New Horizons in the impact of frailty on pharmacokinetics: latest developments // *Age and Ageing*. – 2021. – Vol. 50, No. 4. – P. 1054–1063. – DOI: 10.1093/ageing/afab003.
9. Toh J.J. Y., Zhang H., Soh Y.Y. et al. Prevalence and health outcomes of polypharmacy and hyperpolypharmacy in older adults with frailty: A systematic review and meta-analysis // *Ageing Research Reviews*. – 2023. – Vol. 83. – Art. 101811. – DOI: 10.1016/j.arr.2022.101811.
10. Davies L.E., Spiers G., Kingston A. et al. Adverse Outcomes of Polypharmacy in Older People: Systematic Review of Reviews // *Journal of the American Medical Directors Association*. – 2020. – Vol. 21, No. 2. – P. 181–187. – DOI: 10.1016/j.jamda.2019.10.022.
11. Li Y., Zhang X., Yang L. et al. Association between polypharmacy and mortality in the older adults: A systematic review and meta-analysis // *Archives of Gerontology and Geriatrics*. – 2022. – Vol. 100. – Art. 104630. – DOI: 10.1016/j.archger.2022.104630.
12. Stewart C., Taylor-Rowan M., Soiza R.L. et al. Anticholinergic burden measures and older people's falls risk: a systematic prognostic review // *Therapeutic Advances in Drug Safety*. – 2021. – Vol. 12. – Art. 20420986211016645. – DOI: 10.1177/20420986211016645.
13. World Health Organization. Medication safety in transitions of care. – Geneva: World Health Organization, 2019. – WHO/UHC/SDS/2019.9.
14. Iqbal A., Richardson C., Iqbal Z. et al. Are there socioeconomic inequalities in polypharmacy among older people? A systematic review and meta-analysis // *BMC Geriatrics*. – 2023. – Vol. 23, No. 1. – Art. 149. – DOI: 10.1186/s12877-023-03835-z.
15. Sch nfeld M.S., Pfisterer-Heise S., Bergelt C. Self-reported health literacy and medication adherence in older adults: a systematic review // *BMJ Open*. – 2021. – Vol. 11. – Art. e056307. – DOI: 10.1136/bmjopen-2021-056307.
16. Ozavci G., Bucknall T., Woodward-Kron R. et al. A systematic review of older patients' experiences and perceptions of communication about managing medication across transitions of care // *Research in Social and Administrative Pharmacy*. – 2021. – Vol. 17, No. 2. – P. 273–291. – DOI: 10.1016/j.sapharm.2020.03.023.
17. Tian F., Chen Z., Zeng Y. et al. Prevalence of Use of Potentially Inappropriate Medications Among Older Adults Worldwide: A Systematic Review and Meta-Analysis // *JAMA Network Open*. – 2023. – Vol. 6, No. 8. – Art. e2326910. – DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.26910.
18. American Geriatrics Society Beers Criteria® Update Expert Panel. American Geriatrics Society 2023 Updated AGS Beers Criteria® for Potentially Inappropriate Medication Use in Older Adults // *Journal of the American Geriatrics Society*. – 2023. – Vol. 71, No. 7. – P. 2052–2081. – DOI: 10.1111/jgs.18372.
19. Kharisov R.A. Improvement of pipeline insulation technology with polymer tape coatings with a double-sided adhesive layer: specialty 25.00.19 "Construction and operation of oil and gas pipelines, bases and storage facilities": dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – Ufa, 2011. – 246 p. – EDN QFIFNH.
20. Kharisov R.A. Improving the technology of pipeline insulation using polymer tape coatings with a double-sided adhesive layer: specialty 25.00.19 "Construction and operation of oil and gas pipelines, bases and storage facilities": abstract of a dissertation for an academic degree Candidate of Technical Sciences. – Ufa, 2011. – 23 p. – EDN ORDYVX.
21. McDonald E. G., Wu P.E., Rashidi B. et al. The MedSafer Study–Electronic Decision Support for Deprescribing in Hospitalized Older Adults: A Cluster Randomized Clinical Trial // *JAMA Internal Medicine*. – 2022. – Vol. 182, № 3. – P. 265–273. – DOI: 10.1001/jamainternmed.2021.7429.
22. Vasilevskis E. E., Shah A.S., Hollingsworth E.K. et al. Deprescribing Medications Among Older Adults From End of Hospitalization Through Postacute Care: A Shed-MEDS Randomized Clinical Trial // *JAMA Internal Medicine*. – 2023. – Vol. 183, № 3. – P. 223–231. – DOI: 10.1001/jamainternmed.2022.6545.
23. Herrinton L. J., Lo K., Alavi M. et al. Effectiveness of Bundled Hyperpolypharmacy Deprescribing Compared With Usual Care Among Older Adults: A Randomized Clinical Trial // *JAMA Network Open*. – 2023. – Vol. 6, № 7. – Art. e2322505. – DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2023.22505.

Искусственный интеллект для оптимизации работы приемного отделения и сортировки пациентов

Сухотерина Елена Геннадьевна,

кандидат медицинских наук, доцент, кафедра экстремальной медицины, травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
E-mail: lenasukhoterina@mail.ru

Холод Елена Анатольевна,

старший преподаватель, кафедра экстремальной медицины, травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
E-mail: d-sukhoterin@mail.ru

Каскаева Дарья Сергеевна,

к.м.н., доцент кафедры поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО, ФГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого
E-mail: dashakas.ru@mail.ru

Гаврилова Юлия Александровна,

кандидат медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России
E-mail: gavrilova_ya@inbox.ru

Ташлыкова Наталья Юрьевна,

канд. филос. наук, доцент, Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина
E-mail: tachlikova65@mail.ru

В статье рассматривается проблема оптимизации работы приемных отделений многопрофильных стационаров в условиях возрастающего потока пациентов и дефицита врачебных кадров. Обоснована необходимость совершенствования системы триажа как ключевого элемента, определяющего своевременность оказания экстренной помощи и эффективность использования ресурсов. Отмечается, что традиционные шкалы сортировки, базирующиеся на клиническом суждении медицинского персонала, характеризуются существенной вариабельностью – частота ошибочных решений достигает 34%, что создает риски неоправданной отсрочки помощи пациентам с критическими состояниями. Целью работы является анализ перспектив внедрения алгоритмов машинного обучения и методов обработки естественного языка для автоматизации процесса сортировки пациентов в приемных отделениях. В основу исследования положены научные публикации, отобранные при систематическом поиске в базах данных PubMed, Scopus и Google Scholar за период 2020–2025 годов. Проанализированы работы, содержащие количественные данные о точности классификации, частоте сортировочных ошибок и временных показателях функционирования интеллектуальных систем. В качестве методологической базы использованы методы описательной статистики и сопоставительного анализа различных алгоритмических архитектур, включая классические модели машинного обучения, нейросетевые подходы и мультимодальные системы, интегрирующие структурированные клинические показатели и неструктурированные тексты жалоб. Результаты систематизации данных позволили сформулировать организационные и методологические требования к внедрению интеллектуальных систем триажа в клиническую практику.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, обработка естественного языка, триаж, приемное отделение, сортировка пациентов, экстренная медицинская помощь, большие языковые модели, поддержка принятия решений, скорая медицинская помощь.

Введение

Приемные отделения многопрофильных стационаров по всему миру функционируют в условиях хронической перегрузки, связанной с ростом числа экстренных обращений, дефицитом медицинского персонала и ограниченностью ресурсов [8, с. 227]. Одним из ключевых элементов работы приемного отделения, определяющим как качество оказания помощи, так и эффективность использования ресурсов, является триаж – процесс сортировки пациентов по степени срочности медицинского вмешательства [1, с. 152]. Принятое на входе решение о категории срочности влияет на время ожидания, порядок осмотра врачами и вероятность неблагоприятного исхода при недооценке тяжести состояния.

В настоящее время в большинстве стран используются стандартизированные шкалы триажа: Канадская шкала триажа и срочности (CTAS), Манчестерская шкала триажа (MTS), индекс тяжести неотложных состояний (ESI) [3, с. 874]. Несмотря на их повсеместное применение, сохраняются серьезные проблемы. По данным исследований, частота ошибочной сортировки может достигать 34% по шкале ESI, а при отсутствии регулярного врачебного аудита ошибки медсестринского триажа регистрируются в 23,3% случаев. Причины вариабельности включают субъективность клинического суждения, утомляемость персонала и различия в интерпретации одних и тех же симптомов разными специалистами.

Морозов С. П. в своей работе подчеркивает, что внедрение технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта в здравоохранении направлено на решение таких проблем, как кадровый дефицит и большой объем рутинных исследований, требующих быстрой интерпретации [6, с. 38]. Однако потенциал алгоритмов машинного обучения в системе триажа не ограничивается анализом изображений – он охватывает обработку текстовых жалоб, голосовых сообщений и динамических физиологических данных, что открывает новые возможности для повышения объективности сортировки пациентов приемного отделения.

Материалы и методы

В работе проведен систематический анализ научных публикаций, посвященных применению алгоритмов искусственного интеллекта для триажа пациентов приемных отделений. Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus и Google Scholar по ключевым словам: «искусственный интеллект», «триаж», «приемное отделение», «машинное обучение», «обработка естественного языка», «экстренная медицина». Глубина поиска составила 5 лет (2020–2025 гг.). Из общего числа найденных публикаций отобраны работы, содержащие количественные оценки эффективности алгоритмов сортировки или описания клинических внедрений. При сравнительном анализе применялись методы описательной статистики.

Результаты

Анализ публикаций свидетельствует о том, что автоматизация триажа наиболее успешно развивается в двух основных направлениях. Первое связано с обработкой формализованной информации – значений физиологических параметров, возраста и других демографических данных. Второе охватывает неструктурированные текстовые материалы, включая описания жалоб и записи, сделанные медицинским персоналом в процессе первичного осмотра.

В исследовании, выполненном в одном из университетских госпиталей Саудовской Аравии, представлена модель на основе случайного леса, обученная на 998 историях обращений. Авторы сообщают о точности классификации, достигшей 84% при распределении пациентов по пяти уровням срочности [1, с. 153]. При этом доля случаев, когда сортировочное решение оказывалось ошибочным, оказалась заметно ниже по сравнению с ручным медсестринским триажем. Полученные данные подтверждают, что применение машинного обучения позво-

ляет снизить субъективность при определении приоритетов – фактор, приобретающий особую значимость в условиях интенсивной загрузки приемного отделения и ограниченного времени на принятие решений.

Особый интерес представляют модели, предназначенные для дифференциации пациентов средней степени тяжести – категории, наиболее сложной для клинической оценки. В работе группы исследователей из Китая представлена модель KUTS, использующая как табличные данные, так и тексты жалоб пациентов. Для умеренной степени тяжести (третий уровень по шкале SETEC) модель достигла AUC 0,95, что существенно превосходило предыдущие методы (AUC 0,76 для стандартных алгоритмов и 0,82 для мультимодальных подходов) [2, с. 880]. Данный результат имеет важное практическое значение, поскольку именно ошибки в определении приоритета пациентов средней тяжести, по данным эпидемиологических исследований, являются наиболее частыми и потенциально опасными.

Исследование, выполненное на основе базы данных CETAT (27 187 пациентов), продемонстрировало, что применение больших языковых моделей для извлечения информации из записей жалоб и анамнеза позволяет улучшить идентификацию критических пациентов уже на догоспитальном этапе, когда данные жизненно важных функций еще не измерены. Включение извлеченного с помощью LLM балла тяжести в логистическую регрессию повысило AUC-ROC с 0,746 до 0,802 [3]. Даже после добавления данных о жизненно важных показателях улучшение сохраняло статистическую значимость, что указывает на дополнительную прогностическую ценность текстовой информации, не дублирующей физиологические параметры.

В сфере догоспитальной помощи разрабатываются системы на основе анализа голосовых обращений. Система InTriage, использующая распознавание речи и обработку естественного языка для телефонных вызовов в службу скорой помощи, показала F1-меру 73,34% при извлечении ключевой информации о состоянии пациента [2]. Разработчики отмечают, что такая система позволяет сократить число ошибок сортировки на этапе диспетчерской службы и оптимизировать направление бригад скорой помощи, что особенно актуально при массовых поступлениях и в условиях ограниченных ресурсов.

Ряд исследований посвящен сравнению различных архитектур алгоритмов для триажа. Результаты показывают, что традиционные методы машинного обучения (XGBoost, случайный лес) могут быть не менее эффективны, чем нейросетевые архитектуры, особенно на ограниченных по объему выборках [9; 10]. Систематический обзор, выполненный Б. Порто и соавторами, подтверждает, что интеграция данных из текстовых записей в алгоритмы машинного обучения значительно повышает классификационную способность моделей по сравнению с использованием только структурированных данных [4, с. 219].

Важное методологическое значение имеет работа исследователей из Университета Бергена, применивших метод SHAP-значений для анализа факторов, влияющих на ошибки триажа. Применение метода SHAP-значений позволило установить, что автоматизированный отбор признаков не всегда совпадает с клиническими ожиданиями. В частности, вклад возраста как фактора пересортировки оказался менее значимым, чем это предполагалось в более ранних работах, опиравшихся на экспертные оценки [3]. Данное наблюдение указывает на необходимость эмпирической проверки гипотез о прогностической ценности отдельных переменных и пересмотра устоявшихся клинических представлений, способных оказывать влияние на врачебные решения.

Обсуждение

На основании представленных данных можно выделить несколько положений, имеющих значение для внедрения интеллектуальных систем в практику триажа. Использование алгоритмов машинного обучения обеспечивает более высокую точность сортировки по сравнению с ручным медсестринским триажем. Это преимущество обусловлено возможностью моделей учитывать нелинейные взаимодействия между множеством параметров и нивелировать субъективный компонент клинической оценки. Наибольший прирост точности фиксируется при объединении структурированных показателей и неструктурированных текстовых данных – записей жалоб и заметок медицинского персонала.

Наиболее сложной для автоматизации является категория пациентов средней степени тяжести, где решения, принимаемые человеком, характеризуются наибольшей вариабельностью. Именно в этом сегменте внедрение специализированных алгоритмов может дать максимальный клинический эффект, снижая как недо– (риск отсрочки помощи), так и пересортировку (неэффективное использование ресурсов).

Современные большие языковые модели демонстрируют способность извлекать клинически значимую информацию из текстовых данных на этапе, когда объективные физиологические параметры еще не измерены или не полностью доступны. Это расширяет временное

окно для принятия решений и может быть использовано для предварительной сортировки пациентов уже на догоспитальном этапе.

Следует отметить, что внедрение алгоритмов искусственного интеллекта в практику триажа сталкивается с рядом препятствий методологического и организационного характера. К их числу относятся: дефицит стандартизированных размеченных наборов данных для обучения; проблема интерпретируемости решений, принимаемых «черными ящиками» (особенно в случае глубоких нейронных сетей); сложность интеграции с существующими медицинскими информационными системами и рабочими процессами приемного отделения (см. Таблица).

Таблица. Основные барьеры и перспективы внедрения систем искусственного интеллекта для триажа в приемных отделениях

Категория барьера	Конкретные проблемы	Возможные пути решения
Данные	Дефицит размеченных наборов данных; нестандартизированность записей; низкое качество текстовых данных	Создание стандартизированных протоколов сбора данных; использование методов разметки с привлечением экспертов; применение синтетических данных
Интерпретируемость	«Черный ящик» нейросетевых моделей; сложность объяснения решений врачам	Внедрение методов объяснимого ИИ (SHAP, LIME); разработка визуальных интерфейсов для отображения ключевых факторов решения
Интеграция	Несовместимость с существующими МИС; сложность встраивания в рабочие процессы	Использование стандартов HL7 FHIR; поэтапное внедрение с пилотными проектами; адаптация интерфейсов к потребностям пользователей
Обучение персонала	Низкая цифровая грамотность части сотрудников; сопротивление изменениям	Разработка программ обучения; вовлечение персонала на этапе проектирования; создание системы мотивации
Регуляторные вопросы	Отсутствие четких нормативных требований к ИИ-системам; неопределенность юридической ответственности	Разработка отраслевых стандартов; участие в пилотных регуляторных проектах; взаимодействие с надзорными органами
Экономические	Высокая стоимость разработки и внедрения; неопределенность экономической эффективности	Проведение экономических оценок; использование государственно-частного партнерства; поэтапное внедрение с оценкой эффективности

Источник: составлено автором

Опыт внедрения информационных систем с технологиями искусственного интеллекта, описанный Романовым С.В. и соавторами в контексте поликлинических медицинских осмотров, показывает, что при правильной организации процесса удается достичь сокращения времени ожидания на 45% и увеличить пропускную способность в 1,5 раза [7, с. 60]. Применение аналогичных подходов к организации потоков пациентов в приемном отделении представляется перспективным, хотя и требует учета специфики экстренной помощи – динамичности состояния пациентов, высокого уровня неопределенности и необходимости быстрой адаптации алгоритмов к меняющимся условиям.

Блохин И.А. с соавторами в своем исследовании, проведенном в условиях пандемии COVID-19, подчеркивают, что валидация алгоритмов искусственного интеллекта в реальных медицинских организациях является необходимым этапом перед их широким внедрением [5, с. 271]. В условиях пиковых нагрузок на систему здравоохранения именно способность алгоритмов быстро обрабатывать большие объемы данных и выявлять приоритетных пациентов становится критическим фактором эффективности работы приемных отделений.

Дальнейшее развитие данного направления связано с созданием прогностических конвейеров, объединяющих анализ жалоб, физиологических параметров и данных инструментальной диагностики в единую систему. Опыт разработки мультимодальных моделей показывает, что интеграция разнородных источников информации позволяет достичь более высоких показателей точности по сравнению как с отдельными алгоритмами, так и с клиническими решениями, принимаемыми медицинским персоналом [2].

Заключение

Применение методов машинного обучения к задаче сортировки пациентов в приемных отделениях обеспечивает точность классификации

на уровне 84% и сопровождается снижением частоты ошибочных решений по сравнению с ручным медсестринским триажем. Наибольшая эффективность достигается при комплексном использовании формализованных клинических данных и неструктурированных текстов жалоб, что позволяет компенсировать ограничения каждого из этих источников в отдельности.

Модели на основе обработки естественного языка демонстрируют способность извлекать прогностически значимую информацию уже на этапе до поступления пациента, что расширяет возможности ранней идентификации критических состояний и оптимизации подготовки ресурсов приемного отделения.

Внедрение интеллектуальных систем триажа требует разработки стандартизированных подходов к обучению и валидации алгоритмов, обеспечения интерпретируемости принимаемых решений и интеграции с существующими медицинскими информационными системами. Успешный опыт применения информационных систем на основе искусственного интеллекта в других звеньях медицинской помощи свидетельствует о принципиальной реализуемости таких проектов при условии учета специфики работы приемных отделений.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание крупных размеченных наборов данных для обучения алгоритмов, разработку методов объяснимого искусственного интеллекта для клинической практики и проведение исследований, оценивающих влияние автоматизированного триажа на исходы пациентов и показатели работы приемных отделений.

Литература

1. Almulhim M., Alfara D., Alabbad D., Alghamdi F.A., AlKhudair M.A., AlKatout K.A., Alsulaibai A. Using machine learning technique in managing emergency triage flow // *Acta Informatica Medica*. – 2025. – Т. 33. – №. 2. – P. 152–156.
2. Gao H., Wang K., Yuan Y., Wang Y., Liu Q., Wang Y., Lai Y. A large language model based pipeline for extracting information from patient complaint and anamnesis in clinical notes for severity assessment // *Scientific Reports*. – 2025. – Т. 15. – №. 1. – P. 25345.
3. He K., Lin Q., Fei H., Chng E. S., Hong D., Ong M. E. H., Feng M. InTriage: Intelligent Telephone Triage in Pre-Hospital Emergency Care // *Proceedings of the 2025 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations*. – 2025. – P. 873–885.
4. Porto B.M. Improving triage performance in emergency departments using machine learning and natural language processing: a systematic review // *BMC Emergency Medicine*. – 2024. – Т. 24. – №. 1. – P. 219–225.
5. Блохин И.А. Использование искусственного интеллекта в здравоохранении: опыт валидации алгоритма искусственного интеллекта в медицинских организациях в условиях пандемии COVID-19 // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. – 2021. – №. 1. – С. 271–282.
6. Морозов С.П. Искусственный интеллект в работе медицинской организации // *Московская медицина*. – 2021. – № 5 (45). – С. 38–39.
7. Романов С.В., Дзюбак С.А., Романова Т.Е., Бердугин В.А., Абаева О.П. Опыт внедрения информационной системы с технологиями искусственного интеллекта в работу поликлиники для оптимизации организации периодических медицинских осмотров // *Менеджер здравоохранения*. – 2024. – № 9. – С. 60–66.
8. Рязанова С. В., Мазаев В.П., Комков А.А. Новые тенденции становления искусственного интеллекта в медицине // *CardioСоматика*. – 2021. – Т. 12. – №. 4. – С. 227–233.
9. Селиверстов П. А., Шапкин Ю.Г., Стекольников Н.Ю. Возможности применения технологий искусственного интеллекта для оказания догоспитальной помощи при травмах // *Журнал им. НВ Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. – 2025. – Т. 14. – №. 3. – С. 609–618.

совского «Неотложная медицинская помощь». – 2025. – Т. 14. – №. 3. – С. 609–618.

10. Фоминов С.Д. Применение искусственного интеллекта в медицине: от диагностики до терапии // *Вестник науки*. – 2025. – Т. 5. – №. 6 (87). – С. 935–944.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR OPTIMIZING EMERGENCY DEPARTMENT OPERATIONS AND PATIENT TRIAGE

Sukhoterina E.G., Kholod E.A., Kaskayeva D.S., Gavrilova Yu.A., Tashlykova N.Yu.

St. Petersburg State Pediatric Medical University, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voino-Yasenetsky, Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art)

The article addresses the challenge of optimizing emergency department operations in multidisciplinary hospitals amid rising patient volumes and physician shortages. The need to improve triage systems as a key component determining the timeliness of emergency care delivery and resource utilization efficiency is substantiated. It is noted that traditional sorting scales based on clinical judgment of medical staff demonstrate considerable variability, with error rates reaching 34%, which creates risks of unjustified delays in care for patients with critical conditions. The aim of the work is to analyze the prospects for implementing machine learning algorithms and natural language processing methods to automate patient triage in emergency departments. The research is based on scientific publications identified through a systematic search of PubMed, Scopus, and Google Scholar databases covering the period from 2020 to 2025. Works containing quantitative data on classification accuracy, triage error rates, and time performance metrics of intelligent systems were analyzed. The methodological framework comprised descriptive statistics and comparative analysis of various algorithmic architectures, including classical machine learning models, neural network approaches, and multimodal systems integrating structured clinical indicators with unstructured complaint texts. The synthesized findings allowed the formulation of organizational and methodological requirements for the implementation of intelligent triage support systems into clinical practice.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, natural language processing, triage, emergency department, patient sorting, emergency medical care, large language models, clinical decision support, emergency medical services.

References

1. Almulhim M., Alfara D., Alabbad D., Alghamdi F.A., AlKhudair M.A., AlKatout K.A., Alsulaibai A. Using machine learning technique in managing emergency triage flow. *Acta Informatica Medica*. 2025;33(2):152–156.
2. Gao H., Wang K., Yuan Y., Wang Y., Liu Q., Wang Y., Lai Y. A large language model based pipeline for extracting information from patient complaint and anamnesis in clinical notes for severity assessment. *Scientific Reports*. 2025;15(1):25345.
3. He K., Lin Q., Fei H., Chng E.S., Hong D., Ong M.E. H., Feng M. InTriage: Intelligent Telephone Triage in Pre-Hospital Emergency Care. In: *Proceedings of the 2025 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations*. 2025:873–885.
4. Porto B.M. Improving triage performance in emergency departments using machine learning and natural language processing: a systematic review. *BMC Emergency Medicine*. 2024;24(1):219–225.
5. Blokhin I.A. Use of artificial intelligence in healthcare: experience of validating an artificial intelligence algorithm in medical organizations during the COVID-19 pandemic. *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*. 2021;(1):271–282.
6. Morozov S.P. Artificial intelligence in the work of a medical organization. *Moscow Medicine*. 2021;5(45):38–39.
7. Romanov S. V., Dzyubak S.A., Romanova T.E., Berdutin V.A., Abaeva O.P. Experience in implementing an information system with artificial intelligence technologies in a polyclinic to optimize the organization of periodic medical examinations. *Healthcare Manager*. 2024;(9):60–66.
8. Ryzanova S. V., Mazaev V.P., Komkov A.A. New trends in the development of artificial intelligence in medicine. *CardioSomatics*. 2021;12(4):227–233.
9. Seliverstov P. A., Shapkin Yu. G., Stekolnikov N. Yu. Possibilities of using artificial intelligence technologies for prehospital trauma care. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2025;14(3):609–618.
10. Fominov S.D. Application of artificial intelligence in medicine: from diagnostics to therapy. *Bulletin of Science*. 2025;5(6)(87):935–944.

Роль терапевтического обучения в формировании приверженности лечению у пациентов с сахарным диабетом и диабетической полиневропатией

Уйбо Полина Андреевна,

врач-эндокринолог, БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3»
E-mail: polinauybo22@gmail.com

Наумов Игорь Анатольевич,

к.м.н., главный врач, БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3»
E-mail: naumov.igor.an@yandex.ru

Мальцева Наталия Борисовна,

биолог, БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3»
E-mail: polinauybo22@gmail.com

Цель: оценить приемы и методы терапевтического обучения для формирования приверженности лечению у взрослых пациентов с сахарным диабетом 1 и 2 типа (СД1 и СД2), в том числе осложненным диабетической полиневропатией (ДПНП) и клиническую эффективность обучения в школе диабета на основе мониторинга уровня гликозилированного гемоглобина (HbA1c) и достижения целевых показателей гликемии. **Методы:** проведен ретроспективный анализ данных 101 пациента (средний возраст 59,1–68,0 лет, 75,25% – женщины). Период наблюдения составил 2 года (сентябрь 2023 г. – декабрь 2025 г.). Полученные данные были разделены на две группы: основную – пациентов, прошедших обучение в школе диабета (n = 53; 52,47%) и пациентов, не проходивших обучение (n = 48; 47,53%). Оценивались демографические критерии, стаж заболевания, динамика HbA1c (на старте, через 3–6 месяцев, 1–1,5 года и 2 года) и доля лиц, достигших индивидуальных целей контроля углеводного обмена. **Результаты:** в группе обучения зафиксировано улучшение приверженности лечению. При СД1 средний уровень HbA1c снизился с 10,54% до 7,56%, тогда как в контрольной группе отмечался пик декомпенсации через 3–6 месяцев (12,49%) с сохранением неудовлетворительного контроля к концу 2 года (9,71%). При СД2 в группе обучения достигли компенсации (снижение HbA1c с 7,56% до 6,44%), в то время как у не прошедших обучение наблюдался рост показателя до 7,9% на промежуточных этапах, отражающий ухудшение комплаенса. За 2 года доля пациентов, успешно достигших целевых значений гликемии, среди прошедших обучение лиц увеличилась с 58,49% до 83,02%. Выявлены гендерные различия: женщины продемонстрировали более высокую вовлеченность в процесс обучения (84,91% в структуре основной группы) и максимальный уровень итоговой приверженности (68,81% достигли целевого уровня HbA1c внутри группы). **Выводы:** структурированное терапевтическое обучение является одним из определяющих факторов формирования приверженности лечению у взрослых пациентов с СД. Наши данные подтверждают целесообразность интеграции образовательных программ для пациентов с СД в практику первичного звена здравоохранения.

Ключевые слова: приверженность лечению, терапевтическое обучение, гликозилированный гемоглобин (HbA1c), самоконтроль.

Введение

В клинической практике эндокринологи часто сталкиваются с низкой приверженностью лечению (комплаентности). Высокая распространенность недостаточного самоконтроля как причины ухудшения качества жизни пациентов с СД обуславливает актуальность данного observational исследования, направленного на оптимизацию работы «Школы диабета». Необходимость регулярного мониторинга гликемии, расчета доз инсулина и модификации образа жизни сопряжена с высокой психологической и когнитивной нагрузкой. Это нередко приводит к терапевтическим срывам, «выгоранию» и развитию анозогнозии. Клинические рекомендации рассматривают структурированное терапевтическое обучение как базовый инструмент преодоления этих рисков.

Цель исследования – оценить влияние на формирование приверженности лечению у взрослых пациентов с СД1 и СД2 и ДПНП обучения в школе диабета на основе мониторинга уровня HbA1c и достижения индивидуальных целевых показателей гликемии.

Материалы и методы

За период работы Школы сахарного диабета в БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3» с сентября 2023 года по декабрь 2025 года проведено ретроспективное observational когортное исследование на базе данных 101 пациента с верифицированными диагнозами по МКБ-10 СД1 или СД2 и ДПНП.

Критерии включения в группу исследования

Критериями включения в исследование являлись: возраст старше 18 лет; установленный диагноз СД и ДПНП; наличие исходного результата лабораторного тестирования на HbA1c; заявление больного в школу диабета на имя главного врача поликлиники; подписанное информированное согласие пациентов в исследуемой когорте.

Таблица 1. Сравнительный анализ эффективности обучения пациентов в школе сахарного диабета

Параметр	Всего в исследовании (N=101)		Пациенты, прошедшие обучение в школе (N=53)		Не прошедшие обучение в школе (N=48)	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Возраст, лет	61,2	58,4	60,5	57,8	61,8	59,2
Стаж заболевания						
Общая продолжительность заболевания (лет)						
Больше 10 лет						
Меньше 10 лет						
Участники						
41						
(40,59%)						
Средний уровень HbA1c в группе по результатам HbA1c						
Через 3–6 месяцев						
Через 1,5–2 года						
Через 2 года						
Приверженность лечению						
1 год						
2 год						
Не						
Приверженность лечению						
1 год						
2 год						
Достижение целевых значений HbA1c						
Через 3–6 месяцев						
Через 1,5–2 года						
Через 2 года						
Приверженность лечению						
1 год						
2 год						
Не						
Приверженность лечению						
1 год						
2 год						

В зависимости от прохождения обучения вся выборка (N = 101, 100%) была разделена на две: группа (пациенты, прошедшие обучение, n = 53; 52,47%) – пациенты, прошедшие полный курс обучения в школе диабета на старте наблюдения и группа (пациенты, не прошедшие обучение, n = 48; 47,53%) – пациенты, получавшие стандартную медикаментозную терапию и общие рекомендации эндокринолога, но не посещавшие занятия в школе диабета. В исследуемой когорте отмечался гендерный диспарат: женщины составили абсолютное большинство – 75,25% (n = 76), в то время как доля мужчин составила 24,75% (n = 25). Средний возраст участников соответствовал старшей возрастной группе. По длительности заболевания (стажу диабета) участники распределились практически равномерно без статистически значимых межгрупповых различий: стаж более 10 лет верифицирован у 44,55% (n = 45) пациентов, стаж менее 10 лет – у 55,46% (n = 56).

Методы оценки и лабораторный контроль

Уровень HbA1c служит базовым критерием эффективности терапии и объективным маркером комплаентности пациентов с СД. Забор венозной крови проводился:

- Исходно (на старте наблюдения, сентябрь 2023 г.);
- Через 3–6 месяцев;
- Через 1–1,5 года;
- К исходу 2 лет наблюдения (декабрь 2025 г.).

Результаты исследования

Обсервационный дизайн исследования позволяет оценить реальную клиническую практику, распространенность факторов риска и барьеры на пути к формированию долгосрочного комплаенса у пациентов с СД. Исследование работы Школы диабета, организованной в БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3» показало эффективность терапевтического обучения для достижения целевых показателей гликемического контроля и полезность для клинической практики терапевтических приемов и тематики занятий, которые использовались врачом-эндокринологом в процессе работы с пациентами. Адаптированная программа «Школы сахарного диабета» включает ключевые темы по управлению СД1, СД2 и их осложнениями, основанные на методических стандартах ведущих научно-медицинских центров России. Занятия в школе диабета проводились в формате интерактивного знакомства с теоретическими вопросами с привлечением видеоматериалов об основном заболевании, его причинах и возможных осложнениях с последующими обсуждениями в виде фокус-групповых дискуссий, которые завершались практической частью для формирования навыков самоконтроля.

В рамках Школы сахарного диабета, организованной в БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3», проведено 15 учебных циклов. Каждый цикл состоял из четырех лекционно-практических занятий и индивидуальных консультаций. Очное консультирование необходимо, поскольку самоконтроль диабета всегда индивидуален и основывается на фенотипе пациента, его образе жизни, уровне физической активности и эффективности назначенного лечения.

Таблица 2. Клинико-демографический профиль групп участников исследования

Критерий / Показатель	Прошедшие обучение в школе	Не прошли обучение в школе
Общее количество (N = 101)	53 чел. (52,47%)	48 чел. (47,53%)
Гендерный состав (М / Ж)	8 чел. (15,09%) / 45 чел. (84,91%)	17 чел. (35,42%) / 31 чел. (64,58%)
Средний возраст (лет) (М / Ж)	67,4 / 68,0	60,7 / 59,1
Стаж диабета (>10 лет / <10 лет)	22 чел. (21,78%) / 31 чел. (30,69%)	23 чел. (22,77%) / 25 чел. (24,75%)
Динамика HbA1c (СД 1) через 2 года	Снижение с 10,54% до 7,56%	Ухудшение с 10,54% до 9,71% (пик 12,49%)
Динамика HbA1c (СД 2) через 2 года	Снижение с 7,56% до 6,44%	Колебания с 7,56% до 7,16% (пик 7,9%)
Достижение целей контроля через 2 года	Рост с 58,49% до 83,02%	Стагнация: с 52,08% до 58,33%
Итоговый вклад по гендеру (достигли цели)	Мужчины: 13,21% / Женщины: 68,81%	Мужчины: 16,67% / Женщины: 41,67%

Таким образом, сформированная когорта участников с преобладанием лиц женского пола репрезентирует типичный клинический профиль коморбидного пациента старшей возрастной группы. Приверженность лечению выросла на 24,53%.

Для оценки непосредственного влияния структурированного терапевтического обучения на качество гликемического контроля был проведен продольный мониторинг уровня HbA1c. В лаборатории в БУЗ ВО «Вологодская городская поликлиника № 3» определение концентрации HbA1c в образцах цельной венозной крови выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе Biosystems BA400. Всего было исследовано 101 образец крови. Определение концентрации HbA1c проводилось с помощью набора реагентов «Гликогемоглобин латекс» (производства АО «Вектор-Бест»).

Результаты исследования указывают на существование различий в зависимости от фенотипа СД. Пациенты, прошедшие обучение, показали улучшение углеводного обмена. Без обучения пациенты не смогли удержать показатели и за весь период наблюдения зафиксировано **отрицательное изменение – уровень HbA1c вырос на 4,5%.**

Динамика HbA1 у пациентов с СД1 и СД2 на протяжении 2-летнего периода наблюдения представлена на рис. 1.

Таблица 3. Сводная таблица изменений HbA1c

Группа пациентов	До обучения	Через 1–1,5 года	Абсолютное изменение	Относительное изменение (%)
СД 1 типа (прошедшие обучение)	10,54%	7,16%	-3,38%	-32,1%
СД 1 типа (не прошедшие обучение)	10,54%	9,94%	-0,60%	-5,7%
СД 2 типа (прошедшие обучение)	7,56%	6,74%	-0,82%	-10,8%
СД 2 типа (не прошедшие обучение)	7,56%	7,90%	+0,34%	+4,5%

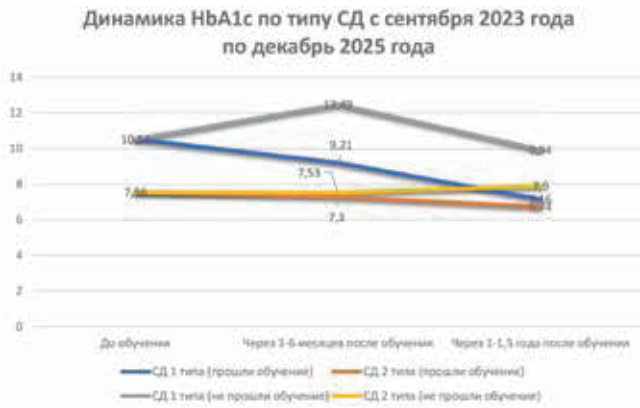


Рис. 1. Динамика HbA1c в зависимости от типа СД и прохождения терапевтического обучения

С клинической точки зрения важным является не просто снижение абстрактного среднего показателя, а перевод конкретного пациента в зону показателей углеводного обмена, индивидуально определенную лечащим врачом. В связи с этим на следующем этапе анализа была проведена оценка доли пациентов в каждой из подгрупп, успешно достигших и удержавших к концу второго года исследования свои целевые параметры гликемии. Распределение участников по критерию достижения терапевтической цели в зависимости от фактора обучения показано на рис. 2.



Рис. 2. Эффективность школы диабета в достижении индивидуальных целевых уровней гликемии через 2 года наблюдения

Влияние школы диабета для взрослых пациентов показывает позитивные изменения в результатах приверженности лечению: 4 из 5 обученных пациентов выходят на целевой уровень гликемии. Отказ от обучения не позволяет пациентам самостоятельно установить контроль над заболеванием.

Обсуждение

В международной медицинской практике существует система – Обучение самоконтролю диабета (Diabetes self-management education – DSME). Она включает цифровые программы по СД. [1]. Существуют разные национальные модели. В Великобритании разработаны национальные программы DAFNE (Dose Adjustment For Normal Eating – Коррекция дозы при обычном питании) для СД 1 [2] и DESMOND (Diabetes Education and Self-Management for Ongoing and Newly Diagnosed– Обучение пациентов и самоконтроль при текущем и впервые выявленном диабете) для больных СД 2 [3, 4]. Обучение доступно в трех форматах: онлайн обучение в группе через видеоконференции или групповое очное обучение

(до 10 человек в группе). Платформа myDESMOND предназначена для самостоятельного освоения и включает видеоуроки, трекеры здоровья и чат-форум с экспертами [5, 6]. Полный курс рассчитан на 6 часов и проводится за 1 или 2 дня. Например, программа для СД2 включает несколько модулей. Психологический блок **обсуждает** страхи «диабетического стресса» (diabetes distress). Следующий модуль объясняет природу СД2, роль инсулина и HbA1c, приемы самоконтроля глюкозы, и т.д. Модуль «Физическая активность» подбирает безопасные физические нагрузки с применением концепции «5Ss». Концепция «5 Ss» для лечения диабета 2 типа подразумевает рутинные суточные физические привычки человека: сидение (Sitting), шаги (Stepping), потоотделение (Sweating), укрепление мышц (Strengthening) и сон (Sleeping). Такой подход помогает улучшить обмен веществ и контроль уровня глюкозы в крови, иногда, при своевременной модификации образа жизни, без лекарств [7]. Модуль «Профилактика осложнений и ремиссия, сердечно-сосудистые риски» учит замечать первые признаки сосудистых осложнений. Участники в конце курса составляют индивидуальный план по изменению образа жизни [8, 9]. В США семейные модели обучения самоконтролю диабета (Family Models of Diabetes Self-Management Education) вовлекают в обучение семью пациента для улучшения психологического климата [10].

В Российской Федерации занятия по программе терапевтического обучения в школах диабета проводятся в течение нескольких дней. Для больных старшей возрастной группы такой тайминг является более приемлемым. Сравнивая тематику занятий, отметим, например, в DESMOND (Великобритания) фокус смещен на мотивационное интервьюирование и борьбу со стрессом. В российских школах диабета упор делается на знакомство с клиническими медицинскими рекомендациями для формирования алгоритмов действий по самоконтролю заболевания.

Программа и тематика занятий отечественных школ диабета во многом пересекается с международными разработками (в частности, DESMOND).

- **Понятие о диабете:** причины развития СД1 и СД2, механизмы инсулинорезистентности и целевые уровни глюкозы в крови.
- **Самоконтроль:** правила работы с глюкометром, ведение дневника, интерпретация результатов и анализов (включая HbA1c).
- **Диетотерапия:** разбор понятий «хлебные единицы» (ХЕ) и «гликемический индекс», формирование тарелки здорового питания, исключение легкоусвояемых углеводов.
- **Физическая активность:** подбор индивидуальной нагрузки, самоконтроль глюкозы до и после тренировок, предупреждение гипогликемии.
- **Терапия:** правила приема сахароснижающих таблеток, титрация доз (если применимо) и основы инсулинотерапии при прогрессировании заболевания.
- **Осложнения и уход за собой:** профилактика ДПНП и синдрома диабетической стопы (правила осмотра и ухода за ногами), контроль артериального давления и профилактика заболеваний почек/глаз.

В России первая структурированная программа обучения для пациентов с СД была разработана сотрудниками Всесоюзного эндокринологического научного центра АМН СССР (Е.Г. Старостина и М.Б. Анциферов). Позже разработкой и внедрением структурированных программ обучения пациентов с СД занимались А.Ю. Майоров, Г.Р. Галстян и Е.В. Суркова. Сначала специалистами была разработана программа для пациентов с СД1, а в 1989 г. в ЭНЦ была открыта первая в России школа диабета, а затем и для пациентов с СД2 [11]. С 2022 года в РФ происходит масштабная трансформация работы школ для пациентов с СД, связанная с запуском Федерального проекта «Борьба с сахарным диабетом». Он разработан Министерством здравоохранения Российской Федерации совместно с ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова». Реализация Проекта запланирована на период с 2023 по 2030 год [12]. Ключевые мероприятия данного Проекта включают в себя, в том числе, организацию и обеспечение работы на регулярной основе амбулаторных школ для больных СД [13]. В России школы для пациентов СД – структурированная система обучения, которая закреплена в стандартах оказания медицинской помощи. Сохранен индивидуализированный подход к выбору целей лечения у пациентов с СД и выбору сахароснижающей терапии в зависимости от доминирующей клинической проблемы пациента [14].

В рамках обсуждения следует рассмотреть лабораторные тесты на HbA1c не только как диагностический инструмент, но и показатель эффективности управления СД, определяющий долгосрочный комплаенс. Иммунотурбидиметрический метод HbA1c доступен для рутинной клинической практики. Использовался в других исследованиях и признан эффективным для мониторинга диабета [15, 16].

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, «приверженность лечению» – это степень соответствия поведения пациента назначениям врача в отношении приема лекарственных препаратов, выполнения рекомендаций по питанию и/или изменения образа жизни [17]. К управляемым факторам формирования комплаенса относятся: доверие к врачу и информирование о заболевании и терапии [18, 19, 20].

На практике при организации школ для больных СД медицинские организации сталкиваются с рядом трудностей: поиском эффективных приемов терапевтического обучения в зависимости от типа СД и демографических особенностей групп (рабочая занятость, образование, возраст, и т.д.), методов контроля знаний и навыков у пациентов, дефицитом времени у врачей-эндокринологов. К сожалению, как в нашей стране, так и в мировой практике [21, 22] изучение индивидуальных барьеров, препятствующих выполнению рекомендаций по лечению, может быть ограничено временем больного, которым он располагает в силу рабочей занятости и его реальных жизненных обстоятельств, для участия в исследовании.

Заключение

Сопоставление полученных результатов проведенного обсервационного исследования с российским и международным опытом школ диабета позволяет раскрыть патофизиологические и поведенческие механизмы, лежащие в основе формирования приверженности лечению. Невозможно сформировать приверженность лечению у больных СД в отсутствие системных знаний о том, что приводит к декомпенсации углеводного обмена и, как следствие, развитию сосудистых осложнений. Обсервационные исследования позволяют изучать реальные клинические ситуации, выявлять корреляции между наборами полученных данных и ассоциативные связи между факторами риска и аспектами заболевания (генетика, фактор коморбидности, образ жизни), помогают формировать доказательную базу для медицины.

Литература

1. Diabetes Self-Management Education in Healthcare Systems // Nature Index: Topics: Health sciences: Health Services and Systems: Primary Health Care. – URL: nature.com (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. McIntyre, H.D. Dose adjustment for normal eating: a role for the expert patient? / H.D. McIntyre. – DOI 10.4093/dmj.2014.38.2.87. – Текст: непосредственный // Diabetes & Metabolism Journal. – 2014. – Vol. 38, № 2. – P. 87–91.
3. DESMOND // Diabetes.co.uk: [сайт]. – 2026. – URL: diabetes.co.uk (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Diabetes Education and Self-Management for Ongoing and Newly Diagnosed (DESMOND) // NHS Lothian: [site]. – 2026. – URL: nhslothian.scot (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. DESMOND Type 2 Diabetes Programme // Wroughtington, Wigan and Leigh Teaching Hospitals NHS Foundation Trust: [site]. – 2026. – URL: www.nhs.uk (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
6. Diabetes education // Diabetes UK: [site]. – 2026. – URL: diabetes.org.uk (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. A retrospective study of 5S behaviours of Physical Activity (PA) among suburban Mumbai population with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) / K. Parikh, S. Thosani, A. Joshi [et al.]. – DOI 10.4103/jfmpc.jfmpc_971_24. – Текст: непосредственный // Journal of Family Medicine and Primary Care. – 2025. – Vol. 14, № 1. – P. 247–253.
8. DESMOND launches version 7 new curriculum // Leicester Diabetes Centre: [site]. – 2026. – URL: leicesterdiabetescentre.org.uk (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Newly Diagnosed & Foundation // DESMOND: [site]. – 2026. – URL: desmond.nhs.uk (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. Family Models of Diabetes Self-Management Education: The Current Evidence and Critical Gaps in Knowledge // European Medical Journal: [site]. – 2026. – URL: emjreviews.com (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
11. «И снова в школу» – программы обучения больных с сахарным диабетом / А.С. Одарченко, Д.Ю. Савицкая, Ю.И. Филиппов [и др.]. – DOI 10.14341/DM13251. – Текст: непосредственный // Сахарный диабет. – 2025. – Т. 28, № 1. – С. 26–37.

12. Федеральные проекты // Про-диабет: информационный портал. – URL: pro-diabet.ru (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

13. Сахарный диабет: «история болезни» сквозь призму научных открытий: в 2 томах / И.И. Дедов, М.В. Шестакова, Ю.С. Стафеев [и др.]. – Москва: Медицинское информационное агентство, 2025. – Текст: непосредственный // Сахарный диабет. – 2025. – Т. 28, № 5S. – С. 1–175.

14. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, О.Ю. Сухаревой. – 12-й выпуск. – DOI 10.14341/DM2025S. – Текст: непосредственный // Сахарный диабет. – 2025. – Т. 28, № 5S. – С. 1–175.

15. Immunosorbimetric assay of glycated hemoglobin / P. Metus, N. Ruzzante, P. Bonvicini [et al.]. – DOI 10.1002/(SICI)1098-2825(1999)13:1<5>:AID-JCLA2>3.0.CO;2-S. – Текст: непосредственный // Journal of Clinical Laboratory Analysis. – 1999. – Vol. 13, № 1. – P. 5–8.

16. Comparative Performance of a Routine Immunosorbimetric Glycated Hemoglobin Assay and High-Pressure Liquid Chromatography Method / F.H. Rakotonjafinirivo, S.M. Rakotomalala, T. Antsonantenaina, M.K. Ranaivosoa. – DOI 10.7759/cureus.101019. – Текст: непосредственный // Cureus. – 2026. – Vol. 18, № 1. – Art. e101019.

17. Анализ факторов, препятствующих формированию приверженности лечению среди больных сахарным диабетом, и стратегий, способствующих ее повышению / Н.В. Лиходей, М.Ф. Калашникова, Е.М. Лиходей, В.В. Фадеев. – DOI 10.14341/DM8781. – Текст: непосредственный // Сахарный диабет. – 2018. – Т. 21, № 1. – С. 5–14.

18. Роль школы диабета в повышении приверженности пациентов с сахарным диабетом 2 типа лечению и в улучшении контроля гликемии / С.В. Силицына, А.И. Долгушина, Е.В. Колташева [и др.]. – Текст: непосредственный // Профилактическая медицина. – 2026. – Т. 29, № 1. – С. 47–53.

19. Соколова, В.В. Оценка приверженности к лечению больных, страдающих сахарным диабетом / В.В. Соколова, В.В. Кириленко, А.Д. Саватеева. – DOI 10.23670/IRJ.2022.120.6.053. – Текст: электронный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6 (120). – URL: cyberleninka.ru (дата обращения: 15.08.2026).

20. Московская медицина для профессионалов здравоохранения: научно-практический журнал. – 2025. – № 6 (70), декабрь. – URL: niioz.ru (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

21. Sadeghi, D. Improving Adherence to Treatment in Patients With Diabetes: Practical Strategies / D. Sadeghi. – DOI 10.1002/edm2.512. – PMID 39001574. – PMCID PMC11245562. – Текст: электронный // Endocrinology, Diabetes & Metabolism. – 2024. – Vol. 7, № 4. – Art. e00512. – URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/edm2.512 (дата обращения: 15.08.2026). – Режим доступа: по подписке (для открытых частей – свободный).

22. Improving medication adherence in type 2 diabetes: strategies for better clinical and economic outcomes / P.J. Highton, M.P. Funnell, P. Gupta [et al.]. – DOI 10.1007/s00125-025-06617-x. – PMID 41315090. – PMCID PMC12881013. – Текст: непосредственный // Diabetologia. – 2026. – Vol. 69, № 3. – P. 541–556.

ROLE OF THERAPEUTIC EDUCATION IN FOSTERING TREATMENT ADHERENCE AMONG PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS AND DIABETIC POLYNEUROPATHY

Uybo P.A., Naumov I.A., Maltseva N.B.
Vologda City Polyclinic № 3

The purpose of the paper is to evaluate therapeutic education methods and approaches aimed at fostering treatment adherence in adult patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus (T1DM and T2DM) and diabetic polyneuropathy (DPN), as well as the clinical ef-

ficacy of diabetes education programs based on monitoring glycated hemoglobin (HbA1c) levels and achieving glycemic targets.

Keywords: treatment adherence, therapeutic education, glycosylated hemoglobin, self-monitoring.

References

1. Diabetes Self-Management Education in Healthcare Systems // Nature Index: Topics: Health sciences: Health Services and Systems: Primary Health Care. 2026. URL: nature.com (дата обращения: 15.08.2026).

2. McIntyre H.D. Dose adjustment for normal eating: a role for the expert patient? // Diabetes & Metabolism Journal. 2014. Vol. 38, № 2. Pp. 87–91. DOI 10.4093/dmj.2014.38.2.87.

3. DESMOND // Diabetes.co.uk: [сайт]. 2026. URL: diabetes.co.uk (дата обращения: 15.08.2026).

4. Diabetes Education and Self-Management for Ongoing and Newly Diagnosed (DESMOND) // NHS Lothian: [сайт]. 2026. URL: nhsllothian.scot (дата обращения: 15.08.2026).

5. DESMOND Type 2 Diabetes Programme // Wrightington, Wigan and Leigh Teaching Hospitals NHS Foundation Trust: [сайт]. 2026. URL: ww1.nhs.uk (дата обращения: 15.08.2026).

6. Diabetes education // Diabetes UK: [сайт]. 2026. URL: diabetes.org.uk (дата обращения: 15.08.2026).

7. A retrospective study of 5S behaviours of Physical Activity (PA) among suburban Mumbai population with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) / K. Parikh, S. Thosani, A. Joshi [et al.] // Journal of Family Medicine and Primary Care. 2025. Vol. 14, № 1. P. 247–253. DOI 10.4103/jfmpc.jfmpc.971_24.

8. DESMOND launches version 7 new curriculum // Leicester Diabetes Centre: [сайт]. 2026. URL: leicesterdiabetescentre.org.uk (дата обращения: 15.08.2026).

9. Newly Diagnosed & Foundation // DESMOND: [сайт]. 2026. URL: desmond.nhs.uk (дата обращения: 15.08.2026).

10. Family Models of Diabetes Self-Management Education: The Current Evidence and Critical Gaps in Knowledge // European Medical Journal: [сайт]. 2026. URL: emjreviews.com (дата обращения: 15.08.2026).

11. «Back to school again» – education programs for patients with diabetes mellitus / A.S. Odarchenko, D.Y. Savitskaya, Yu.I. Philippov [et al.] // Diabetes mellitus. 2025. Vol. 28, № 1. P. 26–37. DOI 10.14341/DM13251.

12. Federal projects // Pro-diabet: information portal. URL: https://pro-diabet.ru (дата обращения: 15.08.2026).

13. Дедов И. И., Шестакова М.В., Стафеев Ю.С. [и др.]. Diabetes mellitus: «case history» through the prism of scientific discoveries: в 2 томах. Москва: Медицинское информационное агентство, 2025. 2 т.

14. Standards of Specialized Diabetes Care / Edited by I.I. Dedov, M.V. Shestakova, O. Yu. Sukhareva [et al.]; 12th Edition // Diabetes mellitus. 2025. Vol. 28, № 5S. P. 1–175. DOI 10.14341/DM2025S.

15. Immunosorbimetric assay of glycated hemoglobin / P. Metus, N. Ruzzante, P. Bonvicini [et al.] // Journal of Clinical Laboratory Analysis. 1999. Vol. 13, № 1. P. 5–8. DOI 10.1002/(SICI)1098-2825(1999)13:1<5>:AID-JCLA2>3.0.CO;2-S.

16. Comparative Performance of a Routine Immunosorbimetric Glycated Hemoglobin Assay and High-Pressure Liquid Chromatography Method / F.H. Rakotonjafinirivo, S.M. Rakotomalala, T. Antsonantenaina, M.K. Ranaivosoa // Cureus. 2026. Vol. 18, № 1. Art. e101019. DOI 10.7759/cureus.101019.

17. Analysis of the factors that prevent adherence to treatment in patients with diabetes mellitus and the strategies that contribute to the improvement in adherence / N.V. Likhodey, M.F. Kalashnikova, E.M. Likhodey, V.V. Fadeyev // Diabetes mellitus. 2018. Vol. 21, № 1. P. 5–14. DOI 10.14341/DM8781.

18. The role of the Diabetes School in increasing compliance of patients with type 2 diabetes to treatment and improving glycemic control / S.V. Sinitsyna, A.I. Dolgushina, E.V. Koltasheva [et al.] // The Russian Journal of Preventive Medicine. 2026. Vol. 29, № 1. P. 47–53. DOI 10.17116/profmed20262901147.

19. Sokolova V. V., Kirilenko V.V., Savateeva A.D. Assessment of treatment adherence in patients with diabetes mellitus // International Research Journal. 2022. № 6 (120). URL: cyberleninka.ru (дата обращения: 15.08.2026). DOI 10.23670/IRJ.2022.120.6.053.

20. Moskovskaya meditsina dlya professionalov zdravookhraneniya = Moscow Medicine for Healthcare Professionals. 2025. № 6 (December). URL: https://niioz.ru (дата обращения: 15.08.2026).

21. Sadeghi D. Improving Adherence to Treatment in Patients With Diabetes: Practical Strategies // Endocrinology, Diabetes & Metabolism. 2024. Vol. 7, № 4. Art. e00512. DOI 10.1002/edm2.512.

22. Improving medication adherence in type 2 diabetes: strategies for better clinical and economic outcomes / P.J. Highton, M.P. Funnell, P. Gupta [et al.] // Diabetologia. 2025. DOI 10.1007/s00125-025-06617-x.

Сухотерина Елена Геннадьевна,

кандидат медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет кафедра экстремальной медицины, травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии
E-mail: lenasukhoterina@mail.ru

Смыкова Анастасия Николаевна,

к.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России

Каскаева Дарья Сергеевна,

к.м.н., доцент кафедры поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО, ФГБОУ ВПО Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого
E-mail: dashakas.ru@mail.ru

Каскаева Софья Александровна,

студент, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России
E-mail: dashakas.ru@mail.ru

Ташлыкova Наталья Юрьевна,

канд. филос. наук, доцент, Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
E-mail: tachlikova65@mail.ru

В статье рассматриваются подходы к эпидемиологическому прогнозированию, базирующиеся на совместной обработке массивов данных различной природы. В качестве информационной основы выступают демографические показатели мобильности, метеорологические ряды наблюдений и поисковые запросы пользователей сети. Авторы проводят сопоставительный анализ эффективности методов градиентного бустинга и архитектур рекуррентных нейронных сетей применительно к задачам краткосрочного и среднесрочного прогноза динамики заболеваемости и исходов инфекций. Отдельное внимание уделяется вопросам агрегации гетерогенных источников, а также ограничениям, накладываемым неполнотой и неоднородностью входных данных. Показано, что использование алгоритмов машинного обучения позволяет достичь приемлемой точности на коротких прогнозных горизонтах. Наряду с традиционными клинко-статистическими данными обосновывается значимость инфодемологических индикаторов: аналитические модели, построенные на активности пользователей в поисковых системах и социальных медиа, демонстрируют способность фиксировать предвестники подъема заболеваемости на несколько дней раньше регистрации случаев официальными службами. Обсуждаются перспективы внедрения прогнозной аналитики в практику оперативного оповещения региональными системами здравоохранения. Рассматриваются также системы поддержки принятия врачебных решений, использующие ИИ для оценки индивидуального риска тяжелого течения заболевания на основе лабораторных и клинических данных. Отдельное внимание уделено проблемам практического внедрения: зависимости от качества исходных данных, ограниченной интерпретируемости сложных моделей, эффекту «дрейфа концепции» при появлении новых штаммов возбудителей и этическим вопросам использования данных о мобильности населения. Обосновывается необходимость дальнейшего развития гибридных подходов, сочетающих классические эпидемиологические методы с современными алгоритмами машинного обучения. Делается вывод, что прогнозная аналитика на основе искусственного интеллекта является перспективным инструментом для систем общественного здравоохранения, позволяющая своевременно корректировать противоэпидемические меры и оптимально распределять ограниченные ресурсы в условиях пандемий и крупных эпидемических вспышек.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, прогнозирование эпидемий, большие данные, пандемия COVID-19, эпидемиологические модели, глубокое обучение, анализ данных

Введение

Пандемия COVID-19, охватившая все страны мира в 2020–2022 годах, со всей очевидностью продемонстрировала уязвимость систем общественного здравоохранения перед быстро распространяющимися инфекционными заболеваниями. В условиях, когда число зараженных возрастает в геометрической прогрессии, а ресурсы медицинских организаций ограничены, способность своевременно предвидеть развитие эпидемиологической ситуации становится критически важной для принятия управленческих решений [8, с. 24].

Традиционные подходы к прогнозированию инфекционных заболеваний, основанные на компартментальных моделях SIR, SEIR и их модификациях, имеют давнюю историю и хорошо зарекомендовали себя в эпидемиологической практике [2, с. 13]. Однако в условиях пандемии, когда ежедневно вводятся новые ограничительные меры, изменяется поведение населения и появляются новые штаммы возбудителя, эти модели сталкиваются с серьезными ограничениями. Их параметры требуют постоянной ручной корректировки, а учет множества влияющих факторов становится крайне затруднительным.

Именно здесь на передний план выходят технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ). В отличие от классических моделей, методы машинного обучения способны автоматически выявлять сложные нелинейные зависимости между тысячами переменных и адаптироваться к изменяющимся условиям в режиме реального времени. Прогнозные модели на основе ИИ уже активно применялись в ходе пандемии для оценки числа зараженных и умерших, определения нагрузки на систему здравоохранения и планирования противоэпидемических мероприятий [3, с. 343].

Цель настоящей работы – систематизировать и проанализировать современные подходы к прогнозированию эпидемий с использованием искусственного интеллекта, рассмотреть источники данных, применяемые алгоритмы, а также выявить основные проблемы и перспективы внедрения этих технологий в практику общественного здравоохранения.

Материалы и методы исследования

В ходе работы был проведен анализ отечественных и зарубежных публикаций, посвященных применению ИИ и методов машинного обучения для прогнозирования распространения инфекционных заболеваний. Основное внимание уделялось исследованиям, проведенным в период пандемии COVID-19, как наиболее полно отражающим современные подходы к эпидемиологическому прогнозированию [1]. Также были изучены научные работы, описывающие создание прогностических моделей для других инфекций, включая грипп, лихорадку денге и вирус Зика [6].

Эмпирическую базу исследования составили открытые статистические агрегаторы – портал стопкоронавирус.рф, система ЕМИСС и глобальные архивы Университета Джонса Хопкинса. В ходе обзора проанализированы публикации, отражающие практическую апробацию алгоритмов градиентного бустинга (реализации CatBoost и XGBoost), рекуррентных сетей с долгой краткосрочной памятью, методов семантического анализа текстов и композиционных моделей. Сопоставление прогнозных качеств выполнено с привлечением показателей средней абсолютной процентной ошибки и среднеквадратичного отклонения.

Значительное место в работе отведено критической оценке информационных источников, задействованных при построении прогнозов. К их числу относятся официальные данные о регистрируемой заболеваемости и летальности, обезличенные треки мобильности (включая сведения о пассажиропотоках и геопозиционировании), демографические параметры регионов, частотные характеристики поисковых интернет-запросов, активность пользователей в социальных медиа, а также многолетние климатические ряды.

Рассматривались как успешные примеры применения ИИ, так и случаи, когда прогнозы оказывались неточными из-за недостатка или низкого качества данных.

Результаты исследования

Анализ научной литературы показывает, что за последние годы было разработано значительное число прогностических моделей на основе искусственного интеллекта для мониторинга и прогнозирования эпи-

демий. Эти модели решают различные задачи — от краткосрочного предсказания числа заболевших до оценки эффективности вводимых ограничительных мер.

1. Прогнозирование числа зараженных и умерших. Наиболее распространенным применением ИИ в эпидемиологии является прогнозирование временных рядов заболеваемости и смертности. Модели на основе градиентного бустинга и рекуррентных нейронных сетей обучаются на исторических данных и позволяют строить прогнозы на срок от нескольких дней до нескольких недель. В исследовании, посвященном прогнозированию COVID-19 в регионах России, была создана модель на основе CatBoost, которая ежедневно переобучалась на обновленных данных и использовала 13 признаков для оценки динамики заражения и летальности [3, с. 344]. На этапе тестирования модели были получены значения средней абсолютной процентной ошибки (MAPE) от 2,3% до 24% для 85 регионов Российской Федерации. Показано также преимущество метода CatBoost перед линейной регрессией при сравнении величин среднеквадратичной ошибки.

Точность прогнозирования существенно варьировалась в зависимости от региона: модель показывала меньшую ошибку для регионов с большой численностью населения (Москва, Санкт-Петербург) по сравнению с менее населенными областями. Авторы связывают это с большей статистической представительностью данных для крупных городов и меньшим влиянием случайных выбросов на общую динамику [3, с. 349]. Результаты работы легли в основу веб-приложения на платформе Webiomed, где прогнозы обновляются автоматически на ежедневной основе.

2. Интеграция гетерогенных источников данных. Ключевым фактором, определяющим качество прогнозов на основе ИИ, является разнообразие используемых данных. Традиционные модели SIR и SEIR оперируют преимущественно показателями заболеваемости, тогда как машинное обучение позволяет интегрировать сотни различных признаков. В работе, посвященной использованию больших данных и искусственного интеллекта в борьбе с коронавирусной инфекцией, выделяются следующие категории источников данных: данные официальной статистики, сведения о мобильности населения, демографические показатели, инфодемологические данные и климатические факторы [2, с. 11].

Основные категории данных, интегрируемых в прогностические модели на основе ИИ, систематизированы в таблице 1.

Таблица 1. Основные типы данных, используемые для прогнозирования эпидемий с помощью ИИ

Категория данных	Источники данных	Применение в прогнозе	Основные ограничения
Эпидемиологические	Национальные системы здравоохранения, ВОЗ, стопкорона-вирус.рф	Базовый прогноз числа заражений и смертности	Задержка отчетности, неполнота данных, различие методик учета
Мобильность	Сотовые операторы, GPS, данные авиаперевозок	Прогноз пространственного распространения инфекции	Приватность данных, доступность агрегированных метрик
Демографические	Национальные статистические службы (Росстат)	Оценка базового эпидемиологического риска региона	Низкая динамика обновления
Инфодемологические	Поисковые системы, социальные сети	Раннее обнаружение всплесков, мониторинг общественных настроений	Высокий уровень «шума», зависимость от доступа к API
Климатические	Метеорологические службы, спутниковые данные	Учет влияния погодных условий и сезонности	Не всегда доказанная прямая корреляция

Источник: составлено авторами

Особый интерес представляет использование инфодемологических данных. Системы на основе методов обработки естественного языка мониторят публикации в социальных сетях и новостные ленты для раннего обнаружения аномального роста упоминаний о симптомах инфекционных заболеваний. Исследователи отмечают, что компании BlueDot и HealthMap с помощью алгоритмов ИИ смогли обнаружить необычный всплеск пневмонии в Ухане уже 30–31 декабря 2019 года, за несколько дней до официального объявления ВОЗ [7, с. 44].

3. Оценка влияния ограничительных мер. ИИ-модели позволяют не только прогнозировать развитие эпидемии при текущих условиях,

но и оценивать потенциальную эффективность различных сценариев вмешательства. Прогнозная аналитика дает возможность смоделировать, как изменится динамика заболеваемости при введении или отмене режима самоизоляции, закрытии границ или переводе учебных заведений на дистанционное обучение. В исследовании, проведенном в Институте операционных исследований Массачусетского технологического института, были разработаны прогнозные инструменты для медицинских центров и политиков США, позволяющие оценивать нагрузку на систему здравоохранения при различных сценариях развития событий [8, с. 28].

4. Системы поддержки принятия врачебных решений. Помимо популяционного прогнозирования, методы ИИ применяются для оценки индивидуального риска тяжелого течения заболевания у конкретных пациентов. 5. Проблемы и ограничения. Несмотря на очевидные преимущества, применение ИИ для прогнозирования эпидемий сталкивается с рядом проблем, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов. Прежде всего, это зависимость от качества исходных данных. Официальные данные о заболеваемости часто имеют значительный временной лаг и могут быть неполными. Кроме того, методы учета и тестирования могут меняться в ходе эпидемии, что вносит дополнительные искажения в статистику [8, с. 26].

Сравнение базовых характеристик классических эпидемиологических моделей и подходов на основе искусственного интеллекта представлено в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительная характеристика классических и ИИ-подходов к прогнозированию эпидемий

Характеристика	Классические модели (SIR/SEIR)	Модели на основе машинного обучения
Принцип работы	Система дифференциальных уравнений	Обучение на эмпирических данных
Требования к данным	Относительно невысокие	Высокие (большие объемы ретроспективных данных)
Адаптация к изменяющимся условиям	Требует ручной перенастройки параметров	Автоматическая, возможность ежедневного переобучения
Учет сложных факторов (поведение, ограничения)	Затруднен	Легко интегрирует множество переменных
Интерпретируемость результатов	Высокая (физический смысл параметров)	Зачастую низкая (модель «черного ящика»)
Типичная ошибка прогноза (MAPE)	Зависит от точности параметров	От 2,3% до 24% в зависимости от региона [3, с. 348]
Вычислительная сложность	Относительно невысокая	Может быть высокой, требует ресурсов

Источник: составлено авторами

Существенной проблемой является также «дрейф концепции». Вирусы мутируют, появляются новые штаммы с измененными характеристиками заразности и вирулентности. Социальные нормы и поведение населения также могут значительно изменяться. Модель, обученная на данных предыдущих волн пандемии, может давать неточные прогнозы для новых условий. Как отмечается в исследовании, многие прогностические модели не смогли предсказать появление штамма Омикрон из-за его принципиально иной динамики распространения [4, с. 88].

Еще одна важная проблема — это недостаток данных для обучения на региональном уровне. Для небольших населенных пунктов с низкой заболеваемостью статистика становится «разреженной», что снижает точность прогнозов. В связи с этим особый интерес представляют методы трансферного обучения, когда модель, обученная на данных крупного региона, адаптируется для условий малого региона с ограниченной выборкой [5, с. 93].

Заключение

Проведенный анализ свидетельствует о том, что искусственный интеллект стал неотъемлемым инструментом современной эпидемиологии. Методы машинного обучения позволяют преодолеть ограничения классических моделей SIR и SEIR, интегрируя и обрабатывая огромные массивы разнородных данных — от официальных медицинских отчетов до публикаций в социальных сетях. Прогнозные модели на основе градиентного бустинга и рекуррентных нейронных сетей обеспечивают высокую точность краткосрочного прогнозирования заболеваемости и смертности, позволяя органам здравоохранения своевременно корректировать противозидемические меры и оптимально распределять ресурсы.

Однако для повсеместного внедрения этих технологий в практику необходимо решение ряда проблем. Прежде всего, требуется улучшение качества и доступности исходных данных, стандартизация протоколов их сбора и обработки. Необходимы дальнейшие исследования в области интерпретируемых моделей ИИ, чтобы врачи и руководители здравоохранения могли понимать логику прогнозов и принимать обоснованные решения. Важной задачей является также разработка методов, устойчивых к «дрейфу концепции» и способных адаптироваться к появлению новых штаммов возбудителей.

Перспективными направлениями развития прогнозной аналитики являются создание гибридных моделей, сочетающих классические эпидемиологические подходы с методами машинного обучения, а также разработка интеллектуальных систем, учитывающих поведенческие реакции населения и социально-экономические факторы. Можно с уверенностью утверждать, что будущее систем эпидемиологического надзора неразрывно связано с дальнейшим развитием технологий искусственного интеллекта.

Литература

1. Джурозода Н.З. Роль искусственного интеллекта в прогнозировании эпидемий // Совершенствование науки и образования в новых реалиях. Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов. Москва, 2024. С. 83–85.
2. Левашкин С.П., Кулешов С.В., Зайцева А.А., Агапов С.Н., Захарова О.И. Использование технологий больших данных и искусственного интеллекта для создания мер противодействия распространению новой коронавирусной инфекции // Технологические тренды и наукоемкая экономика: бизнес, отрасли, регионы. – 2021. – С. 9–17.
3. Гаврилов Д.В., Абрамов Р.В., Кирилкина А.В., Ившин А.А., Новицкий Р.Э. Модель прогнозирования пандемии COVID-19 на основе машинного обучения в отдельных регионах Российской Федерации // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 342–356.
4. Ромашченко Н.А. Большие данные и искусственный интеллект в области эпидемии // Технологии, модели и алгоритмы модернизации науки в современных геополитических условиях. – 2022. – С. 87–91.
5. Касьяненко К.В., Потехин И.В., Яременко М.В., Земсков М.Е., Дамбаев И.С. Искусственный интеллект в области инфекционных болезней: вызовы и перспективы // Нерешенные вопросы этиотропной терапии актуальных инфекций. – 2024. – С. 90–96.
6. Амирбекова Д.И., Султанова А.Б. Роль интеллектуального анализа данных в прогнозировании вспышек инфекций // Endless light in science. – 2023. – № 1. март. – С. 61–65.
7. Милкова Э.Г. Использование искусственного интеллекта в прогнозировании таких пандемий, как COVID-19, и биотерроризма // Colloquium-Journal. – 2021. – № 15–1 (102). – С. 43–46.
8. Гусев А.В., Новицкий Р.Э. Технологии прогнозной аналитики в борьбе с пандемией COVID-19 // Врач и информационные технологии. – 2020. – № 4. – С. 24–33.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PREDICTING THE SPREAD OF EPIDEMICS AND PANDEMICS

Sukhoterina E.G., Smykova A.N., Kaskayeva D.S., Kaskaeva S.A., Tashlykova N.Yu.

St. Petersburg State Pediatric Medical University, Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Russian State University named after A.N. Kosygin

The article presents an analysis of methods by which artificial intelligence technologies process heterogeneous data arrays – from information on population mobility and climatic factors to user search queries – to build accurate predictive models of infectious disease spread. The key approaches of machine and deep learning used for short-term and long-term epidemiological forecasting are examined. Particular attention is paid to the integration of heterogeneous big data sources, the problems of quality and accessibility of initial information, as well as the prospects for using predictive analytics to support managerial decision-making in public health systems. The work analyzes the results of applying gradient boosting and recurrent neural networks for predicting morbidity and mortality, which have demonstrated high accuracy in short-term forecasts. The role of infodemiological data obtained from social networks and search engines is particularly highlighted, as they allow identifying early signs of infection outbreaks several days before official confirmation. Decision support systems for physicians that use AI to assess individual risk of severe disease progression based on laboratory and clinical data are also considered. Special attention is paid to the problems of practical implementation: dependence on the quality of source data, limited interpretability of complex models, the effect of «concept drift» when new pathogen strains emerge, and ethical issues related to the use of population mobility data. The necessity for further development of hybrid approaches combining classical epidemiological methods with modern machine learning algorithms is substantiated. It is concluded that predictive analytics based on artificial intelligence is a promising tool for public health systems, enabling timely adjustment of anti-epidemic measures and optimal allocation of limited resources during pandemics and major epidemic outbreaks.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, epidemic forecasting, big data, COVID-19 pandemic, epidemiological models, deep learning, data analysis.

References

1. Dzhurazoda N.Z. The role of artificial intelligence in epidemic forecasting. In: Improving Science and Education in New Realities. Collection of articles of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference for Teachers, Postgraduates, Undergraduates and Students. Moscow, 2024. P. 83–85.
2. Levashkin S.P., Kuleshov S.V., Zaytseva A.A., Agapov S.N., Zakharova O.I. Using big data and artificial intelligence technologies to create measures to counter the spread of new coronavirus infection. In: Technological Trends and Knowledge-Intensive Economy: Business, Industries, Regions. – 2021. – P. 9–17.
3. Gavrilov D.V., Abramov R.V., Kirilkina A.V., Ivshin A.A., Novitskiy R.E. COVID-19 pandemic prediction model based on machine learning in selected regions of the Russian Federation. FARMAKOEKONOMIKA. Modern Pharmacoeconomics and Pharmacoepidemiology. – 2021. – Vol. 14. – № 3. – P. 342–356.
4. Romashchenko N.A. Big data and artificial intelligence in the field of epidemics. In: Technologies, Models and Algorithms for Modernizing Science in Modern Geopolitical Conditions. – 2022. – P. 87–91.
5. Kasyanenko K.V., Potekhin I.V., Yaremenko M.V., Zemskov M.E., Dambaev I.S. Artificial intelligence in the field of infectious diseases: challenges and prospects. In: Unresolved Issues of Etiotropic Therapy of Current Infections. – 2024. – P. 90–96.
6. Amirbekova D.I., Sultanova A.B. The role of data mining in predicting infection outbreaks. Endless light in science. – 2023. – № March. – P. 61–65.
7. Milkova E.G. Using artificial intelligence in predicting pandemics such as COVID-19 and bioterrorism. Colloquium-Journal. – 2021. – № 15–1 (102). – P. 43–46.
8. Gusev A.V., Novitskiy R.E. Predictive analytics technologies in the management of the COVID-19 pandemic. Physician and Information Technologies. – 2020. – № 4. – P. 24–33.

Человекоцентричность: для кого? Баланс интересов руководителей, сотрудников и потребителей услуг в контексте применения цифровых технологий и искусственного интеллекта

Соловьев Владимир Александрович,

заведующий Лабораторией человекоцентричности и лидерских практик, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

E-mail: va.solovlev@hse.ru

Самольянов Олег Александрович,

главный эксперт Лаборатории человекоцентричности и лидерских практик, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

E-mail: osamolyanov@hse.ru

Малахова Елена Владимировна,

кандидат философских наук, научный сотрудник Лаборатории человекоцентричности и лидерских практик, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

E-mail: evmalahova@hse.ru

В статье рассматривается человекоцентричность взаимодействия организации с людьми при внедрении искусственного интеллекта (ИИ). Исследование исходит из того, что автоматизация одновременно меняет положение получателя услуги (клиента) и сотрудника, чьи задачи и условия труда трансформируются. Цель работы – предложить объяснение, которое связывает учёт интересов обеих сторон с желательной мерой участия, распределением усилий, значением и смыслом собственной деятельности. На основе теоретического синтеза подходов к возможности оспаривания решений ИИ, человеческому контролю и осмысленности работы проводится вторичный тематический анализ 54 интервью руководителей органов государственного управления. Результаты показывают, что человекоцентричность выражается в согласовании необходимой помощи с возможностью сохранять желательный уровень самостоятельности, вносить значимый вклад и отвечать за действия, на которые человек может реально влиять. Для клиента это доступность обсуждения запроса, возможность быть услышанным и оспорить решение; для сотрудника – освобождение от рутины без утраты содержательного профессионального участия. Обсуждаются противоречия между интересами клиента, сотрудника и организации, а также перспективы дальнейших исследований в контексте Индустрии 5.0.

Ключевые слова: человекоцентричность, искусственный интеллект, автоматизация, цифровизация, оспаривание решений ИИ, осмысленность работы, взаимодействие с клиентом, государственное управление

Введение

Когда организация передаёт часть работы искусственному интеллекту, меняется положение двух сторон: людей, которые обращаются к ней за помощью, и людей, которые эту помощь оказывают. В данной статье люди, входящие в первую категорию, называются клиентами, или получателями услуг. Это понятие включает покупателя, пациента, гражданина, обращающегося в орган власти, и других адресатов организационной деятельности. Вторую сторону представляют сотрудники, чьи задачи и условия труда меняются при внедрении искусственного интеллекта.

Человекоцентричный подход предполагает попытку учесть интересы обеих сторон: сделать помощь доступной и подходящей человеку, одновременно сохраняя приемлемые условия и содержательность работы тех, кто её оказывает. Автоматизация может облегчить взаимодействие всем участникам. Клиент получает ответ без ожидания, а сотрудник освобождается от повторяющихся операций. Однако интересы сторон могут расходиться. Стандартная форма взаимодействия экономит рабочее время сотрудников организации, но требует от заявителя самостоятельно описать сложную ситуацию в рамках готовых категорий. Передача рутинных задач системе может дать сотруднику время для более содержательной работы, а может стать основанием для сокращения его должности. Поэтому вопрос «для кого?» относится к распределению возможностей, труда и последствий организационного решения.

Научная и институциональная актуальность этого вопроса сохраняется по мере расширения применения ИИ. В 2026 году в России создана президентская комиссия по вопросам развития технологий искусственного интеллекта¹. Исследователи российских организационных практик также обращают внимание на человеческий контроль, доступ к сотруднику и ответственность при использовании ИИ [1: 136–138]. Эти работы ставят в центр обсуждения отношения, которые организация выстраивает с людьми посредством технологии. Существующие подходы объясняют значение контроля, справедливого рассмотрения запроса и возможности оспорить решение.

Исследовательский вопрос статьи: что означает человекоцентричность взаимодействия с ИИ с позиций клиента и сотрудника организации? Цель – предложить объяснение, которое связывает учёт интересов обеих сторон с желательной мерой участия, распределением усилий, значением и осмысленностью собственной деятельности. Теоретические положения уточняются посредством вторичного анализа 54 интервью руководителей органов власти.

Теоретические основания исследования

Человекоцентричность рассматривается здесь как внимание к целям, обстоятельствам и интересам человека при организации процесса взаимодействия или выполнения задачи. Такое внимание можно описать обычным словом «забота»: выяснить, какая помощь нужна человеку, дать ему доступные способы её получить и учесть то, что для него существенно. В отношениях клиента и сотрудника забота предполагает согласование усилий, значением и осмысленностью собственной деятельности. Теоретические положения уточняются посредством вторичного анализа 54 интервью руководителей органов власти.

Со стороны клиента существенна возможность объяснить свою ситуацию и получить ответ по существу. Исследования отношения к медицинскому ИИ показывают роль представлений о том, учитывает ли система индивидуальные особенности пациента [9]. В таком восприятии точность ответа и внимание к конкретному человеку связаны, но имеют разный

¹ Указ Президента Российской Федерации от 26.02.2026 № 116 «О Комиссии при Президенте Российской Федерации по вопросам развития технологий искусственного интеллекта». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/52999> (дата обращения: 11.09.2026).

смысл. Человек может признавать высокое качество системы в целом и сомневаться, что она учтёт обстоятельство, важное именно в его случае. Поэтому ценность услуги в глазах клиента или пациента включает в себя возможность сообщить такое обстоятельство, уточнить запрос и получить дальнейшую помощь.

Если получатель услуги замечает ошибку или не согласен с ответом, ему нужна возможность продолжить взаимодействие. Оспаривание означает, что человек может поставить полученное решение под сомнение, предложить свои доводы и обратиться к тому, кто вправе это решение пересмотреть. В исследованиях систем ИИ, открытых для оспаривания (contestable AI by design), обсуждаются такие типы взаимодействия, как объяснения, обсуждения и обращение к сотрудникам, обладающим соответствующими организационными полномочиями [3: 622–624].

Со стороны сотрудника автоматизация прежде всего меняет содержание работы. Б. Шнейдерман рассматривает автоматизацию и человеческий контроль как самостоятельные измерения, которые могут развиваться одновременно [12]. Например, система выполняет расчёты и готовит документы, а специалист определяет цель, замечает значимое обстоятельство и выбирает действие. Самостоятельность здесь выражается в возможности направлять работу в целом. Передавая отдельные операции ИИ, человек может получить больше времени и сил для того, что считает важным. При этом такие варианты развития событий как замена операций, изменение профессиональной роли и сокращение должности будут иметь для него разные и не всегда желаемые последствия. Связь самостоятельности с ответственностью раскрывается в концепции человеческого контроля. Работа системы должна учитывать существенные для людей цели и обстоятельства, а решения – оставаться связанными с людьми, понимающими возможности системы и собственную ответственность [11]. В организации это ставит конкретные вопросы: что сотрудник может проверить, изменить и объяснить; за какие действия он отвечает; достаточно ли у него полномочий и знаний для такой ответственности. Использование подписи сотрудника при отсутствии его реального влияния на решение оставляет эти вопросы открытыми.

Уровень самостоятельности в принятии решений влияет и на восприятие алгоритма. В экспериментах Б. Дитворста и соавторов участники охотнее использовали алгоритмические прогнозы, когда могли хотя бы немного их изменить [6: 1156, 1167–1168]. В других оценочных задачах участники сильнее полагались на один и тот же совет, если он был представлен как результат работы алгоритма [8: 93, 99–100]. Эти результаты помогают объяснить неодинаковые предпочтения: человеку бывает важно вмешаться, но бывает удобно доверить задачу системе. При анализе необходимо уточнять содержание задачи и желательное человеку действие.

Желание выполнить работу самому может быть связано с её смыслом. Под осмысленностью работы понимается переживание её значимости и внутренней ценности. В исследованиях Ф. Мартелы и Т. Риекки оно связано с автономией – добровольным участием, отношениями с другими людьми и ощущением, что собственная деятельность приносит им пользу [10]. Для сотрудника поэтому важен и результат, и возможность внести свой вклад. В теоретическом анализе этики ИИ С. Бэнкинс и П. Формоза показывают, что автоматизация может расширять или сужать возможности осмысленной работы в зависимости от того, какие задачи остаются человеку и как организован переход [4: 730–737].

Ответственность также может иметь субъективную ценность, когда связана с собственным влиянием и вкладом. В качественном исследовании профессиональных переходов после автоматизации метро часть бывших машинистов, ставших руководителями, ощущала утрату прежней личной ответственности и меньшую осмысленность работы, хотя формальных административных обязанностей стало больше [5: 1460–1461, 1465–1466]. Работники с другой профессиональной предысторией переживали сходный переход иначе. Этот пример помогает различить обязанность отвечать за результат и переживание того, что результат зависит от собственных действий. Для взаимодействия с ИИ отсюда возникает вопрос о соответствии уровня ответственности сотрудника его реальным возможностям определять ход работы.

Интересы двух сторон пересекаются в вопросе распределения пользы, усилий и риска. Сотруднику может быть удобно использовать рекомендацию ИИ, тогда как последствия решения испытывает получатель услуги. Доверие в этом контексте означает готовность положиться на систему или организацию, принимая возможность неблагоприятного исхода. Человекоцентричный подход требует дополнительно выяснить, кто выигрывает время, кто выполняет вспомогательную работу и у кого остаётся возможность влиять на важное для себя решение. Удобство одного участника не позволяет автоматически судить о положении другого.

Из рассмотренных подходов следует общее положение: и нужный для человека уровень участия в процессе работы или получения услуги и освобождение его от нежелательных усилий в этих же процессах могут одина-

ково выражать заботу о его интересах. Человекоцентричность предполагает согласование этих возможностей в одном организационном процессе.

Эмпирический материал и метод

Эмпирической основой стал корпус из 54 интервью руководителей высшего и среднего звена органов государственного управления, собранных в 2024 году в исследовании человекоцентричного руководства [2: 149]. Интервью посвящались характеристикам коллектива, поведению руководителя и практикам отношения к сотрудникам. Гайд также включал вопросы о роли человекоцентричного подхода в цифровизации и внедрении ИИ, а отдельно – об использовании чат– и голосовых ботов в коммуникации организацией с людьми. Эти вопросы связывали внимание к человеку в управлении с его положением во взаимодействии с технологиями.

Выбор корпуса обусловлен содержанием ответов: руководители обсуждали рабочие задачи, потребности сотрудников и граждан, а также собственный опыт получения услуг. В одной беседе могли встретиться разные позиции – организатора работы, специалиста и клиента. Такое сочетание позволяет проследить, как меняется оценка автоматизации при переходе от одной роли с ее интересами к другой. В статье сопоставляются позиции, выраженные руководителями; прямого опроса отдельных групп клиентов и рядовых сотрудников в этом исследовании не проводилось.

Работа объединяет теоретический синтез и вторичный разведочный тематический анализ. При теоретическом синтезе несколько подходов соединяются вокруг общей исследовательской задачи [7: 20–22]. В анализ вошли все 54 интервью: 52 содержат развёрнутые ответы, два – краткие содержательные позиции. Сначала выделялись связанные доводы об ИИ и ботах вместе с вопросом интервьюера и ближайшим контекстом. Фиксировались позиция участника, его задача, ожидаемая польза, усилия, возможности собственного действия и названные риски. Высказывания о других цифровых решениях использовались как сопутствующий контекст. Затем сопоставлялись положительные, отрицательные и смешанные оценки, включая противоположные доводы внутри одной беседы. При уточнении интерпретации рассматривались как ожидания помощи и сохранения личного решения, так и примеры удобного автоматического обслуживания и готовности делегировать сложные задачи. Результаты представлены через три взаимосвязанных вопроса: какая помощь нужна клиенту; как автоматизация меняет положение сотрудника; какое участие человек хочет сохранить за собой.

Результаты анализа интервью

Клиент: подходящая помощь и возможность быть услышанным

Потребность человека не всегда сразу выражена в виде готового запроса: «они сначала, скажем так, высказывают свою проблему, которая занимает определенное время, и уже потом выдают, что им надо». Специалист помогает человеку перейти от описания жизненной ситуации к тому, что организация может сделать. Респондент связывает эту работу с личным общением. С его точки зрения клиенту требуется внимание уже на этапе, когда он ещё только формулирует свою потребность. Человеку бывает трудно сформулировать мысль так, чтобы бот её понял и дал подходящий ответ. В сочетании с предыдущим примером это показывает, как распределяется работа по достижению понимания. Организация может помогать прояснять запрос, а может ожидать его сразу в установленной форме. Если получатель не справляется с этой задачей и не может обратиться за дополнительной помощью, путь к рассмотрению его вопроса прерывается. Риск также состоит в том, что значимое обстоятельство пользователя останется вне обсуждения.

После ответа сохраняется потребность в содержательном рассмотрении несогласия клиента: «ты даешь им слово, направление, они высказываются, с чем не согласны, ты аргументы свои приводишь». В этом диалоге важны возможность представить свою позицию и ответ на неё по существу. Респондент связывает обсуждение с лучшим пониманием и снижением уровня конфликта. Такой пример раскрывает процедурную справедливость через конкретное действие: представитель организации принимает доводы к рассмотрению и объясняет принятое решение.

Желаемое изменение иногда достигается и при общении через бота: «я... чат-бот достала, мне тариф поменяли обратно». Рассказ одновременно содержит положительный исход и указание на усилия пользователя. Полученный результат не отменяет значения пути, который пришлось пройти клиенту. Для анализа человекоцентричности существенны и возможность добиться рассмотрения, и затраты времени, внимания и настойчивости, которых оно требует.

Сотрудник: освобождение от рутины и судьба высвободившегося трудового ресурса

Совместная польза для двух сторон прямо выражена в ожиданиях от разрабатываемого бота: «Я просто верю, что это тоже снизит нагрузку в целом

для сотрудников, и плюс гражданам будет удобнее». Человекоцентричность здесь имеет двустороннее содержание: облегчение труда сотрудника связывается с удобством гражданина. Такая оценка направляет внимание на то, как одна и та же система меняет деятельность обоих участников.

Автоматизация представляется особенно полезной, когда снимает вспомогательную работу и помогает уделить внимание другому человеку: «*может быть, им как раз внедрить искусственный интеллект, чтобы с их слов все это писалось, заносилось в карту*». В этом примере система должна освободить специалиста от ведения записей во время приёма. Ожидаемая польза объединяет интересы сторон: сотрудник меньше занят сопутствующей операцией, а получатель помощи получает больше его внимания. Оценка относится к предлагаемой организации работы.

Освобождению от рутины может предшествовать дополнительная работа самого сотрудника: «*чтобы он мне больше помогал, чем тратил моё время на это [обучение]. Ну, скорее всего, это временно*». Ценность ИИ системы оценивается через соотношение уже потраченных сил и ожидаемой помощи. Существенно и высказанное респондентом ожидание, что это затруднение временно. Его рассказ показывает необходимую подготовительную работу, которая может оставаться за пределами обещания сэкономить рабочее время.

Разные продолжения этой экономии обсуждаются в других интервью: респонденты обращают внимание на усталость оператора от повторяющихся действий; видят в автоматическом обслуживании возможность сохранить доступность услуг при нехватке персонала. Некоторые говорят о ценности отдыха сотрудника, тогда как другие ожидают сокращения персонала при автоматизации. Эти высказывания описывают разные предполагаемые последствия внедрения ИИ. Общий выигрыш рабочего времени ещё требует организационного решения: использовать его для отдыха, содержательных задач, расширения помощи или уменьшения числа работников.

Очень конкретно риск потери работы представлен в интервью одного из респондентов: «*мы планировали внедрить робота и четко понимали, что этот робот сможет заменить нам одну позицию в штате*». По рассказу респондента, этот план вызвал сильную озабоченность сотрудников; проект в итоге не состоялся. Этот эпизод показывает, почему обещание избавить людей от операций может восприниматься неоднозначно.

Желательная мера участия, значение и осмысленность собственных действий

Потребность в общении меняется вместе с задачей и состоянием человека. Один из респондентов после насыщенного разговора рабочего дня общению с оператором предпочитает простую запись через бота: «*тебе удобнее там в чат-бот или где-то в мессенджер написать*». При обсуждении сложного вопроса в том же интервью участник считает необходимой помощь специалиста. Одно предположение связано с возможностью быстро завершить понятное действие, другое – с потребностью обсудить обстоятельства. Сам по себе объём коммуникации не определяет качество внимания к человеку. При значимом решении участник ценит обмен доводами, а для простой услуги ему достаточно сообщить сведения роботу: «*Если гражданину нужно пообщаться, и он видит в этом определенный смысл, мы должны ему это общение дать*». Продолжая ту же мысль, респондент предлагает предоставлять быстрый ответ тем, кому некогда общаться. Разговор может быть самостоятельной частью ожидаемой помощи. Забота проявляется в доступности подходящего способа обращения и внимания к тому, что сам человек считает для себя содержательным.

Значение имеет и то, от кого исходит инициатива в процессе взаимодействия. Один из респондентов описывает раздражение от повторяющегося всплывающего предложения помощи, которое вмешивается в его работу. Другой сообщает об отсутствии текущей потребности в ботах при доступном общении с человеком. При этом часть респондентов описывает цифровых помощников как привычную среду: «*У меня, наверное, вот это такая среда, в которой то, что есть, мне, в общем-то, нравится, и я сама этим пользуюсь*». Эти позиции уточняют важность выбора и его содержание: человек может пользоваться системой, отложить обращение или отказаться от помощи.

В профессиональной деятельности желательная мера участия связана также с личной ответственностью. Респонденты обсуждали передачу ИИ возможности использовать электронную подпись, некоторые допускали автоматизацию сложных согласований или же только аналитическую помощь при проверке результата специалистом. В этих рассуждениях важно, где сохраняется собственное решение человека и за что он готов отвечать. Обсуждая использование ИИ, один из респондентов считает важным, «*чтобы твои знания, умения, навыки не превратились только в знания, умения и навыки делать прототипы*» (под «прототипами» имеются в виду запросы системе). Участник защищает идею сохранения у человека знаний и навыков, выходящих за пределы обращения к помощнику. Другой, отвечая на гипотетический вопрос о будущем с широким применением ИИ, также придаёт самостоятельную ценность творческому самовыражению сотрудников.

Эти рассуждения дополняют ожидания экономии времени: человеку может быть важно не только выполнять работу быстрее, но и продолжать делать то, что он умеет и считает содержательным.

Обсуждение результатов

Сопоставление теории и интервью позволяет предложить общее объяснение: человекоцентричность взаимодействия с ИИ состоит в согласовании интересов получателя услуги и сотрудника через подходящую обоим сторонам меру помощи и самостоятельного участия в процессе. Клиенту может быть важно подробно обсудить ситуацию или завершить обращение без разговора. Сотруднику – передать системе повторяющуюся операцию или самому выполнить содержательную задачу. Возможность участия оценивается на основании понимания того, какое значение оно имеет для человека и каких усилий требует. Именно поэтому и увеличение и сокращение числа необходимых для достижения результата действий способны выражать внимание к одним и тем же интересам, восприниматься как забота и человекоцентричность. Вклад такого объяснения состоит в объединении трёх вопросов, которые полезно рассматривать совместно: что человек получает от взаимодействия, что ему приходится делать и что он хочет делать сам. Анализ интервью добавляет связанное описание труда обеих сторон: клиент формулирует запрос, сотрудник готовит и проверяет систему, организация распределяет высвободившиеся ресурсы. Желательная мера участия каждой стороны формируется внутри этих отношений. Особое значение имеет различие между облегчением труда и утратой собственного вклада. Для сотрудника, который связывает смысл работы с принятыми решениями и помощью другим, содержательное участие может быть ценностью. Соединение теории осмысленной работы с результатами анализа позволяет выдвинуть предположение: полная передача такой деятельности ИИ способна переживаться как утрата нужности, даже если формальная занятость сохраняется. Речь идёт о ситуации, когда деятельность значима для самого человека, её передача лишает его понятного способа вносить вклад, а другой значимой работы не появляется. Иное перераспределение может быть желательным, если освобождает человека для дела, имеющего для него более высокий уровень воспринимаемой осмысленности. Поэтому следует выяснять, какие действия он хочет сохранить и за что готов отвечать.

Интересы клиента и сотрудника могут совпадать, как, например, в предложении освободить специалиста от необходимости вручную вносить информацию ради возможности проявить больше внимания к получателю помощи. Они могут и вступать в противоречие: дополнительное обсуждение требует труда, а экономия на численности сотрудников может сопровождаться потерей для клиента возможности обратиться к человеку, а не к ИИ-помощнику. Человекоцентричный подход предполагает выявление и обсуждение таких последствий. Для клиента существенны доступность и качество рассмотрения вопроса; для сотрудника – нагрузка, профессиональное развитие, самостоятельность и перспектива занятости. Оценка организации должна показывать, как эти интересы учитываются в конкретном способе применения ИИ.

Значение выводов в 2026 году определяется предметом исследования. Интервью 2024 года показывают, что люди считали важным в устройстве помощи и собственной деятельности. Развитие ИИ может устранить описанные технические затруднения: сделать разговор точнее, сократить повторные действия, упростить подготовку материалов. При этом организация продолжает решать, как распределить высвободившееся время, какие полномочия оставить сотруднику и каким способом рассматривать особые обстоятельства клиента.

Для поколений, которым ИИ будет привычен, конкретные предпочтения могут измениться. Дополнительное общение с сотрудником может понадобиться реже, а самостоятельная работа с системой – стать обычной формой профессионального участия. Уже в данном корпусе ряд респондентов описывает благоприятный повседневный опыт и при решении определенных задач предпочитает автоматическое обслуживание общению с оператором-человеком. Поэтому теоретическое положение связывает человекоцентричность с содержанием доступных человеку возможностей: какую помощь он получает, на что может влиять и какую деятельность считает своей. Эти основания позволяют исследовать и привычную технологию, сохраняя открытым вопрос об изменении самих оценок.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Човекоцентричный подход к использованию ИИ предполагает внимание и к получателю услуги, и к сотруднику организации. Клиенту важно иметь доступ к подходящей помощи, возможность быть услышанным и получить справедливое рассмотрение запроса. Сотруднику важно понимать, как автоматизация меняет нагрузку, содержание работы и возможности дальнейшего участия в рабочем процессе. Общий вывод состоит в следующем: человекоцентричность выражается в согласовании подходящей помощи с возможностью сохранять желательную самостоятельность, вносить значимый вклад и отвечать за действия, на которые человек может реально

влиять. Таким образом, передача системе лишней работы и сохранение содержательного участия дополняют друг друга.

Дальнейшее исследование целесообразно построить на сопоставлении опыта клиента и сотрудника в одном процессе. Со стороны клиента можно сравнить доступ к обсуждению при одинаковом результате и разной трудоёмкости общения. Со стороны сотрудника – варианты, в которых ИИ снимает вспомогательные операции, готовит решение для проверки или выполняет содержательную задачу полностью. Следует отдельно оценивать учёт интересов, справедливость процедуры, желательную самостоятельность, переживание собственного вклада и отношение к ответственности, а также учитывать перспективу занятости. Сравнение людей с разным опытом использования ИИ и повторные наблюдения позволяют проверить, как привычность технологии меняет эти оценки.

Очевидно, что те решения, которые можно было бы назвать «полностью человекоцентричными», т.е. учитывающими интересы всех сторон, не всегда являются выгодными для организации, особенно в краткосрочной перспективе. Удовлетворение потребности ряда граждан или потребителей услуг в общении с оператором-человеком может соответствовать интересам сотрудников, занимающих эти должности, если им нравится их работа и они не хотят ее потерять. При этом компания вынуждена тратить ресурсы на найм, подготовку, заработную плату, условия труда этих сотрудников, в то время как конкуренты экономят ресурсы, используя технологии искусственного интеллекта. Однако, важно понимать, что а) долгосрочные и краткосрочные финансовые цели на уровне конкретных действий могут иногда входить в противоречие, и каждой организации приходится время от времени делать выбор, опираясь на свои стратегические цели, позиционирование и имеющиеся ресурсы; б) частью управленческого дискурса в последнее время становится идея, что правило «единственная цель коммерческой организации – приносить прибыль акционеру» постепенно уходит в прошлое на фоне таких трендов как нарастающий дефицит рабочей силы, более пристальное внимание сотрудников к смыслу своей работы, концепции Индустрия 5.0, для которой идея человекоцентричности является одной из трех опор¹.

Человекоцентричный подход к управлению в целом и к использованию ИИ в частности требует рассмотрения самого процесса стратегирования и управления организацией в более широком контексте, акцентируя внимание на вопросе, вынесенном в заголовок данной статьи: «человекоцентричность: для кого?». Кто будет пользователем конечного результата? В эпоху победного шествия высоких технологий важно не упустить из виду две вещи. Во-первых, что все, что делается в человеческом обществе, делается человеком и для человека. И результаты выполнения этого принципа не всегда совпадают с получением отдельными организациями максимальной прибыли в любой валюте – будь то деньги, ниша рынка или лояльность клиентов. Во-вторых, что «для человека» не означает исключительно уровень его физического и/или эмоционального комфорта. Как минимум мы должны помнить о потребностях человека в развитии, интеллектуальном и духовном. Это переводит научную проблему на более высокий уровень сложности и, одновременно, открывает самые широкие перспективы дальнейших исследований.

Литература

1. Багдасарян Д.А. Внедрение искусственного интеллекта в организационные практики: доверие, легитимность и этические вызовы (на материалах экспертных интервью) // Интеракция. Интервью. Интерпретация. 2026. Т. 18. № 2. С. 126–146. DOI: 10.19181/inter.2026.18.2.2. EDN: MABZMF.
2. Самольянов О. А., Деметьева М.В., Соловьев В.А., Боровикова А.Л. Социальные представления государственных служащих о качествах человекоцентричного руководителя и их роли в раскрытии потенциала сотрудников // Социальная психология и общество. 2026. Т. 17. № 2. С. 145–163. DOI: 10.17759/sps.2026170209.
3. Alfrink K., Keller I., Kortuem G., Doorn N. Contestable AI by Design: Towards a Framework // Minds and Machines. 2023. Vol. 33. P. 613–639. DOI: 10.1007/s11023-022-09611-z.
4. Banks S., Formosa P. The Ethical Implications of Artificial Intelligence (AI) For Meaningful Work // Journal of Business Ethics. 2023. Vol. 185. No. 4. P. 725–740. DOI: 10.1007/s10551-023-05339-7.
5. Bourmault N., Anteby M. Unpacking the Managerial Blues: How Expectations Formed in the Past Carry into New Jobs // Organization Science. 2020. Vol. 31. No. 6. P. 1452–1474. DOI: 10.1287/orsc.2020.1361.
6. Dietvorst B. J., Simmons J.P., Massey C. Overcoming Algorithm Aversion: People Will Use Imperfect Algorithms If They Can (Even Slightly) Modify Them // Management Science. 2018. Vol. 64. No. 3. P. 1155–1170. DOI: 10.1287/mnsc.2016.2643.

¹ Breque M., De Nul L., Petridis A. Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. European Commission, 2021. DOI: 10.2777/308407. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1>

7. Jaakkola E. Designing Conceptual Articles: Four Approaches // AMS Review. 2020. Vol. 10. P. 18–26. DOI: 10.1007/s13162-020-00161-0.

8. Logg J. M., Minson J.A., Moore D.A. Algorithm Appreciation: People Prefer Algorithmic to Human Judgment // Organizational Behavior and Human Decision Processes. 2019. Vol. 151. P. 90–103. DOI: 10.1016/j.obhdp.2018.12.005.

9. Longoni C., Bonezzi A., Morewedge C.K. Resistance to Medical Artificial Intelligence // Journal of Consumer Research. 2019. Vol. 46. No. 4. P. 629–650. DOI: 10.1093/jcr/ucz013.

10. Martela F., Riekk T.J.J. Autonomy, Competence, Relatedness, and Beneficence: A Multicultural Comparison of the Four Pathways to Meaningful Work // Frontiers in Psychology. 2018. Vol. 9. Article 1157. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01157.

11. Santoni de Sio F., van den Hoven J. Meaningful Human Control over Autonomous Systems: A Philosophical Account // Frontiers in Robotics and AI. 2018. Vol. 5. Article 15. DOI: 10.3389/frobt.2018.00015.

12. Shneiderman B. Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy // International Journal of Human-Computer Interaction. 2020. Vol. 36. No. 6. P. 495–504. DOI: 10.1080/10447318.2020.1741118.

HUMANCENTRICITY: FOR WHOM? BALANCING THE INTERESTS OF LEADERS, EMPLOYEES, AND SERVICE CONSUMERS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Soloviev V.A., Samolyanov O.A., Malakhova E.V.

National Research University Higher School of Economics

The article examines human-centricity in organizational interactions with people when artificial intelligence (AI) is introduced. The study proceeds from the premise that automation simultaneously changes the position of the service recipient (the client) and that of the employee, whose tasks and working conditions are transformed. The aim of the paper is to offer an explanation that links consideration of both parties' interests to the desirable degree of participation, the distribution of effort, and the significance and meaning of one's own activity. Based on a theoretical synthesis of approaches to the possibility of contesting AI decisions (contestable AI), human control, and meaningful work, a secondary thematic analysis of 54 interviews with senior and middle managers in Russian government agencies was conducted. The results show that human-centricity consists in aligning necessary assistance with the possibility of retaining a desirable level of autonomy, making a meaningful contribution, and being accountable for actions over which a person can exert real influence. For the client, this entails the availability of a discussion of the request, the opportunity to be heard, and the ability to contest a decision; for the employee, it means relief from routine tasks without loss of meaningful professional participation. Tensions between the interests of the client, the employee, and the organization are discussed, along with prospects for further research in the context of Industry 5.0.

Keywords: human-centricity; artificial intelligence; automation; digitalization; contestability of AI decisions; meaningful work; client interaction; public administration

References

1. Bagdasaryan D. A. (2026) Introduction of Artificial Intelligence into Organizational Practices: Trust, Legitimacy and Ethical Challenges (Based on Expert Interviews). *Interaction. Interview. Interpretation*, Vol. 18, No. 2, P. 126–146. DOI: 10.19181/inter.2026.18.2.2. EDN: MABZMF. (In Russ.)
2. Samolyanov O. A., Dementeva M.V., Solovyov V.A., Borovikova A.L. (2026) Social Representations of Civil Servants on the Qualities of a Human-Centric Leader and Their Role in Unlocking Employee Potential. *Social Psychology and Society*, Vol. 17, No. 2, P. 145–163. DOI: 10.17759/sps.2026170209. (In Russ.)
3. Alfrink K., Keller I., Kortuem G., Doorn N. Contestable AI by Design: Towards a Framework // *Minds and Machines*. 2023. Vol. 33. P. 613–639. DOI: 10.1007/s11023-022-09611-z.
4. Banks S., Formosa P. The Ethical Implications of Artificial Intelligence (AI) For Meaningful Work // *Journal of Business Ethics*. 2023. Vol. 185. No. 4. P. 725–740. DOI: 10.1007/s10551-023-05339-7.
5. Bourmault N., Anteby M. Unpacking the Managerial Blues: How Expectations Formed in the Past Carry into New Jobs // *Organization Science*. 2020. Vol. 31. No. 6. P. 1452–1474. DOI: 10.1287/orsc.2020.1361.
6. Dietvorst B. J., Simmons J.P., Massey C. Overcoming Algorithm Aversion: People Will Use Imperfect Algorithms If They Can (Even Slightly) Modify Them // *Management Science*. 2018. Vol. 64. No. 3. P. 1155–1170. DOI: 10.1287/mnsc.2016.2643.
7. Jaakkola E. Designing Conceptual Articles: Four Approaches // *AMS Review*. 2020. Vol. 10. P. 18–26. DOI: 10.1007/s13162-020-00161-0.
8. Logg J. M., Minson J.A., Moore D.A. Algorithm Appreciation: People Prefer Algorithmic to Human Judgment // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 2019. Vol. 151. P. 90–103. DOI: 10.1016/j.obhdp.2018.12.005.
9. Longoni C., Bonezzi A., Morewedge C.K. Resistance to Medical Artificial Intelligence // *Journal of Consumer Research*. 2019. Vol. 46. No. 4. P. 629–650. DOI: 10.1093/jcr/ucz013.
10. Martela F., Riekk T.J.J. Autonomy, Competence, Relatedness, and Beneficence: A Multicultural Comparison of the Four Pathways to Meaningful Work // *Frontiers in Psychology*. 2018. Vol. 9. Article 1157. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.01157.
11. Santoni de Sio F., van den Hoven J. Meaningful Human Control over Autonomous Systems: A Philosophical Account // *Frontiers in Robotics and AI*. 2018. Vol. 5. Article 15. DOI: 10.3389/frobt.2018.00015.
12. Shneiderman B. Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy // *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2020. Vol. 36. No. 6. P. 495–504. DOI: 10.1080/10447318.2020.1741118.

This work is an output of project HSE-MS-2025–004 implemented at HSE University.

Метафизические основания в познании трудно объяснимого: от науки до фольклора

Волков Сергей Николаевич,

доктор философских наук, профессор, профессор кафедры «Перевод и переводоведение», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
E-mail: swolf63@mail.ru

В рамках современной общенаучной парадигмы ряд природных феноменов не поддаются рациональному объяснению. Недостаток методологических подходов, ограниченность способов эмпирических процедур в исследованиях трудно объяснимого компенсируются метафизическими аспектами. Наблюдается процесс реновации метафизики, как попытки обосновать нелогичное и аномальное. Гуманитарная сфера создает основания для развития метафизики, а также рационализации мысли вне позитивистских подходов. Одновременно с метафизическими идеями в сфере естествознания проявляют себя поиски первоначала и в фольклорных традициях. Фольклор позволяет осмыслить сверхъестественное через особый народный язык, предлагая зачастую мудрость оценивания трудно объяснимого.

Метафизика в науке и метафизика в фольклоре коррелируют по ряду признаков. Одновременно вычлениаются отличительные черты метафизических представлений в том и другом пространствах. Вместе с тем обращает на себя внимание феномен «народной молвы», как усредненности между научным и фольклорно-устоявшимся подходами. В заключении автор делает выводы, комментирующие отношение человечества к трудно объяснимому.

Ключевые слова: метафизика, наука, фольклор, сознание, феномены, познание

Под категорией «трудно объяснимые феномены» понимаем явления природы, протекающие: во-первых, в ускоренном ритме (неопознанные объекты в атмосфере, световые вспышки и звуковые возмущения в природе); во-вторых, выглядящие плазменными аномалиями (шаровые молнии, болотные огни); в-третьих, как не периодически возникающие самовоспламенения предметов и следы необъяснимых теневых объектов под водой (в морях, озерах) и другие им подобные.

О метафизических аспектах науки

Феноменальные проявления неопознанных исключений привычного бытия являются недоступными для экспериментальных процедур и лабораторных исследований. Тем не менее, опыт человека подсказывает порой тот канал течения мысли, который может вывести на понимание происходящего – частично, в первом приближении, тем не менее, устремляясь к рациональной финализации мысли. Вторгаться в невидимый спектр происходящего метрически в большинстве случаев невозможно. Отсюда следует, что позитивистские модели познания «не работают» с вышеназванной категорией явлений природы.

Задача современного этапа – рассмотреть возможность метафизического подхода в методологическом плане, как оценивание трудно объяснимого, случающегося в природе. Неомистическое сознание не выступает в данном случае синонимом метафизики в полном понимании. Отчасти такая форма сознания представляется, как аналитическая категория в рамках философского, религиозоведческого, мифологического подходов. Неомистическое сознание ориентировано на культурный пласт бытия и тенденции в социальной среде. Но говоря о метафизическом подходе, мы предполагаем рассуждения, где выстраивается цепочка логических доосмыслений. В качестве примера рассмотрим выводы о том, что Луна – планета без атмосферы, ибо в телескоп человеческий глаз видит множество кратеров от «бомбардировки» поверхности планеты-спутника метеоритами. Наблюдатель не имеет возможности оказаться непосредственно на поверхности Луны, но рационализируя логические доосмысления делает вывод сравнительно-метафизический: условия на Луне не пригодны для жизни человека, так как там нет атмосферы по сравнению с Землей. Отсюда – новый тип метафизики со своим тематическим ядром. Как замечает В.В. Ильин, «...с конструктивной рациональностью, выстраивающейся на регулятивах виртуальности, полионтичности, перфекционазма, природо-, культуроподобия, посессивности, аутопознуса» [5, с. 67].

Метафизический подход сегодня в оценивании сложных при восприятии феноменов исходит из потребности нащупать платформу конструктивного гуманитарного базиса. Результативность исследований будет зависеть не от ухода исследователя в сторону религиозного начала и притяжения идей от учений Запада, и Востока с осмыслением природы божественного Абсолюта, души, загробного существования. Опыт трансцендентного в этом случае приобретает очертания конкретной веры, погружающегося в исследования непознанного. Но мы имеем дело с секулярной метафизикой, опирающейся на разум и даже логику. Как замечает в предисловии к сборнику трудов «Метафизика» Ю.С. Владимирова, «...Трудно в нескольких словах дать исчерпывающее определение метафизики. Одна эпоха сменяла другую и вносила свои коррективы не только в само понятие, но и в отношение к нему» [6, с. 3].

Понимание метафизики будет видаться в следующем контексте. Зададимся вопросом: «Что есть аномалия, как отклонение от нормы?» С позиций физики – это явление, феномен окружающего мира. У этого феномена присутствуют качества и признаки, характерные (но не типичные!) для любого другого, уже познанного, явления. Декартовское понятие *протяженности* соответствует здесь главному и однозначному атрибуту наблюдаемого – сущности феномена, его материальному статусу. Любой трудно объяснимый феномен может быть охарактеризован по цвету, расстоянию до него, габаритным параметрам, звуковыми и иными свойствами. В сущности, это и есть протяженность. Вместе с тем, говоря языком метафизики, непознанное «здесь и сейчас» вызывает вопросы: «к чему все это?», «каков смысл сего происходяще-

го?», «какова сущность феномена?», «что представляется невидимым ядром случающегося?» и другие онтологические суждения.

В этой ситуации находит свое место философский дискурс, создающий область интерпретаций, подобно тому, как осмысляются явления, к примеру, квантовой реальности. Попытки «прочитать» смысл квантовых феноменов и найти этому философское обоснование выглядит не менее метафизично, чем обсуждаемые природные аномалии. В явлениях объективной реальности, не поддающихся прямой и ускоренной оценке, индивидуальное мнение наблюдателя или исследователя внедряется в описательные мыслительные комбинации. Происходит духовное «оплодотворение» явления, в котором место пониманию произошедшего в большей степени отводится гуманитарному аспекту. В.В. Ильин говорит в этом смысле об онтологии гуманитарного, как изменчивой реальности, имеющей «оболочку мира» и «оболочку Я». Философ замечает: «Вложение субъективного в объективное есть их многозначительное уподобление, стоящее у истоков конструирования полифундаментальной реальности по синкретизирующей схеме «вещь-образ» [4, с. 39]. На обыденно-практическом уровне подобный процесс выводит на мифо-фольклорное мышление и объяснение сложно познаваемых феноменов через призму народной мудрости.

Глубинные метафизические смыслы фольклора

На бытовом уровне общественного сознания трудно объяснимые феномены укладываются в колею мифо-фольклорных представлений. И в этом случае вполне возможна корреляция, позволяющая сопоставлять эти представления с реальностью природы. Человек склонен отрицать и не принимать всеобщность, которая ему не дает развития и миропонимания. Отсюда происходит и метафизическая линия притяжения нечто божественного, иррационального. Мир, по всей видимости, не может существовать, как данность, раз и навсегда определенная природой. Он не существует сам по себе, но, как отмечалось в предыдущей главе, воссоздается сознанием, формируя представления о силах, способных менять что-то вокруг нас. Наука в своем развитии уделяет особое внимание разуму и адекватности. Здесь именно объективность имеет максимальный уклон в сторону познания и категоричных выводов.

Связь между явлениями трудно объяснимого характера и повествованиями фольклора двойственная. С одной стороны, непознанный компонент, который лежит в основе аномалий, позволяет расширять границы представлений об образах легенд, мифов и, в целом, фольклорного плана. С другой стороны, фольклор выступает носителем и хранителем информации о непознанном с поправкой на свой понятийный аппарат. Фольклор есть способ осмысления происходящего сверхъестественного и передачи жизненного опыта, в том числе мудрости «общения» с этим сверхъестественным. Фольклор определяется в виде устного народного творчества. Введенный в обиход английским ученым Уильямом Дж. Томсом в 1846 году термин *folk-lore*, то есть «народная мудрость», в широком смысле ориентирован на сказания, былины, пословицы, песни, ремесла, обрядовые действия и т.п.

В.Н. Демин, доктор философских наук, исследователь Русского Севера и гипотетической гиперборейской темы, указывает: «Устное слово как направленное волевым усилием акустическое выражение внутренней энергии индивида, приводящее в движение механизм раскодирования информации на различных физических уровнях, включая глубинный, — пока во многом неизвестный и неисследованный феномен» [3, с. 51]. Трудно объяснимый компонент в фольклоре развивает не только метафизическое мышление, но способствует также расширению и всевозможных инструментально-метрических подходов. Это уже чисто научная форма оценочного характера каких-либо непознанных явлений, и она тяготеет к параллельному развитию эмпиризма. Однако, эмпирические получаемые данные требуют разъяснений и обоснований. Но теорий на этот счет в естествознании в рамках действующей общенаучной парадигмы пока не существует.

В сопоставлении с научными подходами фольклор задает особый путь познания. Этот путь символичен и насыщен образами, непривычным для современников языком, что отличает его от научных методов. Один из ярких основоположников мифологической школы А.Н. Афанасьев, как исследователь духовной культуры славянских народов, видел в символике отражение представлений о природе. Рождающиеся термины, словосочетания, образные выражения с одной стороны доступны в понимании людям из конкретной культурной среды, с другой — все это выполняет объяснительные функции происходящего, далеко не понятного в большинстве случаев. Находим точку зрения ученого на этот счет: «...корни слов затемняются для народного сознания, богатый метафорический язык древнейшей эпохи, сроднивший между собой разнообразные предметы и явления, делается для большинства малодоступным и загадочным, хотя и надолго удерживается в народе силой привычки и сочувствием к старинному выражению» [1, с. 26].

Фольклорное пространство, осуществляя попытки объяснить трудно познаваемое, строится на коллективном опыте. Такой опыт включает в себя метафорическое мышление, тайные сакральные объяснения происходящего, и по сути, является альтернативой рациональному анализу. Фольклору свойственно гиперболизировать ощущения наблюдателя, в связи с чем трудно объяснимые феномены могут иметь ряд отклонений от объективного, истинного образа и уводят в сторону личностного. Частные случаи возникновения местных легенд, исходя из ошибочных выводов наблюдаемого, мы оцениваем, как погрешность результативности в вычлениении из фольклора нестандартного природного явления — аномалии.

Феномен возникновения мифов носит как социально-культурный, так и личностно-психологический характер. Исходя из понимания мифа (легенды) как нечто экзистенциально-переживаемого, и впоследствии, передаваемого «во вне», можно допустить, что природа таких информативных каналов эзотерична. В исследовании трудно объяснимого часто миф становится таковым, не опираясь на виденное случайным наблюдателем, но становится самим собой в силу некомпетентности, легкомысленности и невежестве последнего. В виду этого, миф может иметь и социальную, и психологическую природу своего происхождения одновременно.

Фольклор устремляет внимание познающего субъекта к пониманию глубинных законов мироздания. Человеческая природа в этом смысле склоняется к творческому освоению границ непознанного, используя мифологическую логику и некоторые принципы индетерминизма. Метафизика в фольклоре выглядит, как целостное мировоззрение и не является абстрактной философской системой. Это есть отражение представлений о смысле жизни, природе человека и его бытия в соотношении с миром невидимым, нематериальным. Приемлемым становится притяжение таких категорий, как душа, судьба, мир загробного существования и потусторонних сил.

Для оценивания трудно объяснимых феноменов метафизический подход в научно-философском ключе и в рамках фольклора имеет свои отличительные черты. Наглядно можно представить их в нижеприводимой таблице 1.

Таблица 1. Некоторые отличительные черты метафизических представлений

Метафизика в науке	Метафизика в фольклоре
Осуществляет попытку обосновать предельные, фундаментальные вопросы	Ориентируется на иррациональном, образном мышлении
Допускает построение теорий через умозрение, детерминированное и рационально выстраиваемое	Объясняет через притяжение нематериальных сфер, как нормы бытия (загробное существование, мир богов).
Концептуально претендует на описание мира, как единого целого, обосновывая явления в виде частных законов	Формирует представление о фундаментальных началах, как-то: космос, хаос, мировая ось, концептуализируя основы бытия
Философско-метафизические системы выглядят преимущественно жесткими, внутренне непротиворечивыми конструкциями	Акцентирует внимание на иносказательности. Символично и метафорично описывает реальность бытия
Создает фундаментальные допущения о природе реальности, пространстве, времени, причинности, которые принимаются без доказательств	Делает ставку на антропоморфизм, посредством чего человеческие черты и мотивы приписываются природным силам и предметам. Это позволяет осмысливать трудно объяснимое через знакомое
Выполняет роль интеграции знания, выступая основой синтеза положений из разных областей мышления.	Осуществляет трансляцию знаний из поколения в поколение через представления, переплетенные с обрядами, праздниками и коллективным опытом

Таким образом, метафизика в науке есть рациональный поиск первооснов бытия, ориентированный на систематический анализ и возможную последующую эмпирическую диагностику. Фольклор, в отличие от этого, выражает мифологические образы в рамках конкретной культурной традиции.

Стихийность народной молвы в оценке трудно объяснимого

В гносеологическом плане говорим о возможности познания посредством иррациональных воззрений. Гносеология признает факт реальности познания через не сводимые к мышлению механизмы. Это могут быть сновидения, интуитивные прозрения, религиозный и мистический опыт, художественное восприятие и прочее. В рамках философии от-

метим, что экзистенциализм допускает познание через сферы, не поддающиеся рациональному моделированию, но при этом являющиеся реальными источниками знания. Одновременно позиции таких мыслителей, как А. Шопенгауэр, Ф. Ницше, А. Бергсон, создают почву для альтернативы рациональному мышлению. Проявление интуитивности в виде интеллектуального знания создает почву для прогностического подхода. Карл Поппер, ссылаясь на Аристотеля пишет: «...у нас есть интеллектуальная интуиция, то есть духовная или интеллектуальная способность, которая позволяет нам безошибочно схватывать сущности вещей и познавать их» [7, с. 19].

Следует отметить, что бессознательные процессы, происходящие на уровне ощущений, способны влиять на принятие решений. Философ науки Майкл Полани вводит в научный лексикон термин *имплицитные истины*. Это, по его мнению, есть неотделимое от носителя неявное знание, то, что рождается внутри человеческого мозга. Как замечает в своей статье М.И. Билалов, «...В имплицитном, в этом неявном знании следует дифференцировать истинные образы, которые в свое время были личностными и социализированными знаниями и те, которые таковыми никогда не были» [2, с. 165]. То есть это своеобразный призыв к демаркации. В этом контексте разберемся с таким способом получения знаний, как *народная молва*.

Эмоции и страсти могут также влиять на процесс познания. Народная молва позволяет добывать и структурировать знания. Она выступает формой практического познания. Ее место есть своеобразный тернер, усредняющий бинарность между метафизикой в науке и метафизикой в фольклоре. Несмотря на то, что такая форма имеет возможность распространяться в устном диапазоне «из уст в уста», теряя при этом исходные компоненты, обрастая дополнительными смысловыми приращениями, в целом, она выглядит как механизм формирования общественного мнения.

На уровне обыденного сознания многие объяснения народной молвы являются иррациональными и имеющими статус оценивания трудно объяснимых феноменов. Народная молва обладает результативностью из-за накопления повседневного опыта, на чем она и базируется. Человек, как носитель персональных знаний, сформированных в результате каких-то событий, имеет возможность резюмировать исход того, что может состояться.

Это укладывается в русло уверований, но не знаний. Однако сейчас для нас не имеет особой важности то, что подобное есть всего лишь имплицитная истина, т.е. истина, которая родилась в исключительно субъективном пространстве мышления. Важно другое. Объяснительные повествования нечто нелогичного появляются на свет от людей, не связанных между собой, проживающих на разных континентах, исповедующих различную религию или являющихся абсолютно отчужденными от какой-либо религиозности.

Познание трудно объяснимого имеет свои особенности. Среди них выделяем:

- некоторую противоречивость и неоднородность. Народная молва имеет неустойчивые интерпретации. Это связано с традициями тех территорий, где происходит формирование взглядов на трудно объяснимый феномен. Ряд утверждений становятся разнородными по сути, хотя общие черты изложения в них сохраняются;
- контекст народной молвы зависит от взглядов человеческого сообщества, его культуры и быта. Правда одного народа может быть непонятной для другого;
- объективная картина, объясняемая народной молвой, может быть искажена. При этом народная молва выглядит как «правда» конкретного людского сообщества.

Заключение

Метафизические основания позволяют выявлять:

- «горячие точки» и «слепые зоны» трудно объяснимых феноменов. Под первым понимается отношение человеческого сообщества к тому, что является необъяснимым. Здесь главный аспект социальный. «Горячие точки» — это детализации проявляющегося явления, включающегося из правил, которые ведут к усилению страха и фатальности. «Слепая зона» выявляет недостаток знаний рассказчика и его невнимательность;
- оценивать особенности феномена «снежного кома». Любая фольклорная мудрость, народная молва обрастает дополнительными фактами. Широта диапазона информирования о случаемся явлениях, не укладывающимся в объяснительную логику, способствует уси-

лению акцентирования на деталях общедоступных и общепринятых для разных людей;

- слухи и поверья формируют гипотезы происхождения феномена. Генезис того или иного явления, как эффект техногенного, психологического или природного характера, позволяет развиваться научным методам наблюдений и фиксаций трудно объяснимого.

Метафизика выглядит серьезным инструментом, несущем в себе социокультурную информацию и создающем основание для методологии исследований. Учитывая иррациональный характер многих устоявшихся мнений в том или ином этносе, а также эмоциональную окрашенность или телесную локализацию интуиции по отношению к случающимся аномальным природным проявлениям, процесс познания трудно объяснимого несет в себе лишь первую начальную часть проведения дальнейших глубоких изысканий.

Литература

1. Афанасьев, А.Н. Славянская мифология / Александр Афанасьев. — М.: Эксмо; СПб.: Мидгард, 2008. — 1520 с.
2. Билалов, М.И. Нерациональное и иррациональное в творчестве истинных знаний // Вестник Дагестанского государственного университета, 2009. Вып. 5. — Махачкала: ФГБОУ ВО ДГУ. — С. 165. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neratsionalnoe-i-irrationalnoe-v-tvorchestve-istinnih-znaniy/viewer> (дата обращения: 29.07.2026).
3. Демин, В.Н. Гиперборейские тайны Руси. — М.: Вече, 2006. — 496 с.
4. Ильин, В.В. Философия гуманитарного знания. *Studia humaniora*. Гуманитаристика: Москва: Проспект, 2019. — 256 с.
5. Ильин, В.В. Философия кризиса: человечество на пороге катастрофических перемен: монография. — Москва: Проспект, 2024. — 104 с.
6. Метафизика. Век XXI. Сборник трудов / Сост. И ред. Ю.С. Владимиров. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. — 285 с.
7. Поппер, К. Открытое общество и его враги. Т. 2. Время лжепрофетов: Гегель, Маркс и другие оракулы. — М.: Феникс, Международный фонд «Культурная инициатива», 1992. — 528 с. URL: file:///C:/Users/admin/Downloads/open_society_2.pdf (дата обращения: 09.09.2026).

METAPHYSICAL FOUNDATIONS IN THE UNDERSTANDING OF WHAT IS DIFFICULT TO EXPLAIN: FROM SCIENCE TO FOLKLORE

Volkov S.N.

Penza State Technological University

Within the framework of the modern general scientific paradigm, a number of natural phenomena cannot be rationally explained. The lack of methodological approaches and the limitations of empirical procedures in research into phenomena that are difficult to explain are compensated for by metaphysical aspects. A process of renewal of metaphysics is observed, as attempts are made to substantiate the illogical and anomalous. The humanities create the grounds for the development of metaphysics, as well as for the rationalization of thought outside of positivist approaches. Alongside metaphysical ideas in the field of natural science, searches for the primordial source are also evident in folklore traditions. Folklore allows us to comprehend the supernatural through a unique folk language, often offering wisdom in assessing what is difficult to explain. Metaphysics in science and metaphysics in folklore correlate on a number of characteristics. At the same time, the distinctive features of metaphysical concepts in both domains are identified. At the same time, the phenomenon of «popular rumor» draws attention — as an intermediate between the scientific and the established folklore approach. In conclusion, the author draws conclusions commenting on humanity's attitude towards the inexplicable.

Keywords: metaphysics, science, folklore, consciousness, phenomena, cognition.

References

1. Afanasyev, A.N. Slavic Mythology / Alexander Afanasyev. — Moscow: Eksmo; St. Petersburg: Midgard, 2008. — 1520 p.
2. Bilalov, M.I. The Non-rational and the Irrational in the Creation of True Knowledge // Bulletin of Dagestan State University, 2009. Issue 5. — P. 165. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neratsionalnoe-i-irrationalnoe-v-tvorchestve-istinnih-znaniy/viewer> (accessed July 29, 2026).
3. Dyomin, V.N. Hyperborean Secrets of Rus'. — Moscow: Vech, 2006. — 496 p.
4. Ilyin, V.V. Philosophy of Humanities Knowledge. *Studia humaniora*. Humanities Studies: Moscow: Prospekt, 2019. — 256 p.
5. Ilyin, V.V. Philosophy of Crisis: Humanity on the Threshold of Catastrophic Changes: Monograph. — Moscow: Prospekt, 2024. — 104 p.
6. Metaphysics. The 21st Century. Collection of Works / Comp. and ed. by Yu.S. Vladimirov. — Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, 2006. — 285 p.
7. Popper, K. The Open Society and Its Enemies. Vol. 2. The High Tide of Prophecy: Hegel, Marx, and the Aftermath. — Moscow: Phoenix, International Foundation «Cultural Initiative», 1992. — 528 p. URL: file:///C:/Users/admin/Downloads/open_society_2.pdf (Accessed September 9, 2026).

Феноменология цифрового присутствия: коммуникативная активность пользователей социальных сетей в зеркале современных социально-гуманитарных исследований

Чуганская Анфиса Анваровна,

кандидат психологических наук, научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской Академии Наук
E-mail: anfi.chuganskaya@yandex.ru

Развитие современной коммуникации активно сформировалось в области использования сетевых сообществ и прочно вошло в обывательную жизнь человека. По статистике 2025 года отмечается повышение вовлеченности жителей России в дистанционное общение и трансформации человеческой коммуникации. Целью работы является сравнительный анализ коммуникативных показателей как единиц цифрового присутствия человека в дистанционной коммуникации по их содержательной роли в сетевой коммуникации на основе метаданных социально-гуманитарных исследований. В исследовании основным методом стал сравнительный метаанализ эмпирических данных. В материалы исследования вошли научные статьи за период 2000–2026 гг., которые отвечали нескольким критериям. В результатах сравнительного анализа приводится таблица наиболее часто используемых параметров цифрового присутствия дистанционной коммуникации на основе метаанализа исследований и их применения к разным социальным субъектам, использование параметров коммуникативной активности для достижения прагматических целей общения. Отдельно представлены исследования в рамках прикладных работ по изучению политических субъектов, общения в профессиональных группах и студенческих сообществах на основе анализа параметров коммуникативной активности и невербальных ответов в виртуальной коммуникации.

Ключевые слова: цифровое присутствие, феноменология коммуникации, социальные сети; лайк; дискуссия.

Введение

Многомерность современной коммуникации во многом обеспечивается сетевой интернет-архитектоникой. Социальными сетями пользуется 80% россиян в возрасте старше 12 лет. В тройку популярных социальных сетей вошли ВКонтакте и Max. Основное ядро пользователей составляет активная трудоспособная часть населения в возрасте 25–34 лет [24]. При этом возникают разнообразные инструменты не только для вербального ответа в виде текстового сообщения, но расширяется инструментарий для выражения невербальной составляющей коммуникации, включающей эмоциональные реакции, дополнения семантической стороны сообщений и др. Мы обратились к исследованиям последних двадцати лет в различных направлениях социо-гуманитарного знания, включающих психологию, социологию, философию, лингвистику, искусственный интеллект, в которых проводился подсчет и содержательная интерпретация использования коммуникативных параметров невербальной составляющей для анализа общения и поведения респондентов как цифровых единиц присутствия человека [4, 9, 21].

Актуальность исследования в междисциплинарном ключе связана с развитием инструментов автоматического анализа цифровых следов, включающих текстовую невербальную информацию. Значимым в контексте развития современных прикладных технологий с использованием технологий искусственного интеллекта в рамках Приоритетных направлений научно-технического развития Российской Федерации является составление системной базы показателей коммуникативной активности.

Целью работы является сравнительный анализ коммуникативных показателей по их содержательной роли в сетевой коммуникации на основе метаданных социально-гуманитарных исследований.

Были выделены следующие задачи:

- определить общие и специфические параметры сетевой коммуникации как единиц цифрового присутствия человека в соответствующих исследованиях по языкознанию, психологии, социологии, политологии;
- проанализировать исследования образовательных и профессиональных интернет-сообществ с точки зрения их коммуникативного инструментария;
- систематизировать оценки параметров коммуникативной активности в социо-гуманитарных исследованиях для различных субъектов коммуникации – пользователей социальных сетей и социальных групп.

Основной исследовательский вопрос состоял в том, возможно ли выделить общие коммуникативные параметры в социальных сетях на основе прагматической классификации и ограничений невербальных инструментов выражения реакций и способов поведения в разных социальных мессенджерах.

Научная новизна исследования состоит в том, что показатели коммуникативной активности в рамках эмпирических исследований во многом рассматриваются с точки зрения отдельных наук и отсутствуют системное междисциплинарное изучение параметров коммуникативной активности с выделением значимых методологических принципов. В исследовании предлагается системный подход к метаанализу коммуникативных показателей на основе изучения в эмпирических исследованиях субъекта коммуникации (социальной группы, личности) и прагматической стороны общения [6, 17].

Обзор литературы по исследованиям параметров коммуникативной активности в социо-гуманитарных науках

Одними из наиболее подробных исследований в области выявления невербальных параметров сетевой коммуникации являются работы в рамках языкознания. Так, Крылов Ю.В. анализирует жанр невербального ответа в коммуникации. Автор отмечает, что в рамках развития виртуальной коммуникации происходит трансформация невербальных средств передачи информации, включающих эмоциональный и семантический компоненты. Для исследования Крылов Ю.В. [10]

взял чаты переписки 60 пользователей в двух возрастных категориях (18–25 лет и 35–60 лет) и 36 чатов официальных групп в социальных сетях некоторых мессенджеров, социальных сетей ВК (ВКонтакте) и др. в 2021 г. В качестве анализа им были выделены следующие невербальные коммуникативные параметры: лайк (просто лайк; лайк с положительной или отрицательной оценкой; вариативный лайк с возможностью выбора оценки-реакции из нескольких вариантов); эмодзи, смайлики, графические улыбки; стикеры и графические изображения; gif-анимация; знаки плюс и минус. При изучении коммуникативной цели такого невербального сообщения оказалось, что чаще всего невербальные коммуникативные действия возникают как ответ на сообщение. При этом Крылов Ю.В. выделяет две функции таких невербальных параметров коммуникации: этикетную (или коммуникативную в психологическом смысле) и оценочную (для индивидуализации сообщения автора в обращении к адресату) [10]. При этом часто несколько функций, прежде всего оценочная и этикетная, совмещены одним невербальным коммуникативным действием. Однако персонализированный характер невербальных ответов в виртуальной коммуникации больше относится к стикерам и эмодзи, а не к плюсам и лайкам.

В работе Болохонцевой Н.М. [2] выделяется классификация метакommunikативных и коммуникативных показателей ложного коммуникативного комфорта. Автор исследует прежде всего текстовую и вербальную структуру таких показателей на основе анализа художественного произведения А.В. Вампилова. В области невербальных параметров коммуникативного дискомфорта автор выделяет просодический аспект высказывания говорящего, который в письменном тексте выражается интонационным компонентом в виде восклицательного знака.

В психологических и социологических исследованиях отдельный интерес вызывает изучение невербальных коммуникативных показателей как средства анализа эмоционального параметра социальных групп. В работе Смагиной Е.С. [21] анализируются невербальные способы воздействия в интернет-коммуникации. Автор обращает внимание на эмодзи или «смайлики», которые во многом задают тональность вербального текста, дополняя его эмоциональной составляющей. Смагина Е.С. отмечает также эдвайс и демотиватор как специальный текст на фоне изображения или персонажа. Автор указывает на эмоциональную функцию таких невербальных коммуникативных элементов, которые придают чаще всего минорную или мажорную тональность сообщению. В свете изучения тональности и влияния региональных госпалайков на аудиторию было проведено исследование Семеновой Е.А. [20] на примере Тамбовской, Воронежской и Липецкой областей в 2024–2025 гг. Автор анализирует коммуникативные параметры сетевой коммуникации (лайки, репосты, комментарии) и приходит к выводу о том, что позитивный тон коммуникации повышает вовлеченность и значимость для урбанизированных областей, а нейтральная подача кризисных событий снижает негативные реакции.

В исследованиях СМИ и сетевого контента на примере сети ВКонтакте Харламов А.А. и Пильгун М.А. [28] предлагают комплексную схему анализа содержаний сообщений и коммуникативных параметров, используя автоматический анализ информации и экспертную оценку, что позволяет обеспечить адекватность и объективность получаемых данных. Для выявления причин расширения распространения контента и его восприятия авторы анализируют следующие показатели невербальной составляющей сетевой коммуникации: количество лайков, репостов и комментариев, переход из онлайн в офлайн формат общения на примере митингов. Харламов А.А. и Пильгун М.А. обозначают их как коммуникативные сетевые действия, цифровые следы. При дальнейшем анализе авторы стали рассматривать такие параметры, как количество постов по релевантной теме, количество репостов, комментариев, ссылок, сообщений, тактики прямого или косвенного коммуникативного воздействия. По результатам анализа была выделена семантическая значимость лайков как показателей отражения реакции пользователей на событие митинга 26 марта 2018 г., а также особенности контента как имеющего императивную стратегию и высокий эмоциональный заряд [28]. В отношении анализа коммуникативных параметров в более ранних работах М.Косински с коллегами [31] отмечали в исследовании аккаунтов 58 тыс. пользователей социальной сети, что на основе анализа лайков (не менее 170 лайков в день у респондента) возможно определить ряд личностных черт, включая гендерную ориентацию, этническую принадлежность, религиозные и политические взгляды, черты характера, интеллект, счастье, употребление психоактивных веществ, разлуку с родителями, возраст и пол. С рядом показателей по этнической и гендерной принадлежности точность (ассигасу) достигает более 90%. В дальнейшем на основе анализа данных социальных се-

тей и психологической диагностики группа исследователей во главе с М.Косински [32] показали высокую продуктивность в определении личностных черт респондентов на основе анализа цифровых следов (лайков) в отличие от оценки людей из окружения респондентов.

В отечественных исследованиях изучение отдельных параметров коммуникативной активности и возрастно-психологических особенностей в группе подростков отражено в работе Самосват О.И. [19]. Исследователь обращает внимание на значимую роль лайков как инструмента выражения социального одобрения в социальной сети. Основу выборки для исследования составили обучающиеся средней общеобразовательной школы (111 человек в возрасте 14–17 лет), активно включенные в социальных сетях и форумах сайтов за период 2013–2015 гг. Исследователи выделили следующие показатели, значимые для изучения коммуникативной активности: число записей аккаунта подростка, количество виртуальных друзей, количество подписчиков аккаунтов, число групп по интересам, число лайков аккаунта подростка, число репостов другими пользователями, число личных репостов, количество комментариев аккаунта, количество личных фото-, видеоматериалов число прямых обращений и открытой саморекламы [19]. При этом следует отметить важность выделения исследователями в рамках параметра «репост» направленности коммуникативного действия: личный репост или репост другим пользователям. Самосват О.И. отмечает полифункциональность в коммуникативном поле сетевого общения самого действия «лайк»: «социальное одобрение; привлечение внимания к личности того, кто оставляет лайк; привлечение внимания к информации, на которую оставляют лайк; выражение личной симпатии» [с. 148, 19]. Исследователь отметила высокую статистическую связь наличия лайков и показателей репоста и комментирования.

Методы и материал

В исследовании **основным методом** стал сравнительный метаанализ эмпирических данных. Были выделены основные показатели, единые для социо-гуманитарных наук в рамках общей философской базы методологии, которые основаны на анализе субъекта коммуникации (социальная группа или личность) и прагматической составляющей коммуникации.

В **материалы** исследования вошли научные статьи за период 2000–2026 гг., которые отвечали нескольким критериям. Во-первых, исследования должны были быть проведены в рамках одного из направлений научного социо-гуманитарного знания. Для этого корпус статей для метаанализа был выбран на платформах Elibrary и КиберЛенинка, где подтверждена научная составляющая работы, представленная в рецензируемом журнале, имеющая рубрику по направлению научного знания. Во-вторых, были выбраны публикации, в которых есть описание эмпирического материала, включающего субъекта анализа (например, студенты, подростки, политические партии и др.), параметры нетекстового анализа коммуникативной активности, есть указание платформы сбора данных (социальная сеть, мессенджер). В-третьих, для метаанализа были выбраны статьи, которые содержали выводы о эффективности использования коммуникативных параметров активности или статистическое сравнение различия представленных таких показателей в разных группах респондентов. Таким образом, была сформирована выборка из 30 статей, которые наиболее полно отвечают критериям материала для сравнительно-системного метаанализа данных.

Результаты исследования и обсуждение

На основе рассмотрения отечественных исследований мы выделили параметры активности, которые анализировались в каждом из исследований в зависимости от субъекта изучения (личность, группа или др.) и возможности определения из описания исследования использования прагматической составляющей коммуникации для выборки исследования. Результаты представлены в Таблице 1.

Использование параметров коммуникативной активности и невербальных ответов в виртуальной коммуникации обладает большим потенциалом изучения многогранной структуры общения в виртуальной среде [29]. Нами был проведен анализ исследований социальных сетей и мессенджеров, проводящих изучений как персональных данных, так и информацию в рамках групповых сообществ (организации, госорганы, университеты и др.) в различных направлениях социо-гуманитарного знания. Исследовательский вопрос о возможности представления и использования общих параметров оценки коммуникативной оценки оказался успешным. Были выделены три основных параметры: лайки, просмотры и перепост, которые оказались наиболее представлены на многих платформах общения и анализировались всесторонне исследователями для оценки вовлеченности и эффективности общения.

Таблица 1. Система оценки параметров коммуникативной активности в социо-гуманитарных исследованиях для различных субъектов коммуникации.

Субъект исследования	Параметры анализа коммуникативной активности	Возможность использования для изучения прагматической цели коммуникации	Источник исследования
Коллективный субъект, организация, канал «Россия К» и их аудитория	количество постов, охват, реакция аудитории (лайки, комментарии), форма подачи материала (текст, видео, фото)	Да, зависят от платформы коммуникации (информирование, поддержание общения)	[1]
Личность на уровне пользователей в двух возрастных категориях (18–25 лет и 35–60 лет) и официальные сообщества организаций	лайки; эмодзи, смайлики, графические улыбки; стикеры и графические изображения; gif-анимация; знаки плюс и минус	Да, частично, эмоциональная функция и поддержание контакта.	[10]
Личность	эмотиконы или «смайлики», эдвайс и демотиватор	Да, эмоциональная составляющая.	[21]
Организации (госорганы)	лайки, репосты, комментарии	Да, информирование и влияние на общественное мнение.	[20]
СМИ (организации)	количество лайков, репостов и комментариев, переход из онлайн в офлайн формат общения на примере митингов	Частично, информирование и влияние на массовое мнение.	[28]
Личность (подростки 14–17 лет)	Лайки	Да, поддержка эмоционального общения и социального контакта, социальное одобрение.	[19]
Профессиональное сообщество (педагоги) и профессиональные подгруппы.	просмотр сообщений, комментарии, лайки, перепосты, динамика количества подписчиков, количество материалов	Частично, поддержание общения и эмоциональная поддержка, информирование.	[8]
Организации (ВУЗ) и личность (студенты 18–23 лет)	лайки, дизлайки, репосты, комментарии, просмотры, расчет коэффициента вовлеченности пользователей	Частично, информирование и развлекательное общение.	[22]
Политические партии	различный по формату материал сообщений, лайки, комментарии, репостинг, рациональные и эмоциональные оценки	Да, влияние на общественное мнение и информирование.	[26]
Политические лидеры (личности)	лайки, репост, просмотр, вовлеченность аудитории	Да, развитие коммуникации и информирование.	[7]
Групповой (платформы ВУЗов) или на основе упоминания ВУЗов	количество комментариев, лайков, репостов и просмотров и рассчитывались показатели вовлеченности аудитории	Да, информирование и развлекательное общение.	[25]
Личностный и групповой	количество подписчиков, френдов или фолловеров, количество откликов, лайков, перепостов и посещений электронной страницы	Частично, поддержание статуса, коммуникации и эмоциональные функции.	[5]
Личностный (молодежь и подростки)	количество «друзей», число записей на «стене», «портреты», отражающие число фотографий профиля (аватары).	Частично, поддержание коммуникации и образ личности.	[30]
Нет	Лайк	Нет	[12]
Личностный	Смایل	нет	[2]
Личность	Комментирование, лайки, подписка на сообщества.	Частично, эмоциональный компонент общения.	[15]
Личность	Комментирование, лайки, репост.	Частично	[16]
Личность	Комментирование	Частично	[14]
Личность	Количество постов с просьбой о репосте, средняя длина комментария, количество комментариев, лайков и участников, количество постов со ссылками, доля постов со ссылками, количество постов с картинками или фото, доля комментариев с хештегами и др.	Да, нацеленность на мобилизацию и эмоциональный компонент.	[18]

Обсуждение прикладных направлений применения показателей коммуникативной активности для оценки эффективности коммуникации

Одним из прикладных направлений использования показателей коммуникативной активности пользователей является анализ профессиональных сообществ. В исследовании Донского А.Г. и Ларюшкин С.А. [8] приводится методика анализа эффективности оценки профессиональных сообществ педагогических работников. Базой исследования стали интернет-сообщества, созданные на основе Челябинского института развития образования, включающего данные за 2020–2023 гг. Авторы отмечают значимость связи показателя эффективности и целевым компонентом коммуникации в профессиональной группе. Именно по этому критерию они выделили следующие объективные параметры для анализа: просмотр сообщений (материалов), комментарии, лайки, репосты, динамика количества подписчиков, количество материалов, предлагаемых модератору для размещения. Авторы отмечают содержательное различие двух популярных невербальных коммуникативных показателей, лайка и просмотра: «Количество лайков является более говорящим маркером востребованности контента и личного отношения к публикуемому материалу, чем, к примеру, просмотры, а репост — показателем более активного отношения к материалу, чем просмотр» [с. 112, 8]. При этом важным акцентом методологии исследования в профессиональных сообществах является комплексное совмещение внутреннего и внешнего мониторинга и необходимости содержательной интерпретации по отношению к инициатору материала (образова-

тельной организации, института развития образования, региональных инновационных площадок) фактически выступающими субъектами образовательного объекта группового уровня.

Активно параметры коммуникативной активности используют в анализе общения обучающихся различных уровней образования [27]. В исследовании Соколов А.В., Миронова С.В. [22] проводится анализ коммуникативного процесса ВУЗа на примере Костромского государственного университета со студенческой аудиторией (18–23 лет) популярных социальных сетей. Исследователи анализировали следующие показатели: лайки как выражение позитивных эмоций, дизлайки как выражение негативного отношения в сети, репосты, комментарии, просмотры, расчет коэффициента вовлеченности пользователей. На основе экспертной оценки были выделены другие значимые показатели невербальной составляющей коммуникативной активности, позволяющей повысить эффективности работы сообществ в сети ВКонтакте для образовательного учреждения: повышение числа хештегов, использование поисковой строки, увеличение количества материала в виде видеоклипов и коротких роликов, подкастов, фотопостов. Также значимым оказалось количество постов в разные периоды года. Лидерами по количеству репостов стали инструкции, зафиксирована большая активность в виде комментариев на видео-сообщения и ответы на вопросы, повышение количества лайков на развлекательный контент. Для университетских Интернет-сообществ также проводилось похожее исследование Соколова А.В., Мироновой С.В. на примере Череповецкого и Владимирского университетов [23].

Отдельным направлением изучения является использование статистики показателей коммуникативной активности в политических исследованиях. Титов В.В. [26] обратился к изучению медиаактивности политических партий «Единая Россия», КПРФ, ЛДПР и «Справедливая Россия» в социальных сетях и мессенджере в период декабря 2020 г. В качестве показателей коммуникативной активности исследователь анализировал различный по формату материал сообщений, лайки, комментарии, репостинг, рациональные и эмоциональные оценки. Автор приходит к выводу о недостаточном использовании политическими партиями на тот момент инструментов представления информации в сетевой коммуникации и использовании эмоциональных инструментов влияния на аудиторию.

В политическом поле общения Гриценко Р.А., Прокопчук Д.Д. и Нечай Е.Е. [7] обратились к анализу ведения блогов политическими лидерами на примере аккаунтов лидеров четырех парламентских партий РФ Дмитрия Медведева, Геннадия Зюганова, Владимира Жириновского, Сергея Миронова в социальной сети «ВКонтакте» в 2017 г.. Ключевыми параметрами оценки коммуникативной активности также стали лайки, репост, просмотр, а также вовлеченность аудитории. На основе средних значений каждого из показателей и значения вовлеченности аудитории авторы исследования делают вывод о различных стратегиях позиционирования в социальных сетях политического лидера.

Социальные сети выступают платформой для коммуникации в рамках взаимодействия больших социальных групп и организаций. Например, в исследовании Артеc А.С. [1] проводится анализ коммуникации в рамках официальных сообществ телеканала «Россия К» в социальных сетях в 2020 г. Автор выделяет следующие коммуникативные параметры активности: количество постов, охват, реакция аудитории (лайки, комментарии), форма подачи материала (текст, видео, фото). Результаты автора показывают, что есть сложности модерации, которая ведется одинаково для всех платформ и приводит к потере части индивидуализированной информации и аудитории, при этом отмечается формирование уникального профиля самого телеканала в социальных сетях, отличного от эфира и онлайн версии.

Отдельной задачей является изучения и расчет показателей вовлеченности в сообществах и в рамках исследования отдельных тем [11]. проводился анализ сообществ ВКонтакте по тематике «Университет» по ключевым площадкам онлайн-сообществ «Университет ИТМО», «МГИМО Университет», «Казанский федеральный университет», «Сибирский федеральный университет» и «Уральский федеральный университет» и наиболее обсуждаемые темы в каждом из них. В качестве количественных показателей брались следующие: количество комментариев, лайков, репостов и просмотров и рассчитывались показатели вовлеченности аудитории для разных временных интервалов (7, 30 дней). Авторы отмечают, что при более четкой тематической структуре и повышенном уровне постов с развлекательной тематикой выявляется более высокий показатель вовлеченности аудитории при меньшем количестве подписчиков. В исследовании Миназевой Д.Р., Арабова М.К. [13] показатель вовлеченности на основе анализа новостных постов социальной сети ВКонтакте берется за основу для разделения на вирусные и невирусные посты и выявляются высокие статистические показатели для такой бинарной классификации. За основу авторы берут три класса показателей коммуникативной активности: Engagement Rate (ER) в виде лайков, комментариев, репостов относительно аудитории; абсолютные счетные показатели как лайки, общая вовлеченность; бинарные показатели виральности, где 1 присваивалось постам, попавшим в топ-5% по общей вовлеченности.

Заключение

Использование параметров коммуникативной активности и невербальных ответов в виртуальной коммуникации обладает большим потенциалом изучения многогранной структуры общения в виртуальной среде. Нами был проведен анализ исследований социальных сетей и мессенджеров, проводящих изучений как персональных данных, так и информацию в рамках групповых сообществ (организации, госорганы, университеты и др.) в различных направлениях социо-гуманитарного знания. Ответ на основной исследовательский вопрос о возможности представления и использования общих коммуникативных параметров в социальных сетях для оценки невербальных инструментов выражения реакций и способов поведения в разных социальных мессенджерах оказался успешным. Были выделены три основных параметра: лайки, просмотры и репост, которые оказались наиболее представлены на многих платформах общения и всесторонне анализировались исследователями для оценки вовлеченности и эффективности общения. Необходимо развитие инструментов сравнения функционального использования параметров коммуникативной активности в зависимо-

сти от цели коммуникации на разных сообществах и на основе унификации инструментов выражения на разных платформах общения.

Литература

1. Артеc А.С. Социальные сети как способ взаимодействия с аудиторией каналов культурно-просветительской тематики (на примере «России К») [Текст] / А.С. Артеc // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История. Филология. — 2020. — Т. 19, № 6. — С. 88–101. DOI 10.25205/1818-7919-2020-19-6-88-101
2. Белинская Е.П. Психология Интернет-коммуникации [Текст] / Е.П. Белинская. — Москва: Изд-во Московского психолого-социального университета; Воронеж: МОДЭК, 2013. — 185 с. URL: https://elibrary.ru/cit_items.asp?pubid=888923124
3. Болохонцева Н.М. К вопросу о коммуникативных и метакommunikативных показателях ложного коммуникативного комфорта [Текст] / Н.М. Болохонцева // Ученые записки Орловского государственного университета. — 2010. — № 3–2. — С. 91–94. EDN: <https://elibrary.ru/nckdnd>
4. Воевода Е.В. Коммуникация и взаимодействие в цифровом образовании / Е.В. Воевода // Научные исследования и разработки. Современная коммуникативистика. — 2019. — Т. 8, № 3. — С. 49–52. — EDN: BLUTIJ.
5. Войскунский А.Е. Направления исследований опосредствованной Интернетом деятельности [Текст] / А.Е. Войскунский // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. — 2017. — № 1. — С. 51–66. EDN: <https://elibrary.ru/zhehvz>
6. Гордеева Ю.В. К вопросу о коммуникативной цели в аспекте ее семантических и прагматических представлений [Текст] / Ю.В. Гордеева, Л.П. Семенов // Ученые записки Орловского государственного университета. — 2013. — № 1. — С. 245–248. EDN: <https://elibrary.ru/qjfkper>
7. Гриценко Р.А. Стратегия ведения аккаунта политического лидера (на примере профилей лидеров парламентских партий в социальной сети «ВКонтакте») [Текст] / Р.А. Гриценко, Д.Д. Прокопчук, Е.Е. Нечай // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 6–1(60). — С. 73–76. DOI 10.23670/IRJ.2017.60.041. — EDN: YTTGXX.
8. Донской А.Г. Методика оценки эффективности профессиональных сетевых сообществ педагогических работников [Текст] / А.Г. Донской, С.А. Ларюшкин // Профессиональное образование и рынок труда. — 2024. — Т. 12, № 2(57). — С. 104–119. DOI 10.52944/PORT.2024.57.2.007. — EDN: HWLIUC.
9. Касаткин П.И. Антропологический аспект глобальных моделей образования: поиски и решения [Текст] / П.И. Касаткин, М.В. Силантьева // Полис. Политические исследования. — 2017. — № 6. — С. 137–149. DOI: <https://doi.org/10.17976/jpps/2017.06.10>
10. Крылов Ю.В. Жанр невербального ответа в виртуальной коммуникации [Текст] / Ю.В. Крылов // Verba. Северо-Западный лингвистический журнал. — 2022. — № 2(4). — С. 19–35. DOI 10.34680/VERBA-2022-2(4)-19-35. — EDN: LXBGTR.
11. Махмутова Е.Н. Психологические составляющие подготовки специалистов в условиях развития цифровой экономики в России [Текст] / Е.Н. Махмутова, А.М. Данилова, М.И. Соломенкова // Анальские чтения — 2019: Психология общества, государству, политике: материалы международной научной конференции, Санкт-Петербург, 22–25 октября 2019 года. — Санкт-Петербург: ООО «Скифия-принт», 2019. — С. 335–336. EDN: NPKRKD.
12. Мельников М.В. Граница между личным и публичным пространством и ее особенности на примере социальной сети [Текст] / М.В. Мельников, З.Ф. Моисеева // Теория и практика общественного развития. — 2016. — № 10. — С. 32–37. EDN: WWKBGN.
13. Миназева Д.Р. Факторы вовлеченности аудитории в социальной сети «ВКонтакте»: гибридный анализ на стыке эконометрики и машинного обучения [Электронный ресурс] / Д.Р. Миназева, М.К. Арабов // Вестник науки. — 2026. — Т. 4, № 2 (95). — С. 445–459. URL: <https://www.xn——8sbempclcw3bmt.xn——p1ai/article/29079> (дата обращения: 25.06.2026).
14. Молчанов С.В. Роль личностных особенностей подростков в переработке социальной информации в интернет-коммуникации [Текст] / С.В. Молчанов, О.В. Алмазова, А.Е. Войскунский, Н.Н. Поскребышева // Национальный психологический журнал. — 2018. — № 4(32). — С. 3–15. DOI 10.11621/npj.2018.0401. — EDN: POULFJ.
15. Мышкина М.С. Виртуальная самопрезентация как пространство личностной идентичности и мотивационно-смысловой интенции личности [Текст] / М.С. Мышкина // Вестник Самарского государственного университета. — 2015. — № 7(129). — С. 212–221. EDN: UHNYQT.
16. Пилишвили Т.С. Активность личности в социальных сетях и становление субъектности в информационном мире [Текст] / Т.С. Пи-

лишвили, А.Ю. Минаева // Акмеология. – 2016. – № 1(57). – С. 84–88. EDN: VTNLTB.

17. Путина О.Н. Речевая коммуникация: прагматический аспект [Текст] / О.Н. Путина, С.В. Балакин // Евразийский гуманитарный журнал. – 2022. – № 1. – С. 4–9. EDN: AKZWWH.

18. Сабурова Л.А. Факторы социальной мобилизации в интернет-сообществах [Текст] / Л.А. Сабурова, Г.А. Благодатский, В.В. Стажилов, П.В. Вантрусев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2021. – № 3. – С. 156–170. DOI 10.15593/2224-9354/2021.3.11. – EDN: HXDCNT.

19. Самосват О.И. «Лайк» в социальных сетях как показатель социального одобрения в подростковой среде [Текст] / О.И. Самосват // Казанский педагогический журнал. – 2015. – № 6–1(113). – С. 148–151. EDN: UNECBJ.

20. Семенова Е.А. Влияние тональности публикаций региональных госпабликов на целевую аудиторию [Текст] / Е.А. Семенова // Челябинский гуманитарий. – 2025. – № 3(72). – С. 192–200. DOI 10.47475/1999-5407-2025-72-3-192-200. EDN: KGXNCR.

21. Смагина Е.С. Невербальные способы воздейственности в интернет-коммуникации [Текст] / Е.С. Смагина // Метеор-Сити. – 2017. – № 2(8). – С. 58–62. EDN: YNCBLX.

22. Соколов А.В. Специфика современной коммуникации в университетских онлайн-сообществах на примере Костромского государственного университета [Текст] / А.В. Соколов, С.В. Миронова // Вестник Московского университета. Серия 12: Политические науки. – 2023. – № 2. – С. 85–106. DOI 10.55959/MSU0868-4871-12-2023-1-2-85-106. – EDN: EMENLJ.

23. Соколов А.В. Контент онлайн-сообществ университетов и характер реакции на него аудитории (на примере Череповецкого и Владимирского университетов) [Текст] / А.В. Соколов, С.В. Миронова // Южно-Российский журнал социальных наук. – 2023. – Т. 24, № 1. – С. 110–127. DOI 10.31429/26190567-24-1-110-112. – EDN: NDSOMA.

24. Сурова А. Социальные сети в России – полный список популярных площадок со статистикой по аудитории [Электронный ресурс] / А. Сурова // Elama. – 2023. URL: <https://elama.ru/blog/socialnye-seti-v-rossii/> (дата обращения: 15.05.2026 г.).

25. Телевной А.Д. Исследование тематических профилей и способов расчета вовлеченности аудитории в сообщества социальной сети «ВКонтакте» [Текст] / А.Д. Телевной, М.В. Хлопотов // Вестник евразийской науки. – 2018. – Т. 10, № 2. – С. 71. EDN: XSDEVN.

26. Титов В.В. Медиаактивность российских парламентских партий в социальных сетях Рунета [Текст] / В.В. Титов // Общество: политика, экономика, право. – 2021. – № 3(92). – С. 25–29. DOI 10.24158/per.2021.3.3. – EDN: KBZAAQ.

27. Торкунов А.В. Феномен МГИМО: после юбилейные заметки [Текст] / А.В. Торкунов // Вестник МГИМО-Университета. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 7–21. DOI: 10.24833/2071-8160-2025-1-100-7-21.

28. Харламов А.А. Восприятие сетевого контента: на материале данных ВКонтакте [Текст] / А.А. Харламов, М.А. Пильгун // Речевые технологии. – 2019. – № 1. – С. 82–98. EDN: VYDESJ.

29. Чуганская А.А. Особенности форм коммуникации, способствующей реализации деятельности с отсроченным результатом [Электронный ресурс] / А.А. Чуганская // Вестник экспериментального образования. – 2021. – № 4(29). – С. 65–75. EDN: HTDTGV. URL: <http://www.ppacademy.ru/wp-content/uploads/2021/12/196.pdf> (дата обращения: 28.05.2026).

30. Щебетенко С.А. Большая пятерка черт личности и активность пользователей в социальной сети «ВКонтакте» [Текст] / С.А. Щебетенко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Психология. – 2013. – Т. 6, № 4. – С. 73–83. EDN: RRQTRN.

31. Kosinski M. Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior [Text] / M. Kosinski, D. Stillwell, T. Graepel // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2013. – Vol. 110 (15). – P. 5802–5805. DOI: 10.1073/pnas.1218772110.

32. Youyou W. Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans [Text] / Youyou, W., Kosinski, M., Stillwell, D. // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2015. – Vol. 112 (4). P. 1036–1040. DOI:10.1073/pnas.1418680112.

THE PHENOMENOLOGY OF DIGITAL PRESENCE: THE COMMUNICATIVE ACTIVITY OF SOCIAL MEDIA USERS IN THE LIGHT OF CONTEMPORARY SOCIO-HUMANITARIAN RESEARCH

Chuganskaya A.A.

Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences

The development of modern communication has actively taken shape in the area of using online communities and has firmly become part of everyday human life. According to sta-

tistics from 2025, there has been an increase in the engagement of Russian residents in remote communication and in the transformation of human communication. The aim of the work is to conduct a comparative analysis of communicative indicators as units of a person's digital presence in remote communication, based on their substantive role in network communication, using metadata from socio-humanitarian research. The main method in the study was a comparative meta-analysis of empirical data. The research materials included scientific articles published between 2000 and 2026 that met several criteria. The results of the comparative analysis include a table of the most commonly used parameters of digital presence in distance communication, based on a meta-analysis of studies and their application to various social actors, as well as the use of parameters of communicative activity to achieve pragmatic communication goals. Separately, studies are presented within the framework of applied research on the study of political actors, communication in professional groups, and student communities, based on an analysis of communicative activity parameters and non-verbal responses in virtual communication.

Keywords: digital presence, phenomenology of communication, social media; like; discussion.

References

1. Artes A.S. Social media as a way to interact with the audience of channels focused on cultural and educational topics (using «Russia K» as an example) [Text] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoriya. Filologiya. [Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: History. Philology]. 2020. Vol. 19, № 6. pp. 88–101. DOI 10.25205/1818-7919-2020-19-6-88-101 (in Russian).
2. Belinskaya E.P. Psixologiya Internet-kommunikatsii [Psychology of Internet Communication] [Text]. – Moskva: Izd-vo Moskovskogo psixologo-social'nogo un-ta; Voronezh: MODE'K, 2013. 185 p. URL: https://elibrary.ru/cit_items.asp?pubid=888923124 (in Russian).
3. Boloxonceva N.M. On the issue of communicative and metacommunicative indicators of false communicative comfort [Text] // Ucheny'e zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. [Scientific Notes of the Oryol State University]. 2010. № 3–2. pp. 91–94. EDN: <https://elibrary.ru/nckdnd> (in Russian).
4. Voevoda E.V. Communication and Interaction in Digital Education [Text] // Nauchnye issledovaniia i razrabotki. Sovremennaiia kommunikativistika [Scientific Research and Development. Modern Communication Studies]. 2019. Vol. 8, № 3. pp. 49–52. EDN: BLUTIJ. (in Russian).
5. Vojskuns'kij A.E. Directions of Research into Internet-Mediated Activity [Text] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psixologiya [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Series 14. Psychology]. 2017. № 1. pp. 51–66. EDN: <https://elibrary.ru/zhehvz> (in Russian).
6. Gordeeva Yu.V., Semenenko L.P. On the Issue of Communicative Purpose in the Aspect of Its Semantic and Pragmatic Representations [Text] // Ucheny'e zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta [Scientific Notes of Oryol State University]. 2013. № 1. pp. 245–248. EDN: <https://elibrary.ru/qjfkpe> (in Russian).
7. Gricenko R.A., Prokopchuk D.D., Nechaj E.E. Strategy for managing a political leader's account (on the example of profiles of leaders of parliamentary parties on the social network VKontakte) [Text] // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. 2017. № 6–1(60). pp. 73–76. DOI 10.23670/IRJ.2017.60.041. – EDN: YTTGXX. (in Russian).
8. Donskoj A.G., Laryushkin S.A. Methodology for Assessing the Effectiveness of Professional Network Communities of Teaching Staff [Text] // Professional'noe obrazovanie i ry'nok Truda [Vocational Education and the Labor Market]. 2024. Vol. 12, № 2(57). pp. 104–119. DOI 10.52944/PORT.2024.57.2.007. – EDN: HWLIUC. (in Russian).
9. Kasatkin P.I., Silant'eva M.V. Anthropological Aspect of Global Models of Education: Searching for Solutions [Text] // Polis. Politicheskie issledovaniia [Polis. Political Studies.]. 2017. № 6. pp. 137–149. DOI: <https://doi.org/10.17976/jpps/2017.06.10> (in Russian).
10. Kry'lov Yu.V. The genre of nonverbal response in virtual communication [Text] // Verba. Severo-Zapadny'j lingvisticheskij zhurnal [Verba. Northwestern Linguistic Journal]. 2022. № 2(4). pp. 19–35. DOI 10.34680/VERBA-2022-2(4)-19-35. – EDN: LXBGTR. (in Russian).
11. Maxmutova E.N., Danilova A.M., Solomenkova M.I. Psychological Components of Specialist Training in the Context of the Development of the Digital Economy in Russia [Text] // Anan'evskie chteniia – 2019: Psixologiya obshchestva, gosudarstvu, politike: materialy' mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Sankt-Peterburg, 22–25 oktyabrya 2019 goda [Ananyev Readings – 2019: Psychology for Society, the State, and Politics: Proceedings of the International Scientific Conference, Saint Petersburg, October 22–25, 2019]. Sankt-Peterburg: OOO Skifia-print, 2019. pp. 335–336. EDN: NPKRKD. (in Russian).
12. Mel'nikov M.V., Moiseeva Z.F. The boundary between personal and public space and its features: a case study of the social network [Text] // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiia [Theory and Practice of Social Development]. 2016. № 10. pp. 32–37. EDN: WWKBGN. (in Russian).
13. Minazeva D.R., Arabov M.K. Factors of audience engagement on the social network «VKontakte»: a hybrid analysis at the intersection of econometrics and machine learning [E'lektronny'j resurs] // Vestnik nauki [Vestnik of Science] 2026. Vol. 4, № 2 (95). pp. 445–459. URL: <https://www.xn——8sbempcldwd3bmt.xn——p1ai/article/29079> (data obrashcheniya: 25.06.2026). (in Russian).
14. Molchanov S.V., Almazova O.V., Vojskuns'kij A.E., Poskreby'sheva N.N. The role of personality traits of adolescents in the processing of social information in Internet communication [Text] // Nacional'ny'j psixologicheskij zhurnal [National Psychological Journal]. 2018. № 4(32). pp. 3–15. DOI 10.11621/npi.2018.0401. – EDN: POULFJ. (in Russian).
15. My'shkina M.S. Virtual self-presentation as a space for personal identity and the motivational-semantic intention of the individual [Text] // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta [Vestnik of the Samara State University]. 2015. № 7(129). pp. 212–221. EDN: UIHYQT. (in Russian).

The study was carried out as part of the scientific program of the National Center for Physics and Mathematics, direction № 9 «Artificial Intelligence and Big Data in Technical, Industrial, Natural, and Social Systems»

16. Pilishvili T.S., Minaeva A. Yu. The activity of an individual in social networks and the formation of subjectivity in the information world [Tekst] // Akmeologiya [Acmeology]. 2016. № 1(57). pp. 84–88. EDN: VTNLTB. (in Russian).
17. Putina O.N., Balakin S.V. Speech Communication: A Pragmatic Aspect [Tekst] // Evrazijskij gumanitarnyj zhurnal [Eurasian Humanitarian Journal]. 2022. № 1. pp. 4–9. EDN: AKZWWH. (in Russian).
18. Saburova L.A., Blagodatskiy G.A., Stazhilov V.V., Vantrusov P.V. Factors of social mobilization in online communities [Tekst] // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politexnicheskogo universiteta. Social'no-e'konomicheskie nauki [Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. SocioEconomic Sciences]. 2021. № 3. pp. 156–170. DOI 10.15593/2224–9354/2021.3.11. – EDN: HXDCNT. (in Russian).
19. Samosvat O.I. «Like» in social networks as an indicator of social approval in the teenage environment [Tekst] // Kazanskij pedagogicheskij zhurnal [azan Pedagogical Journal]. 2015. № 6–1(113). pp. 148–151. EDN: UNECBJ. (in Russian).
20. Semenova E.A. The influence of the tone of publications in regional state public pages on the target audience [Tekst] // Chelyabinskij gumanitarij [Chelyabinsky Humanitarian]. 2025. № 3(72). pp. 192–200. DOI 10.47475/1999–5407–2025–72–3–192–200. EDN: KGXNCR. (in Russian).
21. Smagina E.S. Nonverbal means of influence in internet communication [Tekst] // Meteor-Siti [Meteor-City]. 2017. № 2(8). pp. 58–62. EDN: YNCBLX. (in Russian).
22. Sokolov A.V., Mironova S.V. The specifics of modern communication in university online communities: a case study of Kostroma State University [Tekst] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 12: Politicheskie nauki [Bulletin of Moscow University. Series 12: Political Sciences]. 2023. № 2. pp. 85–106. DOI 10.55959/MSU0868–4871–12–2023–1–2–85–106. – EDN: EMENLJ. (in Russian).
23. Sokolov A.V., Mironova S.V. The content of university online communities and the nature of the audience's reaction to it (using the example of Cherepovets and Vladimir universities) [Tekst] // Yuzhno-Rossiiskij zhurnal social'ny'x nauk [South Russian Journal of Social Sciences]. 2023. Vol. 24, № 1. pp. 110–127. DOI 10.31429/26190567–24–1–110–112. – EDN: NDSOMA. (in Russian).
24. Surova A. Social networks in Russia – a complete list of popular sites with audience statistics [E'lektronny'j resurs] // Elama. 2023. URL: <https://elama.ru/blog/socialnye-seti-v-rossii/> (data obrashheniya: 15.05.2026 g.). (in Russian).
25. Televnoj A.D., Xlopotov M.V. Research of thematic profiles and methods of calculating audience engagement in social network communities VKontakte [Tekst] // Vestnik evrazijskoj nauki [Bulletin of Eurasian Science]. 2018. Vol. 10, № 2. pp. 71. EDN: XSDEVN. (in Russian).
26. Titov V.V. Media Activity of Russian Parliamentary Parties in the Social Networks of the Runet [Tekst] // Obshchestvo: politika, e'konomika, parvo [Society: Politics, Economics, Law]. 2021. № 3(92). pp. 25–29. DOI 10.24158/pep.2021.3.3. – EDN: KBZAAG. (in Russian).
27. Torkunov A.V. The Phenomenon of MGIMO: PostJubilee Notes [Tekst] // Vestnik MGIMO-Universiteta [Vestnik MGIMOUниверситета]. 2025. Vol. 18, № 1. pp. 7–21. DOI: 10.24833/2071-8160-2025-1-100-7-21. (in Russian).
28. Xarlamov A.A., Pil'gun M.A. Perception of Network Content: Based on VKontakte Data [Tekst] // Rechevy'e texnologii [Speech Technologies]. 2019. № 1. pp. 82–98. EDN: VYDESJ. (in Russian).
29. Chuganskaya A.A. Features of Communication Forms That Facilitate Activities with a Delayed Result [E'lektronny'j resurs] // Vestnik e'ksperimental'nogo obrazovaniya [Bulletin of Experimental Education]. 2021. № 4(29). pp. 65–75. EDN: HTDTGV. URL: <http://www.ppacademy.ru/wp-content/uploads/2021/12/196.pdf> (data obrashheniya: 28.05.2026). (in Russian).
30. Shhebetenko S.A. The Big Five personality traits and user activity on the VKontakte social network [Tekst] // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Psixologiya [Bulletin of the South Ural State University. Series: Psychology]. 2013. Vol. 6, № 4. pp. 73–83. EDN: RRQTRN. (in Russian).
31. Kosinski M., Stillwell D., Graepel T. Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior [Text] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2013. Vol. 110 (15). pp. 5802–5805. DOI: 10.1073/pnas.1218772110.
32. Youyou W., Kosinski M., Stillwell D. Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans [Text] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015. Vol. 112 (4). pp. 1036–1040. DOI:10.1073/pnas.1418680112.

Нутритивная поддержка при циррозе печени: современные доказательства и клинические рекомендации

Абалдуев Виктор Михайлович,

преподаватель кафедры Базисной и клинической фармакологии
Ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт имени
С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского»
E-mail: vitek@mail.ru

Новолоцкая Диана Денисовна,

студент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский
институт имени С.И. Георгиевского
E-mail: diana.novolotskaya@mail.ru

Карасёв Алексей Игоревич,

студент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский
институт имени С.И. Георгиевского
E-mail: uuganda@list.ru

Рачеева Александра Евгеньевна,

студент ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский
институт имени С.И. Георгиевского
E-mail: rak@mail.ru

Лифанова Ольга Юрьевна,

студент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского» Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский
институт имени С.И. Георгиевского
E-mail: lifan@yandex.ru

Цирроз печени сопровождается высокой распространённостью недостаточности питания и саркопении, которые независимо связаны с повышенной смертностью, инфекционными осложнениями и ухудшением исходов после трансплантации печени. Саркопения является ключевым фенотипическим проявлением недостаточности питания при циррозе. Она определяется как прогрессирующая утрата мышечной массы и функции и ассоциирована с астенией, инфекциями, печёночной энцефалопатией и неблагоприятными исходами после трансплантации. Настоящий обзор основан на публикациях, индексированных в PubMed, и посвящён анализу современных доказательств по нутритивной поддержке при циррозе печени. Рассматриваются методы оценки нутритивного статуса, потребности в энергии и белке, роль ночного перекуса, ветвистоцепочечных аминокислот, ограничения натрия, а также значение физической реабилитации и образовательных программ. Приведены практические рекомендации, соответствующие позициям ESPEN и AASLD.

Ключевые слова: цирроз печени; недостаточность питания; саркопения; нутритивная поддержка; печёночная энцефалопатия.

Введение

Цирроз печени представляет собой финальную стадию хронических заболеваний печени и характеризуется диффузным фиброзом, формированием ложных долек и портальной гипертензией. По данным глобальных эпидемиологических исследований, цирроз ежегодно приводит к более чем одному миллиону смертей и занимает существенное место в структуре общей смертности [1]. В естественном течении заболевания недостаточность питания встречается у 20–50% пациентов, а при декомпенсации – более чем у 80% [2]. Недостаточность питания при циррозе не сводится к простому дефициту поступления калорий: она включает нарушения всасывания макро- и микронутриентов, метаболические расстройства и повышенный катаболизм [3].

Саркопения является ключевым фенотипическим проявлением недостаточности питания при циррозе. Она определяется как прогрессирующая утрата мышечной массы и функции и ассоциирована с астенией, инфекциями, печёночной энцефалопатией и неблагоприятными исходами после трансплантации [4]. Концепция «кишечно-печёочно-мышечной оси» интегрирует роль дисбиоза кишечника, повышения проницаемости кишечного барьера, бактериальной транслокации и системного воспаления в патогенез саркопении, что расширяет цели нутритивного вмешательства от простого восполнения дефицита до модуляции патогенетических механизмов [5].

Руководство Европейского общества клинического питания и метаболизма (ESPEN) по клиническому питанию при заболеваниях печени, опубликованное в 2019 году, является наиболее авторитетным доказательным документом в этой области [2]. Тем не менее внедрение рекомендаций в практику сталкивается с рядом препятствий: недостаточным использованием инструментов оценки нутритивного статуса, дефицитом образовательных программ для пациентов и сохраняющимися противоречиями в отношении ограничения натрия [6].

Инструменты скрининга и диагностики

Выявление недостаточности питания у пациентов с циррозом является первым шагом нутритивного вмешательства. Традиционные антропометрические и лабораторные показатели в условиях цирроза имеют существенные ограничения: асцит и отёки искажают массу тела и индекс массы тела, а снижение синтетической функции печени затрудняет интерпретацию альбумина и преальбумина [7]. В связи с этим ESPEN рекомендует комплексный подход, сочетающий субъективную глобальную оценку (SGA), Королевский свободный госпитальный инструмент нутритивного приоритета (RFH-NPT) и объективную оценку саркопении [2].

RFH-NPT разработан специально для пациентов с заболеваниями печени, включает переменные асцита, алкогольного анамнеза и динамики массы тела и превосходит универсальные инструменты по чувствительности и специфичности [7]. Для оценки саркопении рекомендуется компьютерная томография с измерением скелетно-мышечного индекса на уровне L3 (площадь скелетных мышц, делённая на квадрат роста); пороговыми значениями считаются $\leq 50 \text{ см}^2/\text{м}^2$ для мужчин и $\leq 39 \text{ см}^2/\text{м}^2$ для женщин [8]. В условиях ограниченных ресурсов кистевая динамометрия может использоваться как простой маркер мышечной функции [9]. Проспективное когортное исследование показало, что снижение силы кисти у амбулаторных пациентов с компенсированным циррозом ассоциировано с повышенным риском печёночных событий в краткосрочном периоде [9].

Клинические последствия недостаточности питания

Неблагоприятное влияние недостаточности питания и саркопении на прогноз при циррозе подтверждено многочисленными исследованиями. Обзор Kuskik и соавт. показал, что саркопения, астения и недостаточность питания независимо связаны с повышением долгосрочной смертности [3]. У пациентов с саркопенией выше смертность в листе ожидания трансплантации печени, а также частота послеоперационных осложнений и длительность госпитализации [4]. При декомпенсации недостаточность питания ассоциирована с риском печёночной энцефалопатии, спонтанного бактериального перитонита и гепаторенального синдрома [10].

Существенно, что связь между недостаточностью питания и тяжестью заболевания двунаправлена. Декомпенсация печени через анорексию, раннее насыщение, тошноту, компрессию асцитом и метаболические нарушения усугубляет дефицит поступления и катаболизм; в свою очередь, недостаточность питания и саркопении ослабляют компенсаторные резервы и ускоряют переход к декомпенсации [5]. Этот порочный круг подчёркивает необходимость системной интеграции нутритивной оценки и вмешательства в ведение цирроза.

Потребности в энергии и белке

Энергетические потребности

Пациенты с циррозом часто находятся в состоянии гиперметаболизма с изменённым профилем субстратного окисления. ESPEN рекомендует потребление энергии 35–40 ккал/кг идеальной массы тела в сутки для профилактики катаболизма и поддержания положительного азотистого баланса [2]. Рекомендация основана на исследованиях непрямой калориметрии, показавших, что около 30% пациентов находятся в гиперметаболическом состоянии [11]. При недоступности индивидуальной калориметрии указанные значения могут использоваться как практический ориентир [2].

У пациентов с ожирением и циррозом энергетические назначения требуют индивидуализации. Ожирение и цирроз всё чаще сосуществуют, особенно при циррозе, связанном с метаболически ассоциированной жировой болезнью печени (MASLD) [12]. В таких случаях умеренное ограничение энергии для снижения массы тела может улучшать стеатоз и метаболические нарушения, однако необходимо обеспечивать достаточное потребление белка для предотвращения дальнейшей утраты мышц [12].

Потребности в белке

Потребность в белке при циррозе существенно выше, чем у здоровых лиц. Исследования азотистого баланса и оборота общего белка, проведённые Swart и соавт., подтвердили, что для поддержания азотистого равновесия пациентам с циррозом необходимо потребление белка 1,2–1,5 г/кг/сут, что превышает традиционные рекомендации [13]. Патофизиологическая основа этого феномена заключается в одновременном изменении скорости синтеза и распада белка: ускоренный мышечный протеолиз и нарушенный синтез приводят к увеличению чистого катаболизма [13]. ESPEN рекомендует потребление белка 1,2–1,5 г/кг/сут, а при тяжёлой недостаточности питания или катаболическом стрессе – до 1,5–2,0 г/кг/сут [2].

Традиционное представление о необходимости ограничения белка при печёночной энцефалопатии опровергнуто доказательствами. Проспективный анализ Morgan и соавт., включивший 136 пациентов с алкогольным гепатитом, показал, что низкое потребление белка независимо связано с ухудшением печёночной энцефалопатии, тогда как более высокое потребление – с её улучшением [14]. Современные руководства прямо указывают, что при печёночной энцефалопатии не следует ограничивать белок; целевые значения должны соответствовать таковым у пациентов без энцефалопатии [2].

Ночной перекус

Для пациентов с циррозом характерна выраженная метаболическая адаптация: после ночного голодания организм быстро переключается с гликогенолиза на окисление жиров и протеолиз, что ускоряет расход мышц [15]. Клиническое исследование Swart и соавт. впервые подтвердило, что ночной перекус (late evening snack) значительно улучшает азотистый баланс у пациентов с циррозом [13]. Стратегия сокращает окно ночного катаболизма и обеспечивает немедленный энергетический субстрат для подавления мышечного протеолиза [15].

ESPEN рекомендует ночной перекус пациентам с циррозом; его состав преимущественно углеводный (около 200 ккал) с возможным добавлением ВЦАК [2]. Формы реализации включают оральные нутритивные добавки, небольшие углеводные снеки или назогастральное введение [15]. Вмешательство отличается низкой стоимостью, простотой и высокой приемлемостью для пациентов, что делает его экономически эффективной стратегией в нутритивном менеджменте цирроза [15].

Оральные нутритивные добавки и энтеральное питание

Когда пероральное питание не обеспечивает достижение энергетических и белковых целей, оральные нутритивные добавки (ONS) являются предпочтительным методом поддержки. Систематический обзор и метаанализ, опубликованный в 2025 году, оценил клинические и функцио-

нальные исходы оральной нутритивной терапии при циррозе и представил обновлённое обобщение доказательств [16]. ESPEN рекомендует ONS как первую линию нутритивного вмешательства у пациентов с недостаточностью питания, особенно при недостаточном пероральном потреблении, саркопении или в листе ожидания трансплантации [2].

При невозможности обеспечить потребности перорально или при тяжёлых нарушениях глотания энтеральное питание (ЕН) предпочтительнее парентерального [17]. Руководство ESPEN по парентеральному питанию указывает, что у пациентов с циррозом и тяжёлой печёночной энцефалопатией парентеральное питание может безопасно улучшать психический статус, однако энтеральный путь должен рассматриваться в приоритетном порядке для поддержания барьерной функции кишечника [17]. Показания к полному парентеральному питанию следует ограничивать случаями противопоказаний или непереносимости энтерального питания [17].

Роль ветвистоцепочечных аминокислот

Ветвистоцепочечные аминокислоты (ВЦАК: валин, лейцин, изолейцин) при циррозе характеризуются характерным метаболическим дисбалансом: плазменные уровни ВЦАК снижены, тогда как уровни ароматических аминокислот (ААК) повышены, что приводит к падению коэффициента Фишера [18]. Механизмы снижения ВЦАК включают повышенный захват и катаболизм в скелетных мышцах, а также изменение активности печёночных трансаминаз [18]. Исследование Montanari и соавт. показало, что плазменные концентрации ВЦАК не отражают точно внутримышечное содержание: в мышцах значимо истощён только валин, тогда как концентрации изолейцина и лейцина остаются нормальными или даже повышенными [18].

Клиническая ценность восполнения ВЦАК при циррозе проявляется в двух основных аспектах: улучшение симптомов печёночной энцефалопатии и поддержание мышечной массы [18]. ВЦАК конкурентно ингибируют транспорт ароматических аминокислот через гематоэнцефалический барьер, снижая образование ложных нейротрансмиттеров [18]. Рандомизированное контролируемое исследование BCAAS оценило влияние ВЦАК на пациентов с циррозом и саркопенией и показало улучшение мышечной массы и функциональных показателей, хотя влияние на долгосрочную выживаемость остаётся предметом дискуссий [18]. ESPEN рекомендует рассматривать supplementation ВЦАК у пациентов с печёночной энцефалопатией, не отвечающих на стандартную терапию лактулозой и рифаксиминем, а также у пациентов с саркопенией, не достигающих целевого потребления белка [2]. Рутинное применение ВЦАК у всех пациентов не рекомендуется ввиду ограниченности доказательств влияния на жёсткие конечные точки [18].

Ограничение натрия традиционно рекомендуется пациентам с циррозом и асцитом для контроля задержки жидкости. Однако оптимальный уровень ограничения остаётся предметом дискуссий. ESPEN и Американская ассоциация по изучению заболеваний печени (AASLD) рекомендуют умеренное ограничение натрия – 80–120 ммоль/сут (что соответствует 2–3 г натрия или 5–7 г поваренной соли в сутки) [2, 6]. Более строгие ограничения (<80 ммоль/сут) не рекомендуются, поскольку не обеспечивают дополнительного контроля асцита и могут усугублять нутритивный дефицит [6].

Ключевая проблема заключается в том, что строгое ограничение натрия снижает вкусовую привлекательность пищи, что у пациентов с уже имеющимся снижением аппетита и ранним насыщением усугубляет недостаточное потребление энергии и белка [6]. Morgan и соавт. в обзоре 2024 года подчеркнули необходимость индивидуального подхода: ограничение натрия должно быть умеренным, а приоритет следует отдавать обеспечению адекватного потребления энергии и белка [6]. Авторы также отметили, что диуретическая терапия и терапевтический парацентез являются более эффективными методами контроля асцита, чем агрессивное ограничение натрия [6]. Таким образом, современная парадигма предполагает баланс между контролем объёма жидкости и обеспечением нутритивной достаточности; клиницистам следует избегать рутинного назначения строгой бессолевой диеты [6].

Саркопении при циррозе печени является обратимым состоянием, и сочетание нутритивной поддержки с физическими тренировками представляет собой наиболее эффективную стратегию её коррекции [4]. ESPEN рекомендует пациентам с циррозом, включая пациентов с компенсированным заболеванием и без противопоказаний, регулярную физическую активность – как аэробные, так и резистивные упражнения [2].

Резистивные тренировки стимулируют мышечный белковый синтез и повышают чувствительность мышц к аминокислотам, потенцируя анаболический эффект нутритивной поддержки [4]. Исследования показывают, что комбинированные программы упражнений у пациентов

с циррозом улучшают мышечную силу, функциональную способность и качество жизни [4]. Важно, что физические тренировки безопасны у большинства пациентов с компенсированным и субкомпенсированным циррозом; у пациентов с декомпенсацией и варикозным расширением вен пищевода требуется предварительная оценка рисков [4].

Эффективность нутритивных рекомендаций в значительной степени зависит от приверженности пациентов. Исследования показывают, что информированность пациентов с циррозом о принципах питания остаётся низкой, а соблюдение диетических рекомендаций – неоптимальным [7]. Образовательные вмешательства, включая структурированные программы обучения, индивидуализированные диетические консультации и использование печатных материалов, способствуют улучшению знаний и приверженности [7].

Мультидисциплинарный подход с участием гепатолога, диетолога, медсестры и, при необходимости, психолога является оптимальной моделью организации нутритивной помощи [2]. Телемедицинские технологии и мобильные приложения открывают новые возможности для дистанционного мониторинга и поддержки пациентов, что особенно актуально для пациентов с ограниченной мобильностью [7].

Заключение

Цирроз печени сопровождается высокой распространённостью недостаточности питания и саркопенией, которые независимо связаны с неблагоприятными исходами. Современные доказательства поддерживают следующие ключевые рекомендации: энергетическая ценность 35–40 ккал/кг/сут, белок 1,2–1,5 г/кг/сут, ночной перекус, умеренное ограничение натрия (80–120 ммоль/сут), отказ от рутинного ограничения белка при печёночной энцефалопатии, а также сочетание нутритивной поддержки с физической реабилитацией. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение оптимальных режимов нутритивной поддержки в различных подгруппах пациентов, оценку влияния вмешательств на жёсткие конечные точки и разработку эффективных моделей внедрения рекомендаций в реальную клиническую практику.

Литература

1. Global Burden of Disease Liver Cancer Collaboration. The burden of primary liver cancer and underlying etiologies from 1990 to 2015. *JAMA Oncol.* 2017;3(12):1683–1691.
2. Plauth M, Bernal W, Dasarathy S, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in liver disease. *Clin Nutr.* 2019;38(2):485–521.
3. Kusnik A, et al. Nutrition and sarcopenia in cirrhosis: a narrative review. *J Clin Med.* 2023;12(4):1356.
4. Dasarathy S, Merli M. Sarcopenia from mechanism to diagnosis and treatment in liver disease. *J Hepatol.* 2016;65(6):1232–1244.
5. Tandon P, Raman M, Mourtzakis M, Merli M. A practical approach to nutritional screening and assessment in cirrhosis. *Hepatology.* 2017;65(3):1044–1057.
6. Morando F, et al. Sodium restriction in cirrhosis: a critical reappraisal. *Liver Int.* 2024;44(3):612–621.
7. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on nutrition in chronic liver disease. *J Hepatol.* 2019;70(1):172–193.
8. Carey EJ, Lai JC, Wang CW, et al. A multicenter study to define sarcopenia in patients with end-stage liver disease. *Liver Transpl.* 2017;23(5):625–633.
9. Ney M, Vandermeer B, van Zanten SJ, et al. Meta-analysis: oral or enteral nutritional supplementation in cirrhosis. *Aliment Pharmacol Ther.* 2013;37(7):672–679.
10. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition. *Clin Nutr.* 2019;38(1):1–9.
11. Koretz RL, Avenell A, Lipman TO. Nutritional support for liver disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(5):CD008344.
12. Rinella ME, Lazarus JV, Ratzliff V, et al. A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. *J Hepatol.* 2023;79(6):1542–1556.
13. Swart GR, van den Berg JW, van Vuure JK, et al. Minimum protein requirements in liver cirrhosis determined by nitrogen balance

measurements at three levels of protein intake. *Clin Nutr.* 1989;8(6):329–336.

14. Morgan MY, Madden AM, Soulsby CT, Morris RW. Derivation and validation of a new global method for assessing nutritional status in patients with cirrhosis. *Hepatology.* 2006;44(4):823–835.

15. Tsien CD, McCullough AJ, Dasarathy S. Late evening snack: exploiting a period of anabolic opportunity in cirrhosis. *J Gastroenterol Hepatol.* 2012;27(3):430–441.

16. Systematic review and meta-analysis of oral nutritional therapy in cirrhosis. *Clin Nutr.* 2025;44(1):112–124.

17. Plauth M, Cabré E, Campillo B, et al. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: hepatology. *Clin Nutr.* 2009;28(4):436–444.

18. Montanari A, et al. Branched-chain amino acids in liver cirrhosis: a systematic review. *Nutrients.* 2022;14(5):1052.

NUTRITIONAL SUPPORT IN LIVER CIRRHOSIS: MODERN EVIDENCE AND CLINICAL GUIDELINES

Abalduev V.M., Novolotskaya D.D., Karasev A.I., Racheeva A.E., Lifanova O.U.

Order of the Red Banner of Labor, S.I. Georgievsky Medical Institute, V.I. Vernadsky Crimean Federal University

Liver cirrhosis is accompanied by a high prevalence of malnutrition and sarcopenia, which are independently associated with increased mortality, infectious complications, and poorer outcomes after liver transplantation. Sarcopenia is a key phenotypic manifestation of malnutrition in cirrhosis. It is defined as a progressive loss of muscle mass and function and is associated with asthenia, infections, hepatic encephalopathy, and poor outcomes after transplantation. This review is based on publications indexed in PubMed and is devoted to an analysis of current evidence on nutritional support in liver cirrhosis. The methods for assessing nutritional status, energy and protein requirements, the role of nighttime snacks, branched-chain amino acids, sodium restriction, as well as the importance of physical rehabilitation and educational programs are considered. Practical recommendations are provided that align with the positions of ESPEN and AASLD.

Keywords: liver cirrhosis; nutritional deficiency; sarcopenia; nutritional support; hepatic encephalopathy.

References

1. Global Burden of Disease Liver Cancer Collaboration. The burden of primary liver cancer and underlying etiologies from 1990 to 2015. *JAMA Oncol.* 2017;3(12):1683–1691.
2. Plauth M, Bernal W, Dasarathy S, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in liver disease. *Clin Nutr.* 2019;38(2):485–521.
3. Kusnik A, et al. Nutrition and sarcopenia in cirrhosis: a narrative review. *J Clin Med.* 2023;12(4):1356.
4. Dasarathy S, Merli M. Sarcopenia from mechanism to diagnosis and treatment in liver disease. *J Hepatol.* 2016;65(6):1232–1244.
5. Tandon P, Raman M, Mourtzakis M, Merli M. A practical approach to nutritional screening and assessment in cirrhosis. *Hepatology.* 2017;65(3):1044–1057.
6. Morando F, et al. Sodium restriction in cirrhosis: a critical reappraisal. *Liver Int.* 2024;44(3):612–621.
7. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines on nutrition in chronic liver disease. *J Hepatol.* 2019;70(1):172–193.
8. Carey EJ, Lai JC, Wang CW, et al. A multicenter study to define sarcopenia in patients with end-stage liver disease. *Liver Transpl.* 2017;23(5):625–633.
9. Ney M, Vandermeer B, van Zanten SJ, et al. Meta-analysis: oral or enteral nutritional supplementation in cirrhosis. *Aliment Pharmacol Ther.* 2013;37(7):672–679.
10. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition. *Clin Nutr.* 2019;38(1):1–9.
11. Koretz RL, Avenell A, Lipman TO. Nutritional support for liver disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(5):CD008344.
12. Rinella ME, Lazarus JV, Ratzliff V, et al. A multisociety Delphi consensus statement on new fatty liver disease nomenclature. *J Hepatol.* 2023;79(6):1542–1556.
13. Swart GR, van den Berg JW, van Vuure JK, et al. Minimum protein requirements in liver cirrhosis determined by nitrogen balance measurements at three levels of protein intake. *Clin Nutr.* 1989;8(6):329–336.
14. Morgan MY, Madden AM, Soulsby CT, Morris RW. Derivation and validation of a new global method for assessing nutritional status in patients with cirrhosis. *Hepatology.* 2006;44(4):823–835.
15. Tsien CD, McCullough AJ, Dasarathy S. Late evening snack: exploiting a period of anabolic opportunity in cirrhosis. *J Gastroenterol Hepatol.* 2012;27(3):430–441.
16. Systematic review and meta-analysis of oral nutritional therapy in cirrhosis. *Clin Nutr.* 2025;44(1):112–124.
17. Plauth M, Cabré E, Campillo B, et al. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: hepatology. *Clin Nutr.* 2009;28(4):436–444.
18. Montanari A, et al. Branched-chain amino acids in liver cirrhosis: a systematic review. *Nutrients.* 2022;14(5):1052.

Клинический случай применения ретрокальканеального валика в комплексном консервативном лечении энтезопатии ахиллова сухожилия и плантарной фасциопатии

Куклев Александр Дмитриевич,

врач лечебной физкультуры, ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: kuklev_a@list.ru

Астапов Игорь Геннадьевич,

аспирант кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации, ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: astapovigor64@gmail.com

Полукаров Николай Викторович,

к.м.н., доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации, ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
E-mail: polukarov_n_v@staff.sechenov.ru. Тел.: +79035897207.

Анамези Тоочуква Генри,

аспирант кафедры анатомии и гистологии человека, ФГАОВ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
E-mail: anamezietoby@gmail.com

Цель исследования. Продемонстрировать на клиническом случае применение ретрокальканеального валика как локального разгрузочного элемента индивидуальной стельки, изготовленной по технологии компьютерного проектирования и производства (CAD/CAM), в комплексном консервативном лечении пациента с сочетанной энтезопатией ахиллова сухожилия (АС) и плантарной фасциопатией (ПФ). **Материалы и методы.** Представлен клинический случай пациента 45 лет с хронической болью в задней и подошвенной области правой пятки. Диагноз верифицирован клинически и ультразвуковым исследованием. Проведено комплексное консервативное лечение с применением индивидуальной CAD/CAM-стельки с ретрокальканеальным валиком высотой 14 мм на фоне упражнений с дозированной нагрузкой. Эффект оценивали по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) и опросникам VISA-A и FFI на протяжении 12 недель. **Результаты.** Интенсивность боли по ВАШ снизилась с 7 до 1 балла, балл VISA-A увеличился с 41 до 82, суммарный балл FFI снизился с 62 до 9. Пациент вернулся к беговым нагрузкам через 10 недель, нежелательных явлений не отмечено. **Заключение.** Представленный клинический случай демонстрирует клиническую применимость ретрокальканеального валика в составе индивидуальной CAD/CAM-стельки при сочетанной энтезопатии АС и ПФ и согласуется с биомеханическим обоснованием метода. Подтверждение эффективности требует рандомизированных исследований.

Ключевые слова: ретрокальканеальный валик; энтезопатия ахиллова сухожилия; плантарная фасциопатия; ортопедические стельки; CAD/CAM; биомеханика стопы.

Введение

Энтезопатия ахиллова сухожилия (АС) и плантарная фасциопатия (ПФ) наиболее распространенные перегрузочные поражения заднего отдела стопы. В современной модели они рассматриваются не как воспалительные, а как дегенеративные поражения энтезиса при перегрузке тканей [2, 11], что переориентирует терапию на управление механической нагрузкой.

Оба энтезиса расположены на пяточной кости и анатомически связаны: подтверждена структурная преемственность волокон АС и плантарной фасции с формированием оссифицирующего «моста» [3], а натяжение подошвенного апоневроза при ходьбе коррелирует с силой АС ($r = 0,76$) [4]. Поэтому локальное изменение положения пяточной кости влияет на нагрузку обоих энтезисов одновременно. Доказательная база разгрузочных средств противоречива [5, 6, 17], поскольку в большинстве исследований применялись серийные изделия без учёта индивидуальной анатомии и точного позиционирования разгрузки. Одним из решений данного ограничения является локальный ретрокальканеальный валик, интегрированный в индивидуальную CAD/CAM-стельку.

Цель исследования

Представить клинический случай комплексного консервативного лечения пациента с сочетанной энтезопатией АС и ПФ с применением индивидуальной CAD/CAM-стельки с ретрокальканеальным валиком и оценить динамику болевого синдрома и функции стопы.

В работе описаны клиническая картина, диагностика, конструкция применённого ортеза и результаты лечения с последующим наблюдением, биомеханическое обоснование метода и данные литературы приведены в соответствующих разделах.

Анатомо-биомеханическое единство заднего отдела стопы

Ретрокальканеальная зона включает дистальную треть АС, его энтезис на бугре пяточной кости, ретрокальканеальную сумку и жировое тело Кагера. Плантарная фасция работает по механизму «лебёдки» (windlass mechanism) при тыльном сгибании пальцев она натягивается и пассивно поднимает медиальный продольный свод [7]. Циклическое натяжение фасции у медиального бугорка пяточной кости центральное патомеханическое звено ПФ. Дистальная часть АС испытывает тракцию от икроножной и камбаловидной мышц голени и циклическую компрессию об верхний угол кости, возрастающую с углом тыльного сгибания.

Эпидемиология и факторы риска

ПФ наиболее частая причина подошвенной пяточной боли: около 10% взрослых переносят заболевание в течение жизни с пиком в 40–60 лет [1]. У юных бегунов приземление на передний отдел стопы ассоциировано с более чем двукратным ростом риска травм АС и голени [8]. В исследовании «случай-контроль» (108 пациентов с ПФ и 114 с тендинопатией АС) аномальное положение стопы ассоциировалось с обеими нозологиями, а ограничение тыльного сгибания стопы нет [10]. Общей мишенью разгрузки служат модифицируемые факторы: объём нагрузки, масса тела и биомеханика заднего отдела стопы [1, 10].

Патогенез как единая модель перегрузочной энтезопатии

Энтезопатия ахиллова сухожилия и плантарная фасциопатия имеют общую основу, при повторяющейся нагрузке ткань энтезиса не успевает восстанавливаться, и в ней прогрессируют дегенеративные изменения [2, 11], а различия между нозологиями определяются направлением нагрузки. Дистальная часть ахиллова сухожилия и ретрокальканеальная сумка сдавливаются о верхний угол пяточной кости, причём давление возрастает с углом тыльного сгибания этим объясняется боль при ходьбе в гору и приседаниях. Плантарная фасция повреждается от растяжения у медиального бугорка пяточной кости при каждом шаге [1, 7]. Поскольку оба энтезиса расположены на одной кости и механически связаны [3, 4], изменение положения пятки в обуви влияет

на обе структуры одновременно. Лечение должно сочетать уменьшение пиковой нагрузки на энтезис и постепенное укрепление ткани, а при деформации Хаглунда и бурсите ключевое значение имеет декомпрессия заднего отдела пятки [2, 11, 24].

Ретрокальканеальный валик: конструкция и биомеханическое обоснование

Под ретрокальканеальным валиком понимается локальный объёмный элемент индивидуальной CAD/CAM-стельки, позиционируемый непосредственно под ретрокальканеальной зоной.

Валик приподнимает пяточную кость и изменяет её угловое положение так, что давление на ретрокальканеальную сумку и энтезис уменьшается точно, а не за счёт равномерного подъёма всей пятки (рис. 1). По сравнению с классическим подпяточником валик обеспечивает эквивалентную декомпрессию при меньшей высоте, не нарушает биомеханику шага и совместим со спортивной обувью.

При ПФ обоснование опирается на связанную механическую цепь подъём пятки в сочетании с опорой свода снижает натяжение плантарной фасции [4, 7]. Валик объединяет преимущества подъёма пятки и контурной разгрузки при умеренной высоте, однако прямых исследований применения валика при ПФ не выполнялось. При инсерционной тендинопатии валик уменьшает пиковую дорсифлексию и компрессию сумки и энтезиса, дополняя упражнения с дозированной нагрузкой как основу лечения [6, 12].

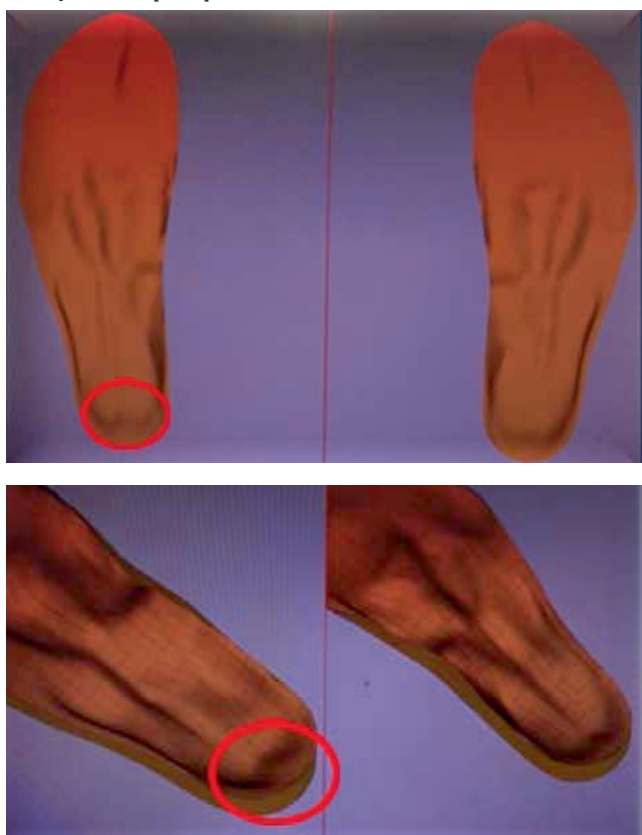


Рис. 1. Пример моделирования ретрокальканеального валика в индивидуальной ортопедической стельке

Описание клинического случая

Пациент мужского пола, 45 лет (рост 178 см, масса тела 92 кг), бегун-любитель с недельным тренировочным объёмом 25–30 км, обратился с жалобами на боль в задней области правой пятки и подошвенной поверхности пяточной кости, беспокоящую в течение 6 месяцев. Боль усиливалась при ходьбе, особенно в первые шаги после ночного сна (стартовая боль) и длительного сидения, а также при ходьбе в гору и беге. Ранее проводилось лечение нестероидными противовоспалительными препаратами и физиотерапией без стойкого эффекта. Сопутствующая эндокринная и ревматическая патология отсутствует.

При осмотре выявлены болезненность при пальпации энтезиса ахиллова сухожилия и медиального бугорка пяточной кости, умеренная отёчность ретрокальканеальной зоны, положительная проба с пассивным тыльным сгибанием пальцев (провокация подошвенной боли). Для подтверждения диагноза было проведено бароподометрическое исследование стоп пациента (Рис. 2).

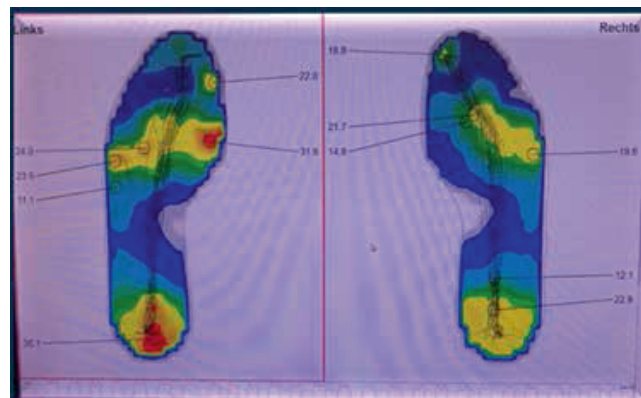


Рис. 2 Бароподометрия стоп

По данным ультразвукового исследования определялись утолщение дистальной порции ахиллова сухожилия до 7,2 мм, гипэхогенность зоны прикрепления, признаки ретрокальканеального бурсита и утолщение плантарной фасции до 5,1 мм. На рентгенограммах подошвенная пяточная шпора длиной 6 мм. Установлен диагноз энтезопатия ахиллова сухожилия и плантарная фасциопатия правой стопы.

Пациенту изготовлена индивидуальная ортопедическая стелька по CAD/CAM-технологии с ретрокальканеальным валиком высотой 14 мм под дистальной порцией ахиллова сухожилия (рис. 1). Параллельно назначены упражнения с дозированной нагрузкой на трёхглавую мышцу голени и специфическое растяжение плантарной фасции. Программа упражнений составлена на основе опубликованных протоколов при тендинопатии АС и ПФ [13, 27, 28, 29]. Контрольные осмотры проведены через 2, 6 и 12 недель.

На фоне лечения отмечена положительная динамика. Интенсивность боли по визуальной аналоговой шкале снизилась с 7 баллов до 3 к 6-й неделе и до 1 балла к 12-й неделе. Балл по опроснику VISA-A [25] увеличился с 41 до 68 и 82 соответственно, суммарный балл FFI [26] снизился с 62 до 25 и 9. Контрольное ультразвуковое исследование через 12 недель показало уменьшение бурсита и снижение толщины плантарной фасции до 4,6 мм. Пациент вернулся к беговым нагрузкам через 10 недель без ограничений. Нежелательных явлений и жалоб на дискомфорт от изделия не зарегистрировано. Пациент дал информированное согласие на публикацию данных клинического случая.

Полученный результат согласуется с концепцией персонализированной разгрузки. В рандомизированных исследованиях серийные разгрузочные изделия давали умеренный и нестабильный эффект [5, 6], тогда как в представленном случае точное позиционирование валика и подбор его высоты обеспечили выраженный клинический ответ. Это подтверждает целесообразность индивидуализации разгрузки, отмеченную в современных клинических рекомендациях [13, 14, 15, 16].

Дозирование разгрузки и популяционная специфика

При подборе высоты разгрузки верхняя граница определяется насыщением эффекта при умеренных высотах, нижняя протоколами РКИ с подъёмами пятки около 12 мм [5, 6]. Рабочая схема включает 12–15 мм в острой фазе у взрослых с постепенным снижением по мере стихания боли, 6–12 мм в поддерживающей фазе и 6–9 мм обязательно двусторонне у детей [9, 18]. Высоту подбирают под объективным контролем декомпрессии и планомерно снижают по мере возвращения к полноценной нагрузке.

У спортсменов с высокими циклическими нагрузками компактный ретрокальканеальный валик предпочтительнее высоких подпяточников и позволяет раньше начать специфическую нагрузку [8, 19].

Цифровые технологии и объективная верификация

Ценность метода определяется воспроизводимостью изготовления и объективным контролем эффекта. CAD/CAM-цепочка уже внедрена в практику 70,5% ортопедических служб Великобритании используют компьютерное проектирование и производство стелек [20]. В пилотном РКИ (34 пациента с ПФ) 3D-печатные ортезы через 8 недель уступали традиционным индивидуальным по функции и подвижности PROMIS, но реже вызывали дискомфорт [21]. Верификация разгрузки опирается на инерциальные измерительные модули (IMU) [22] и бароподометрию [23].

Заключение

1. Сочетанная энтезопатия АС и ПФ у одного пациента отражает анатомо-биомеханическое единство заднего отдела стопы и требует одновременного воздействия на оба энтезиса [2, 3, 4].

2. В представленном клиническом случае применение индивидуальной CAD/CAM-стельки с ретрокальканеальным валиком в составе комплексного консервативного лечения обеспечило значимое снижение боли и восстановление функции стопы за 12 недель без нежелательных явлений.

3. Ретрокальканеальный валик под дистальной порцией АС является биомеханически обоснованным инструментом персонализированной разгрузки заднего отдела стопы. Представленный случай иллюстрирует его клиническую применимость, однако доказательство эффективности требует рандомизированных исследований.

Литература

1. Rhim, H.C., Kwon, J., Park, J., Borg-Stein, J., Tenforde, A.S. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis / H.C. Rhim, J. Kwon, J. Park et al. // *Life (Basel)*. – 2021. – Vol. 11, № 12. – P. 1287. – DOI: 10.3390/life11121287.

2. Millar, N.L., Silbernagel, K.G., Thorborg, K., Kirwan, P.D., Galatz, L.M., Abrams, G.D., Murrell, G.A.C., McInnes, I.B., Rodeo, S.A. Tendinopathy / N.L. Millar, K.G. Silbernagel, K. Thorborg et al. // *Nature Reviews Disease Primers*. – 2021. – Vol. 7, № 1. – P. 1. – DOI: 10.1038/s41572-020-00234-1.

3. Zwirner, J., Zhang, M., Ondruschka, B., Akita, K., Hammer, N. An ossifying bridge – on the structural continuity between the Achilles tendon and the plantar fascia / J. Zwirner, M. Zhang, B. Ondruschka et al. // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 14523. – DOI: 10.1038/s41598-020-71316-z.

4. Erdemir, A., Hamel, A.J., Fauth, A.R., Piazza, S.J., Sharkey, N.A. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking / A. Erdemir, A.J. Hamel, A.R. Fauth et al. // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2004. – Vol. 86, № 3. – P. 546–552. – DOI: 10.2106/0004623-200403000-00013.

5. Rabusin, C.L., Menz, H.B., McClelland, J.A., Evans, A.M., Malliaras, P., Docking, S.I., Landorf, K.B., Gerrard, J.M., Munteanu, S.E. Efficacy of heel lifts versus calf muscle eccentric exercise for mid-portion Achilles tendinopathy (HEALTHY): a randomised trial / C.L. Rabusin, H.B. Menz, J.A. McClelland et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 9. – P. 486–492. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101776.

6. Bourke, J., Munteanu, S.E., Garofolini, A., Malliaras, P. Efficacy of heel lifts for managing midportion Achilles tendinopathy (the LIFT trial): a participant- and outcome assessor-blinded randomized controlled trial / J. Bourke, S.E. Munteanu, A. Garofolini et al. // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2025. – Vol. 55, № 9. – P. 611–620. – DOI: 10.2519/jospt.2025.13422.

7. Hicks, J.H. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch / J.H. Hicks // *Journal of Anatomy*. – 1954. – Vol. 88, № 1. – P. 25–30.

8. Goto, H., Torii, S. Epidemiology of adolescent runners: non-rearfoot strike is associated with the Achilles tendon and lower leg injury / H. Goto, S. Torii // *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. – 2025. – Vol. 17, № 1. – P. 27. – DOI: 10.1186/s13102-024-01048-4.

9. Sever, J.W. Apophysitis of the os calcis / J.W. Sever // *New York Medical Journal*. – 1912. – Vol. 95. – P. 1025–1029.

10. Johannsen, F.E., et al. Foot posture and ankle dorsiflexion as risk factors for plantar fasciitis and Achilles tendinopathy: a case-control study with ultrasound verification / F.E. Johannsen et al. // *Foot & Ankle International*. – 2024. – Vol. 45, № 12. – DOI: 10.1177/10711007241281289.

11. Cook, J.L., Purdam, C.R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy / J.L. Cook, C.R. Purdam // *British Journal of Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 43, № 6. – P. 409–416. – DOI: 10.1136/bjism.2008.051193.

12. van der Vlist, A.C., Winters, M., Weir, A., Ardern, C.L., Welton, N.J., Caldwell, D.M., Verhaar, J.A.N., de Vos, R.J. Which treatment is most effective for patients with Achilles tendinopathy? A living systematic review with network meta-analysis of 29 randomised controlled trials / A.C. van der Vlist, M. Winters, A. Weir et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 5. – P. 249–256. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101872.

13. Chimenti, R.L., Neville, C., Houck, J., Cuddeford, T., Carreira, D., Martin, R.L. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: midportion Achilles tendinopathy revision 2024 – clinical practice guidelines / R.L. Chimenti, C. Neville, J. Houck et al. // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2024. – Vol. 54, № 12. – P. CPG1-CPG32. – DOI: 10.2519/jospt.2024.0302.

14. Koc, T.A. Jr, Bise, C.G., Neville, C., Carreira, D., Martin, R.L., McDonough, C.M. Heel pain and plantar fasciitis: revision 2023 – clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health / T.A. Koc Jr, C.G. Bise, C. Neville et al. // *Journal*

of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. – 2023. – Vol. 53, № 12. – P. CPG1-CPG39. – DOI: 10.2519/jospt.2023.0303.

15. Morrissey, D., Cotchett, M., Said J'Bari, A., Prior, T., Griffiths, I.B., Rathleff, M.S., Gulle, H., Vicenzino, B., Barton, C.J. Management of plantar heel pain: a best practice guide informed by a systematic review, expert clinical reasoning and patient values / D. Morrissey, M. Cotchett, A. Said J'Bari et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 19. – P. 1106–1118. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101970.

16. Wang, D., Lin, Z., Tan, G., et al. Efficacy and safety of foot orthoses for improving pain and function in patients with plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / D. Wang, Z. Lin, G. Tan et al. // *Disability and Rehabilitation*. – 2025. – Vol. 47, № 8. – P. 1–15. – DOI: 10.1080/09638288.2025.2563763.

17. Rasenberg, N., Bierma-Zeinstra, S.M.A., Fuit, L., Rathleff, M.S., Dieker, A., van Veldhoven, P., van Middelkoop, M. Custom insoles versus sham and GP-led usual care in patients with plantar heel pain: results of the STAP-study – a randomised controlled trial / N. Rasenberg, S.M.A. Bierma-Zeinstra, L. Fuit et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 5. – P. 272–278. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101409.

18. Alfaro-Santafé, J., González-Reina, M., Martínez-Sebastián, C., Alfaro-Santafé, J.V., Cruz-Díaz, D. Effectiveness of custom-made foot orthoses vs. heel-lifts in children with calcaneal apophysitis (Sever's disease): a CONSORT-compliant randomized trial / J. Alfaro-Santafé, M. González-Reina, C. Martínez-Sebastián et al. // *Children*. – 2021. – Vol. 8, № 11. – P. 963. – DOI: 10.3390/children8110963.

19. Костюк, Е.В., Корягина, Ю.В. Восстановительное консервативное лечение ахиллотендопатии у спортсменов различных видов спорта / Е.В. Костюк, Ю.В. Корягина // *Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка*. – 2024. – Т. 3, № 4(12). – DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_04_3.

20. Barr, L., Richards, J., Chapman, G.J. The use of computer-aided design and manufacture for foot orthoses: a cross-sectional study of orthotic services in the UK / L. Barr, J. Richards, G.J. Chapman // *Journal of Foot and Ankle Research*. – 2025. – Vol. 18, № 1. – DOI: 10.1002/jfa2.70031.

21. Jackson, J.B. 3rd, Eaton, K., Davis, H.T., McKinney, E., Gonzalez, T.A. Pilot, randomized comparison of traditionally fabricated custom foot orthoses vs HP Arize 3D-printed orthoses for plantar fasciitis / J.B. Jackson 3rd, K. Eaton, H.T. Davis et al. // *Foot & Ankle Orthopaedics*. – 2026. – Vol. 11, № 1. – DOI: 10.1177/24730114251413246.

22. Prisco, G., Pirozzi, M.A., Santone, A., Esposito, F., Cesarelli, M., Amato, F., Donisi, L. Validity of wearable inertial sensors for gait analysis: a systematic review / G. Prisco, M.A. Pirozzi, A. Santone et al. // *Diagnostics*. – 2025. – Vol. 15, № 1. – P. 36. – DOI: 10.3390/diagnostics15010036.

23. Feyzioğlu, Ö., Öztürk, Ö., Muğrabi, S. Effects of custom-made insoles on foot pressure redistribution, gait parameters, and pain in calcaneal apophysitis / Ö. Feyzioğlu, Ö. Öztürk, S. Muğrabi // *Prosthetics and Orthotics International*. – 2021. – Vol. 45, № 6. – P. 532–537. – DOI: 10.1097/PXR.0000000000000025.

24. Yuen, W.L.P., Tan, P.T., Kon, K.K.C. Surgical treatment of Haglund's deformity: a systematic review and meta-analysis / W.L.P. Yuen, P.T. Tan, K.K.C. Kon // *Cureus*. – 2022. – Vol. 14, № 8. – P. e27500. – DOI: 10.7759/cureus.27500.

25. Robinson, J.M., Cook, J.L., Purdam, C.R., Visentini, P.J., Ross, J., Maffulli, N., Taunton, J.E., Khan, K.M. The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of Achilles tendinopathy / J.M. Robinson, J.L. Cook, C.R. Purdam et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2001. – Vol. 35, № 5. – P. 335–341. – DOI: 10.1136/bjism.35.5.335.

26. Budiman-Mak, E., Conrad, K.J., Roach, K.E. The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability / E. Budiman-Mak, K.J. Conrad, K.E. Roach // *Journal of Clinical Epidemiology*. – 1991. – Vol. 44, № 6. – P. 561–570. – DOI: 10.1016/0895-4356(91)90220-4.

27. Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., Lorentzon, R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis / H. Alfredson, T. Pietilä, P. Jonsson, R. Lorentzon // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1998. – Vol. 26, № 3. – P. 360–366. – DOI: 10.1177/03635465980260030301.

28. DiGiovanni, B.F., Nawoczenski, D.A., Lintal, M.E., Moore, E.A., Murray, J.C., Wilding, G.E., Baumhauer, J.F. Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain: a prospective, randomized study / B.F. DiGiovanni, D.A. Nawoczenski, M.E. Lintal et al. // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2003. – Vol. 85, № 7. – P. 1270–1277. – DOI: 10.2106/00004623-200307000-00013.

29. Silbernagel, K.G., Thome, R., Eriksson, B.I., Karlsson, J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study / K.G. Silbernagel, R. Thome, B.I. Eriksson, J. Karlsson // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 35, № 6. – P. 897–906. – DOI: 10.1177/0363546506298279.

A CLINICAL CASE OF RETROCALCANEAL BOLSTER APPLICATION IN COMPREHENSIVE CONSERVATIVE TREATMENT OF ACHILLES TENDON ENTHESOPATHY AND PLANTAR FASCIOPATHY

Kuklev A.D., Astapov I.G., Polukarov N.V., Tooohukwu Henry Anamezi I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Objective. To demonstrate, through a clinical case, the application of a retrocalcaneal bolster, a local offloading element of a custom insole manufactured using computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) technology, in the comprehensive conservative treatment of a patient with combined Achilles tendon (AT) enthesopathy and plantar fasciopathy (PF). **Materials and methods.** A clinical case of a 45-year-old male patient with chronic posterior and plantar right heel pain is presented. The diagnosis was verified clinically and by ultrasound examination. Comprehensive conservative treatment was performed using a custom CAD/CAM insole with a 14 mm retrocalcaneal bolster, combined with dosed-load exercises. The effect was assessed by the visual analogue scale (VAS), VISA-A and FFI questionnaires over 12 weeks. **Results.** Pain intensity on the VAS decreased from 7 to 1 point, the VISA-A score increased from 41 to 82, and the total FFI score decreased from 62 to 9. The patient returned to running after 10 weeks; no adverse events were reported. Achilles tendon enthesopathy and plantar fasciopathy are overload injuries of the calcaneal entheses sharing common risk factors. The evidence base for standard offloading devices is contradictory, with conflicting results of randomized trials of heel lifts and custom insoles not outperforming sham. Finite element analysis showed that a 10–20 mm bolster reduces the reaction force in the retrocalcaneal zone by 19.0–26.8%. A height-selection scheme is proposed (12–15 mm in the acute phase, 6–12 mm in maintenance, 6–9 mm bilaterally in children). **Conclusion.** The presented clinical case demonstrates the clinical applicability of the retrocalcaneal bolster within a custom CAD/CAM insole in combined AT enthesopathy and PF and is consistent with the biomechanical rationale of the method. Confirmation of efficacy requires randomized trials.

Keywords: retrocalcaneal bolster; Achilles tendon enthesopathy; plantar fasciopathy; orthopedic insoles; CAD/CAM; foot biomechanics.

References

- Rhim, H.C., Kwon, J., Park, J., Borg-Stein, J., Tenforde, A.S. A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis / H.C. Rhim, J. Kwon, J. Park et al. // *Life (Basel)*. – 2021. – Vol. 11, № 12. – P. 1287. – DOI: 10.3390/life11121287.
- Millar, N.L., Silbernagel, K.G., Thorborg, K., Kirwan, P.D., Galatz, L.M., Abrams, G.D., Murrell, G.A.C., McInnes, I.B., Rodeo, S.A. Tendinopathy / N.L. Millar, K.G. Silbernagel, K. Thorborg et al. // *Nature Reviews Disease Primers*. – 2021. – Vol. 7, № 1. – P. 1. – DOI: 10.1038/s41572-020-00234-1.
- Zwirner, J., Zhang, M., Ondruschka, B., Akita, K., Hammer, N. An ossifying bridge – on the structural continuity between the Achilles tendon and the plantar fascia / J. Zwirner, M. Zhang, B. Ondruschka et al. // *Scientific Reports*. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 14523. – DOI: 10.1038/s41598-020-71316-z.
- Erdemir, A., Hamel, A.J., Fauth, A.R., Piazza, S.J., Sharkey, N.A. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking / A. Erdemir, A.J. Hamel, A.R. Fauth et al. // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2004. – Vol. 86, № 3. – P. 546–552. – DOI: 10.2106/00004623-200403000-00013.
- Rabusin, C.L., Menz, H.B., McClelland, J.A., Evans, A.M., Malliaras, P., Docking, S.I., Landorf, K.B., Gerrard, J.M., Munteanu, S.E. Efficacy of heel lifts versus calf muscle eccentric exercise for mid-portion Achilles tendinopathy (HEALTHY): a randomised trial / C.L. Rabusin, H.B. Menz, J.A. McClelland et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 9. – P. 486–492. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101776.
- Bourke, J., Munteanu, S.E., Garofolini, A., Malliaras, P. Efficacy of heel lifts for managing midportion Achilles tendinopathy (the LIFT trial): a participant- and outcome assessor-blinded randomized controlled trial / J. Bourke, S.E. Munteanu, A. Garofolini et al. // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2025. – Vol. 55, № 9. – P. 611–620. – DOI: 10.2519/jospt.2025.13422.
- Hicks, J.H. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch / J.H. Hicks // *Journal of Anatomy*. – 1954. – Vol. 88, № 1. – P. 25–30.
- Goto, H., Torii, S. Epidemiology of adolescent runners: non-rearfoot strike is associated with the Achilles tendon and lower leg injury / H. Goto, S. Torii // *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. – 2025. – Vol. 17, № 1. – P. 27. – DOI: 10.1186/s13102-024-01048-4.
- Sever, J.W. Apophysitis of the os calcis / J.W. Sever // *New York Medical Journal*. – 1912. – Vol. 95. – P. 1025–1029.
- Johannsen, F.E., et al. Foot posture and ankle dorsiflexion as risk factors for plantar fasciitis and Achilles tendinopathy: a case-control study with ultrasound verification / F.E. Johannsen et al. // *Foot & Ankle International*. – 2024. – Vol. 45, № 12. – DOI: 10.1177/10711007241281289.
- Cook, J.L., Purdam, C.R. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy / J.L. Cook, C.R. Purdam //

British Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 43, № 6. – P. 409–416. – DOI: 10.1136/bjsm.2008.051193.

- van der Vlist, A.C., Winters, M., Weir, A., Ardern, C.L., Welton, N.J., Caldwell, D.M., Verhaar, J.A.N., de Vos, R.J. Which treatment is most effective for patients with Achilles tendinopathy? A living systematic review with network meta-analysis of 29 randomised controlled trials / A.C. van der Vlist, M. Winters, A. Weir et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 5. – P. 249–256. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101872.
- Chimenti, R.L., Neville, C., Houck, J., Cuddeford, T., Carreira, D., Martin, R.L. Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: midportion Achilles tendinopathy revision 2024 – clinical practice guidelines / R.L. Chimenti, C. Neville, J. Houck et al. // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2024. – Vol. 54, № 12. – P. CPG1-CPG32. – DOI: 10.2519/jospt.2024.0302.
- Koc, T.A. Jr, Bise, C.G., Neville, C., Carreira, D., Martin, R.L., McDonough, C.M. Heel pain and plantar fasciitis: revision 2023 – clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health / T.A. Koc Jr, C.G. Bise, C. Neville et al. // *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. – 2023. – Vol. 53, № 12. – P. CPG1-CPG39. – DOI: 10.2519/jospt.2023.0303.
- Morrissey, D., Cotchett, M., Said J'Barí, A., Prior, T., Griffiths, I.B., Rathleff, M.S., Gulle, H., Vicenzino, B., Barton, C.J. Management of plantar heel pain: a best practice guide informed by a systematic review, expert clinical reasoning and patient values / D. Morrissey, M. Cotchett, A. Said J'Barí et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 19. – P. 1106–1118. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101970.
- Wang, D., Lin, Z., Tan, G., et al. Efficacy and safety of foot orthoses for improving pain and function in patients with plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / D. Wang, Z. Lin, G. Tan et al. // *Disability and Rehabilitation*. – 2025. – Vol. 47, № 8. – P. 1–15. – DOI: 10.1080/09638288.2025.2563763.
- Rasenberg, N., Bierma-Zeinstra, S.M.A., Fuit, L., Rathleff, M.S., Dieker, A., van Veldhoven, P., van Middelkoop, M. Custom insoles versus sham and GP-led usual care in patients with plantar heel pain: results of the STAP-study – a randomised controlled trial / N. Rasenberg, S.M.A. Bierma-Zeinstra, L. Fuit et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55, № 5. – P. 272–278. – DOI: 10.1136/bjsports-2019-101409.
- Alfaro-Santafé, J., González-Reina, M., Martínez-Sebastián, C., Alfaro-Santafé, J.V., Cruz-Díaz, D. Effectiveness of custom-made foot orthoses vs. heel-lifts in children with calcaneal apophysitis (Sever's disease): a CONSORT-compliant randomized trial / J. Alfaro-Santafé, M. González-Reina, C. Martínez-Sebastián et al. // *Children*. – 2021. – Vol. 8, № 11. – P. 963. – DOI: 10.3390/children8110963.
- Kostyuk, E.V., Koryagina, Yu.V. Conservative reconstructive treatment of Achilles tendinopathy for elite athletes of various sports / E.V. Kostyuk, Yu.V. Koryagina // *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*. – 2024. – Vol. 3, no. 4(12). – DOI: 10.24412/2782-6570-2024_03_04_3.
- Barr, L., Richards, J., Chapman, G.J. The use of computer-aided design and manufacture for foot orthoses: a cross-sectional study of orthotic services in the UK / L. Barr, J. Richards, G.J. Chapman // *Journal of Foot and Ankle Research*. – 2025. – Vol. 18, № 1. – DOI: 10.1002/jfa2.70031.
- Jackson, J.B. 3rd, Eaton, K., Davis, H.T., McKinney, E., Gonzalez, T.A. Pilot, randomized comparison of traditionally fabricated custom foot orthoses vs HP Arize 3D-printed orthoses for plantar fasciitis / J.B. Jackson 3rd, K. Eaton, H.T. Davis et al. // *Foot & Ankle Orthopaedics*. – 2026. – Vol. 11, № 1. – DOI: 10.1177/24730114251413246.
- Prisco, G., Pirozzi, M.A., Santone, A., Esposito, F., Cesarelli, M., Amato, F., Donisi, L. Validity of wearable inertial sensors for gait analysis: a systematic review / G. Prisco, M.A. Pirozzi, A. Santone et al. // *Diagnostics*. – 2025. – Vol. 15, № 1. – P. 36. – DOI: 10.3390/diagnostics15010036.
- Feyzioğlu, Ö., Öztürk, Ö., Muğrabi, S. Effects of custom-made insoles on foot pressure redistribution, gait parameters, and pain in calcaneal apophysitis / Ö. Feyzioğlu, Ö. Öztürk, S. Muğrabi // *Prosthetics and Orthotics International*. – 2021. – Vol. 45, № 6. – P. 532–537. – DOI: 10.1097/PXR.000000000000025.
- Yuen, W.L.P., Tan, P.T., Kon, K.K.C. Surgical treatment of Haglund's deformity: a systematic review and meta-analysis / W.L.P. Yuen, P.T. Tan, K.K.C. Kon // *Cureus*. – 2022. – Vol. 14, № 8. – P. e27500. – DOI: 10.7759/cureus.27500.
- Robinson, J.M., Cook, J.L., Purdam, C.R., Visentini, P.J., Ross, J., Maffulli, N., Taunton, J.E., Khan, K.M. The VISA-A questionnaire: a valid and reliable index of the clinical severity of Achilles tendinopathy / J.M. Robinson, J.L. Cook, C.R. Purdam et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2001. – Vol. 35, № 5. – P. 335–341. – DOI: 10.1136/bjsm.35.5.335.
- Budiman-Mak, E., Conrad, K.J., Roach, K.E. The Foot Function Index: a measure of foot pain and disability / E. Budiman-Mak, K.J. Conrad, K.E. Roach // *Journal of Clinical Epidemiology*. – 1991. – Vol. 44, № 6. – P. 561–570. – DOI: 10.1016/0895-4356(91)90220-4.
- Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., Lorentzon, R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis / H. Alfredson, T. Pietilä, P. Jonsson, R. Lorentzon // *The American Journal of Sports Medicine*. – 1998. – Vol. 26, № 3. – P. 360–366. – DOI: 10.1177/03635465980260030301.
- DiGiovanni, B.F., Nawoczenski, D.A., Lintal, M.E., Moore, E.A., Murray, J.C., Wilding, G.E., Baumhauer, J.F. Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain: a prospective, randomized study / B.F. DiGiovanni, D.A. Nawoczenski, M.E. Lintal et al. // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*. – 2003. – Vol. 85, № 7. – P. 1270–1277. – DOI: 10.2106/00004623-200307000-00013.
- Silbernagel, K.G., Thomeé, R., Eriksson, B.I., Karlsson, J. Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: a randomized controlled study / K.G. Silbernagel, R. Thomeé, B.I. Eriksson, J. Karlsson // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2007. – Vol. 35, № 6. – P. 897–906. – DOI: 10.1177/0363546506298279.

Фотодинамическая терапия в онкологии: современные агенты, клиническая эффективность и барьеры к масштабированию

Надкерничная Елена Васильевна,
врач-онколог кабинета фотодинамической терапии и флуоресцентной диагностики онкологических больных онкологического центра № 1 ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»

Сёмин Владимир Евгеньевич,
заведующий кабинетом фотодинамической терапии и флуоресцентной диагностики онкологических больных, врач-онколог онкологического центра № 1 ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»

Перминова Алина Андреевна,
кандидат медицинских наук, врач-онколог онкологического отделения № 4, онкологического центра № 1 ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»; преподаватель кафедры хирургии с курсом онкологии и лучевой диагностики, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации

Партс Сергей Адольфович,
заместитель главного врача ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы»

Фотодинамическая терапия (ФДТ) сочетает локальное разрушение опухоли с возможностью сохранения органа, однако ее доступность значительно ниже, чем потенциал метода. Расширение спектра фотосенсибилизаторов делает особенно важным разграничение клинически подтвержденных решений и экспериментальных платформ. Цель исследования. Проанализировать современные агенты ФДТ, российские данные об их клинической эффективности и причины, препятствующие широкому внедрению метода в онкологическую практику. Наиболее убедительные результаты получены при поверхностных опухолях кожи и раннем раке полости рта. Масштабирование ограничивают глубина проникновения света, гипоксия, вариабельность накопления препарата, недостаточная стандартизация дозиметрии, дефицит многоцентровых исследований и потребность в специализированной команде. **Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, онкология, фотосенсибилизатор, хлорин е6, 5-аминолевулиновая кислота, клиническая эффективность, дозиметрия, масштабирование.

Введение
ФДТ основана на сочетании фотосенсибилизатора, света заданной длины волны и молекулярного кислорода. Пространственное совпадение этих компонентов обеспечивает локальность повреждения, но одновременно делает результат зависимым от фармакокинетики препарата, геометрии освещения и оксигенации. Для опухолей кожи, слизистых и полых органов метод привлекателен возможностью повторного лечения и сохранения функции, однако положительный результат экспертного центра нельзя автоматически переносить на любую стадию заболевания. Российские данные о заболеваемости подтверждают устойчивую медико-социальную и экономическую нагрузку злокачественных новообразований, поэтому новые технологии должны оцениваться не только по локальному ответу, но и по возможности включения в региональные маршруты [3]. Цель статьи состоит в сопоставлении свойств современных агентов, клинических результатов и требований, без которых ФДТ остается единичной процедурой, а не воспроизводимой медицинской технологией.

Материалы и методы исследований
Применены системный, сравнительный и структурно-функциональный анализ, педагогическое моделирование, причинно-следственный и сценарный методы исследования.

Результаты и обсуждения
После поглощения света возбужденная молекула сенсибилизатора образует радикальные частицы или передает энергию кислороду с формированием синглетного кислорода. Возникают повреждение опухолевых клеток, сосудистый эффект и локальный воспалительный ответ. Реакция ограничена коротким временем жизни активных форм кислорода, но ее интенсивность падает при гипоксии и чрезмерно быстром расходе кислорода, поэтому одинаковая суммарная световая доза может давать различный эффект. Наиболее клинически освоены 5-аминолевулиновая кислота (5-АЛК), приводящая к внутриклеточному образованию протопорфирина IX, и производные хлорина е6, активируемые красным светом. Флуоресцентное исследование накопления 5-АЛК-индуцированных порфиринов показывает возможность персонализировать момент облучения [2]. Для нового монокатионного производного хлорина е6 подтвержден приемлемый этап острой токсикологической оценки, но доклиническая безопасность еще не равна доказанной клинической пользе [1]. Метиленовый синий доступен и активируется в красной области, однако его действие зависит от агрегации, восстановления красителя и кислородного режима [6]. Экспериментальное сочетание метиленового синего с хлорином е6 представляет перспективу комбинированной ФДТ, требующую дальнейшего клинического подтверждения.

Таблица 1. Современные агенты ФДТ и барьеры их масштабирования

Агент	Клинический потенциал	Ограничения
5-АЛК / протопорфирин IX	Местное лечение и флуоресцентная навигация при поверхностных опухолях кожи.	Неоднородное образование порфирина, ограниченная глубина, болезненность освещения.
Производные хлорина е6	Системное применение; опыт лечения опухолей кожи и полости рта; возбуждение красным светом.	Фоточувствительность, вариабельность накопления, необходимость дозиметрического контроля.
Метиленовый синий	Доступный агент; исследуется отдельно и в комбинации с хлоринами.	Агрегация, восстановление, слабая опухолевая селективность, зависимость от кислорода.
Адресные конъюгаты и наноносители	Совмещение доставки, флуоресцентной диагностики и терапии.	Преимущественно доклинические данные, сложность производства и регистрации, высокая стоимость.

Источник: составлено автором по материалам [1], [2], [6], [7], [9].

Клиническая эффективность наиболее убедительна при небольших и равномерно освещаемых очагах. При плоскоклеточном раке полости рта с фотосенсибилизатором на основе хлорина е6 полная регрессия достигнута у 35 из 38 пациентов (92,1%); пятилетняя общая, опухолевоспецифическая и безрецидивная выживаемость составила 82,1%, 97,0% и 81,1% соответственно [5]. Результат относится к отобраным пациентам, а благоприятным фактором была небольшая глубина инвазии.

При базальноклеточном раке кожи анализ применения 5-АЛК показал полную регрессию у 84–99% пациентов через три месяца, у 62–96% через год и у 70–91% через пять лет [9]. Разброс связан с морфологическим вариантом, толщиной опухоли и параметрами процедуры. ФДТ плоскоклеточного рака кожи также рассматривается как органосохраняющий вариант при локализованных очагах, но не должна подменять стадирование и лечение опухолей с высоким риском регионального распространения [8].

При внутренних локализациях свет доставляют эндоскопически или интерстициально. У больных со злокачественными опухолями желчевыводящей системы и обструктивной желтухой добавление ФДТ к паллиативному лечению в небольшой серии ассоциировалось с увеличением продолжительности жизни на 104 дня [10]. Эти данные поддерживают клинический интерес, но требуют подтверждения с учетом стадии, системной терапии и качества дренирования.

Главные биологические ограничения – гипоксия, фото обесцвечивание и неоднородное распределение препарата. Физический барьер создают рассеяние и поглощение света: даже красный диапазон не обеспечивает равномерной дозы в глубоком опухолевом массиве. Автоматизированное планирование для органов желудочно-кишечного тракта показывает, как контроль геометрии, мощности и флуоресценции может уменьшать зависимость результата от оператора [4]. Для воспроизводимости необходимо фиксировать препарат, интервал «препарат–свет», длину волны, мощность, плотность энергии, глубину опухоли и критерии ответа.

Организационно ФДТ требует взаимодействия онколога, эндоскописта или хирурга, медицинского физика, патоморфолога и обученного среднего персонала. Регуляторная сложность обусловлена сочетанием лекарственного средства, источника света и процедурного протокола. Экономическая оценка должна учитывать не только препарат и облучение, но и диагностику, анестезию, время кабинета, повторные процедуры и наблюдение. Преобладание одноцентровых серий дополнительно ограничивает переносимость результатов в обычную клиническую сеть.

Переносимость процедуры также влияет на ее реальную доступность. При местной ФДТ боль во время освещения может ограничивать достижимую световую дозу, а после системного введения ряда хлориновых препаратов пациенту необходимо соблюдать режим фотобезопасности. Эти последствия обычно управляемы, однако требуют заранее предусмотренного обезболивания, понятных письменных рекомендаций и наблюдения за заживлением. При сравнении с хирургией важно учитывать не только частоту осложнений, но и сохранение функции, косметический результат, длительность реабилитации и возможность повторного лечения [8].

Анализ исследований показывает, что ФДТ следует рассматривать как семейство технологий, а не единый универсальный метод. Клинически зрелые решения связаны прежде всего с 5-АЛК и хлорином е6, тогда как новые катионные соединения, комбинации и наночастицы остаются преимущественно исследовательскими платформами. Высокий ответ достигается при совпадении трех условий: опухоль доступна для равномерного света, ее глубина соответствует оптическим возможностям, а накопление сенсибилизатора и оксигенация достаточны.

Интерпретация эффективности должна опираться на клинически сопоставимые конечные точки. Для ранней опухоли кожи или полости рта значимы полная регрессия, длительность локального контроля и органосохранение; для паллиативного вмешательства – проходимость полого органа, уменьшение симптомов и время до повторной процедуры. Ранний ответ без длительного наблюдения может переопределять эффект, а объединение поверхностных и инфильтративных форм скрывает различия прогноза. Поэтому публикации и регистры должны отдельно отражать морфологию, толщину очага, предшествующее лечение и причину выбора ФДТ.

Многоцентровое исследование должно заранее устанавливать критерии включения, единый способ измерения толщины опухоли, калибровку источников света и централизованный пересмотр морфологии. Наряду с локальным ответом целесообразно регистрировать боль, фототоксические реакции, сроки эпителизации, качество жизни, необходимость повторного лечения и стоимость полного маршрута. Такой дизайн позволит проверить, воспроизводятся ли высокие результаты

лечения рака полости рта и кожи за пределами экспертных учреждений, а также определить, в каких паллиативных ситуациях клиническая польза оправдывает сложность эндоскопической процедуры [10].

Рациональная модель внедрения предполагает концентрацию сложных процедур в центрах, которые ведут регистр, контролируют дозиметрию и обеспечивают морфологический отбор. Расширение в регионы целесообразно после унификации протоколов, обучения команд и организации аудита. Цифровой паспорт процедуры с фактическими параметрами облучения и флуоресценции позволит сопоставлять центры, анализировать рецидивы и формировать многоцентровую доказательную базу.

Медико-экономическая целесообразность зависит от клинической ниши. При небольших наружных опухолях выигрыш может формироваться за счет амбулаторного режима, сохранения тканей и сокращения реабилитации; при эндоскопической ФДТ затраты возрастают из-за оборудования, анестезии и повторных вмешательств. Следовательно, решение о масштабировании следует принимать для конкретной локализации и стадии, сравнивая полный маршрут пациента, а не цену одного сеанса. Такой подход позволит избежать как недооценки органосохраняющей технологии, так и неоправданного расширения показаний.

Выводы

ФДТ обладает доказанной ценностью при отдельных поверхностных и доступных для света опухолях, обеспечивая локальный контроль и благоприятный функционально-косметический результат. Ее масштабирование требует не расширения показаний само по себе, а стандартизированного отбора пациентов, дозиметрического и флуоресцентного контроля, многоцентровых исследований, подготовленных команд и прозрачной медико-экономической модели. Новые агенты следует внедрять только после последовательного подтверждения безопасности и клинического преимущества.

Литература

1. Жидоморов Н.Ю., Назаренко О.А., Демидов В.И., Кустов А.В., Кукушкина Н.В., Койфман О.И., Гагуа А.К., Томилова И.К., Березин Д.Б. Исследование острой токсичности монокатионного производного хлорина е6 – перспективного фотосенсибилизатора для антимикробной и противоопухолевой фотодинамической терапии // Biomedical Photonics. 2022. Т. 11, № 2. С. 23–32. DOI: 10.24931/2413-9432-2022-11-2-23-32.
2. Заведеева В.Е., Эфендиев К.Т., Кустов Д.М., Лощенова Л.Ю., Лощенов В.Б. Двухволновое флуоресцентное исследование in vivo накопления и образования 5-АЛК-индуцированных порфиринов // Biomedical Photonics. 2025. Т. 14, № 1. С. 36–46. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-1-36-46.
3. Злокачественные новообразования в России в 2024 году (заболеваемость) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой, Н.Ю. Золотарева. Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2025. 178 с. ISBN 978-5-85502-311-4.
4. Кривецкая А.А., Савельева Т.А., Кустов Д.М., Левкин В.В., Харнас С.С., Лощенов В.Б. Автоматизация планирования и контроля фотодинамической терапии органов желудочно-кишечного тракта // Biomedical Photonics. 2025. Т. 14, № 2. С. 40–54. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-2-40-54.
5. Панасейкин Ю.А., Капинус В.Н., Филоненко Е.В., Полькин В.В., Севрюков Ф.Е., Смирнова М.А., Исаев П.А., Иванов С.А., Каприн А.Д. Результаты лечения больных раком полости рта при помощи фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором на основе хлорина е6 // Biomedical Photonics. 2024. Т. 13, № 1. С. 28–38. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-13-1-28-38.
6. Поминова Д.В., Рябова А.В., Скобельцин А.С., Маркова И.В., Романишкин И.Д., Лощенов В.Б. Спектроскопическое исследование метиленового синего in vivo: влияние на оксигенацию тканей и опухолевый метаболизм // Biomedical Photonics. 2023. Т. 12, № 1. С. 4–13. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-12-1-4-13.
7. Поминова Д.В., Рябова А.В., Скобельцин А.С., Маркова И.В., Романишкин И.Д. Фотодинамическая терапия с фотосенсибилизаторами метиленовым синим и хлорином е6: исследование на мышиной модели карциномы Эрлиха // Biomedical Photonics. 2024. Т. 13, № 2. С. 9–18. DOI: 10.24931/2413-9432-2024-13-2-9-18.
8. Филоненко Е.В., Иванова-Радкевич В.И. Фотодинамическая терапия больных плоскоклеточным раком кожи // Biomedical Photonics. 2024. Т. 13, № 4. С. 33–39. DOI: 10.24931/2413-9432-2024-13-4-33-39. с.

9. Филоненко Е.В., Иванова-Радкевич В.И. Фотодинамическая терапия с 5-АЛК больных базальноклеточным раком кожи // Biomedical Photonics. 2025. Т. 14, № 3. С. 43–51. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-3-43-51.

10. Цеймах А.Е., Мищенко А.Н., Куртуков В.А., Шойхет Я.Н. Паллиативное хирургическое лечение с применением фотодинамической терапии больных со злокачественными новообразованиями желчевыводящей системы, осложненными обструктивной желтухой // Biomedical Photonics. 2023. Т. 12, № 2. С. 4–10. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-12-2-4-10.

PHOTODYNAMIC THERAPY IN ONCOLOGY: MODERN AGENTS, CLINICAL EFFECTIVENESS, AND BARRIERS TO SCALING

Nadkernichnaya E.V., Semin V.E., Perminova A., Parts S.

Oncological Department No. 4, Oncological Center No. 1 of the S.S. Yudin City Clinical Hospital of the Moscow Department of Health, S.M. Kirov Military Medical Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Photodynamic therapy (PDT) combines local destruction of the tumor with the possibility of preserving the organ, but its availability is significantly lower than the potential of the method. The expansion of the spectrum of photosensitizers makes it especially important to distinguish between clinically proven solutions and experimental platforms.

The purpose of the study. To analyze modern PDT agents, Russian data on their clinical efficacy and the reasons preventing the widespread introduction of the method into oncological practice.

The most convincing results were obtained in superficial skin tumors and early oral cancer. In tumors of the biliary tract, PDT can enhance the palliative effect. Scaling is limited by the depth of light penetration, hypoxia, variability in drug accumulation, insufficient standardization of dosimetry, a shortage of multicenter studies, and the need for a specialized team.

Keywords: photodynamic therapy, oncology, photosensitizer, chloride e6, 5-aminolevulinic acid, clinical efficacy, dosimetry, scaling.

References

1. Zhidomorov N. Yu., Nazarenko O.A., Demidov V.I., Kustov A.V., Kukushkina N.V., Koifman O.I., Gagua A.K., Tomilova I.K., Berezin D.B. Investigation of acute toxicity of mo-

nocationic chloride derivative e6, a promising photosensitizer for antimicrobial and anti-tumor photodynamic therapy // Biomedical Photonics. 2022. Vol. 11, No. 2. pp. 23–32. DOI: 10.24931/2413-9432-2022-11-2-23-32.

2. Zavadeeva V.E., Efendiev K.T., Kustov D.M., Loshenova L. Yu., Loshenov V.B. Two-wave in vivo fluorescence study of the accumulation and formation of 5-ALA-induced porphyrins // Biomedical Photonics. 2025. Vol. 14, No. 1. pp. 36–46. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-1-36-46.

3. Malignant Neoplasms in Russia in 2024 (incidence) / edited by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova, N.Y. Zolotarev. Moscow: P.A. Herzen Moscow Medical Research Institute – branch of the Federal State Budgetary Institution “NMITS of Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2025. 178 p. ISBN 978-5-85502-311-4.

4. Krivetskaya A.A., Savelyeva T.A., Kustov D.M., Levkin V.V., Kharnas S.S., Loshenov V.B. Automation of planning and control of photodynamic therapy of organs of the gastrointestinal tract // Biomedical Photonics. 2025. Vol. 14, No. 2. pp. 40–54. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-2-40-54.

5. Panaseikin Yu. A., Kapinus V.N., Filonenko E.V., Polkin V.V., Sevryukov F.E., Smirnova M.A., Isaev P.A., Ivanov S.A., Kaprin A.D. Results of treatment of patients with oral cancer using photodynamic therapy with photosensitizer based on e6 chloride // Biomedical Photonics. 2024 Vol. 13, No. 1. pp. 28–38. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-13-1-28-38.

6. Pominova D.V., Ryabova A.V., Skobeltsin A.S., Markova I.V., Romanishkin I.D., Loshenov V.B. Spectroscopic examination of methylene blue in vivo: effect on tissue oxygenation and tumor metabolism // Biomedical Photonics. 2023. Vol. 12, No. 1. pp. 4–13. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-12-1-4-13.

7. Pominova D.V., Ryabova A.V., Skobeltsin A.S., Markova I.V., Romanishkin I.D. Photodynamic therapy with photosensitizers methylene blue and e6 chloride: a study in a mouse model of Ehrlich's carcinoma // Biomedical Photonics. 2024. Vol. 13, No. 2. pp. 9–18. DOI: 10.24931/2413-9432-2024-13-2-9-18.

8. Filonenko E.V., Ivanova-Radkevich V.I. Photodynamic therapy of patients with squamous cell carcinoma of the skin // Biomedical Photonics. 2024. Vol. 13, No. 4. pp. 33–39. DOI: 10.24931/2413-9432-2024-13-4-33-39. p.

9. Filonenko E.V., Ivanova-Radkevich V.I. Photodynamic therapy with 5-ALA in patients with basal cell carcinoma of the skin // Biomedical Photonics. 2025. Vol. 14, No. 3. pp. 43–51. DOI: 10.24931/2413-9432-2025-14-3-43-51.

10. Tseimakh A.E., Mishchenko A.N., Kurtukov V.A., Shoiikheta Ya.N. Palliative surgical treatment using photodynamic therapy in patients with malignant neoplasms of the biliary system complicated by obstructive jaundice // Biomedical Photonics. 2023. Vol. 12, No. 2. pp. 4–10. DOI: 10.24931/2413-9432-2023-12-2-4-10.

Салимова Лилия Михайловна,

ассистент кафедры внутренних болезней, ФГБОУ ВО МЗ РФ «Казанский ГМУ»

E-mail: calimova.rabota@gmail.com

Молостова Алсу Фердинандовна,

ассистент кафедры внутренних болезней, ФГБОУ ВО МЗ РФ Казанский ГМУ

E-mail: alsuvesna@mail.ru

Горбунова Екатерина Сергеевна,

врач ординатор кафедры госпитальной педиатрии ФГБОУ ВО МЗ РФ Казанский ГМУ

E-mail: egs_2002@mail.ru

Свержевская Алина Дмитриевна,

Волжская ЦРБ, республики Марий Эл, врач педиатр

E-mail: egs_2002@mail.ru

В последние годы отмечается рост интереса к проблеме антифосфолипидного синдрома среди врачей различных специальностей.

Цель исследования. Изучение актуальных направлений в вопросах диагностики антифосфолипидного синдрома в терапевтической практике. Материалы и методы. Проведён поиск и последующий анализ научных статей по запросу «антифосфолипидный синдром» на ресурсах PubMed, Elibrary, КиберЛенинка, MedLine размещённых в открытом доступе с 2007 по 2025 год. Результаты. Основой диагностики антифосфолипидного синдрома, помимо клинических проявления, является обнаружение специфических для данной патологии антител. Выводы. В современной клинической практике особое внимание отводится ранней верификации антифосфолипидного синдрома как важному условию профилактики тромботических событий в будущем.

Ключевые слова: антифосфолипидный синдром, тромбоз, антифосфолипидные антитела, беременность, преэклампсия.

В последние годы отмечается рост интереса к проблеме антифосфолипидного синдрома (АФС) среди врачей различных специальностей. По данным эпидемиологических исследований АФС является достаточно частой причиной тромботических событий, так антифосфолипидные антитела (аФЛ) обнаруживаются среди: 20–30% лиц с тромбозом глубоких вен в анамнезе; 42,1% женщин, перенесших инсульт, и у 21% пациентов, перенесших инфаркт миокарда в возрасте до 45 лет [1].

Венозные и артериальные тромбозы являются отличительной чертой АФС. Так как причины данного синдрома до сих пор не ясны, а частота встречаемости синдрома стремительно увеличивается, его нельзя оставить без внимания.

Цель: изучить актуальные направления в вопросах диагностики АФС в терапевтической практике.

Результаты исследования и обсуждение

Антифосфолипидный синдром (АФС), также известный как синдром Хьюза, был впервые описан в 1983 году доктором Грэмом Хьюзом [2]. АФС представляет собой симптомокомплекс, характеризующийся рецидивирующими артериальными и/или венозными тромбозами, акушерской патологией (преимущественно синдромом потери плода) и наличием антифосфолипидных антител (аФЛ) – антитела к кардиолипину (аКЛ), волчаночному антикоагулянту (ВА) и/или антитела к β 2-гликопротеину I (анти- β 2-ГП I). Данный синдром рассматривается как модель аутоиммунного тромбогенеза и относится к группе приобретённых тромбофилий [3,4].

Было проведено несколько масштабных исследований, в которых оценивались распространенность и частота АФС. По результатам популяционного исследования, проведенного Duarte-Garcia A. et al. (2019), заболеваемость данным синдромом составляет около 2 новых случаев на 100 000 человек в год, распространенность – около 40–50 случаев на 100 000 человек [5]. У пациенток с акушерской патологией антифосфолипидные антитела обнаруживались в 6–9% случаев [6].

Более ранние исследования говорили об осложнениях на сердце, церебральных проявлениях, васкулопатиях.

Исторически термин «волчаночный антикоагулянт» (ВА) был предложен Feinstein и Rapaport в 1972 г. для описания циркулирующего ингибитора, способного удлинять фосфолипидзависимые тесты коагуляции in vitro. Мишенями ВА являются компоненты протромбиназного комплекса – факторы Ха и V, ионы кальция и фосфолипиды. Парадокс заключается в том, что, несмотря на своё название, присутствие ВА ассоциировано не с геморрагическими осложнениями, а с повышенным риском тромбозов. Уже в тот период исследователи предполагали, что ВА выполняет функцию маркера, а не непосредственной причины кровоточивости [1,7].

Помимо генов системы HLA (DR4 и DRw53), вероятность развития АФС определяют гены IRF5, STAT4 и посттранскрипционные модификации α 2-ГП-I [7].

Диагностика АФС основывается на выявлении антифосфолипидных антител (аФЛ). В настоящее время критерием для постановки диагноза АФС является обнаружение волчаночного антикоагулянта (ВА), антикардиолипина (аКЛ) и антител к бета-2-гликопротеину I (α 2-ГП-I) IgG или IgM вне терапии антикоагулянтами. При интерпретации результатов аФЛ профили помогают идентифицировать пациентов из группы риска. Варианты аФЛ, такие как антитела, направленные против домена I бета2-гликопротеина и антифосфатидилсерин-протромбиновые антитела (aPS/PT) могут быть полезны при стратификации риска у пациентов с АФС. Из-за методологических недостатков иммунологических анализов и анализа свертываемости крови эти некритериальные аФЛ могут быть полезны у пациентов с неполным профилем антител для подтверждения или исключения профиля повышенного риска [8,9,10].

Характеристики антител при АФС

Волчаночные антикоагулянты (ВА) – это гетерогенная группа иммуноглобулинов, мишенями которых служат отрицательно заряженные белки, связывающие фосфолипиды мембран, протромбин и β 2-гликопротеин I. In vitro эти антитела конкурируют с факторами свертывания за фосфолипиды, что удлиняет фосфолипид-зависимые коагуляционные тесты. Присутствие ВА связано с более высоким риском тромбозмболий,

ишемии мозга и привычного невынашивания беременности по сравнению с АКП и анти-β2-ГП-I. Среди пациентов с АФС ВА выявляются в 69% случаев. Сам β2-гликопротеин I представляет собой анионный гликопротеин, состоящий из пяти фосфолипид-связывающих доменов; антитела к нему (IgG/IgM) играют ключевую роль в патогенезе АФС. Их наличие тесно связано с тромбозомболическими осложнениями. Определение анти-β2-ГП-I IgG и IgM проводится методом иммуноферментного анализа (ИФА). Определенный порог (99-й процентиль) в ИФА для определения анти-β2-ГП-I – >40 антифосфолипидных единиц IgG/мл или антифосфолипидных единиц IgM/мл. Результаты определения анти-β2-ГП-I не всегда достоверно коррелируют с клиническими проявлениями АФС, что может быть связано с недостаточной стандартизацией метода ИФА. Современным методом определения анти-β2-ГП-I является хемилюминесцентный анализ, при котором пороговое значение для положительного результата составляет >20 единиц хемилюминесценции (99-й процентиль). Многолинейный точечный анализ также является доступным методом [11,12,13].

Основным проявлениям АФС являются тромботические события. Чаще всего поражаются вены: тромбоз глубоких вен голени, вен верхних конечностей, тромбоз легочной артерии (ТЭЛА). Следствием артериальных тромбозов чаще всего является инфаркт миокарда (ИМ) или цереброваскулярный инсульт. Зачастую, АФС может протекать под маской мигрени, иммунной тромбоцитопении, транзиторных ишемических атак, сетчатого ливеда, аутоиммунной гемолитической анемии и многих других некротических состояний [14]. У 1% лиц с АФС может развиваться жизнеугрожающая полиорганная недостаточность в рамках катастрофического антифосфолипидного синдрома (КАФС), при котором возникают тромбозы мелких сосудов [15,16].

Метаанализ, проведенный Pengo V. et al., (2015) показал, что положительный результат теста на волчаночный антикоагулянт (отношение шансов >10) сопряжен с более высоким риском тромбозмболии, чем наличие антител к кардиолипину. Пациенты с положительным тестом на кардиолипин, аβ2-ГП-I и ВА имеют наивысший риск тромботических событий [17].

Стоит заметить, что в 80% случаев АФС манифестирует во время гестации, становясь причиной следующих осложнений: замершая беременность, фетоплацентарная недостаточность, антенатальная гибель плода, внутриутробная задержка роста плода, преэклампсия, тромбозы, HELLP-синдром и неудачи экстракорпорального оплодотворения. У беременных с АФС вероятность гибели плода остаётся высокой даже при лечении антикоагулянтами и низкими дозами ацетилсалициловой кислоты [18]. К сожалению преэклампсия (ПЭ) осложняет примерно 10–17% беременностей с АФС. Известно, что ПЭ с ранним началом (до 34 недели беременности) относится к клиническим критериям АФС, что, вероятно, связано с дефектной инвазией трофобласта и децеллюлярной трансформацией на ранних сроках беременности [19].

Согласно исследованиям диагностику на АФС следует проводить при отягощенном акушерском анамнезе в виде двух подряд потерь беременности. Также как и в общей популяции пациентки с положительным тестом на кардиолипин, аβ2-ГП-I и ВА имеют наивысший риск тромботических событий.

Что касается положительного результата одного теста, то тестирование через 12 недель имеет решающее значение, поскольку более чем у 50% пациентов результат второго теста оказывался отрицательным. Чаще всего изолированное повышение титра антител к кардиолипину обычно не связано с тромбозмболическими событиями [20,21].

Заключение

Таким образом АФС не является настолько распространенным состоянием. В диагностике следует больше ориентироваться на показатели волчаночного антикоагулянта и анти-β2-гликопротеина-I. Высокий титр этих показателей должен сохраняться в контрольном исследовании и через 12 недель. В настоящее время диагностика АФС наиболее актуальна при беременности так как большинство случаев провоцирует развитие сопутствующих акушерских патологий, являющихся жизнеугрожающими, как для матери, так и для плода. В общей же популяции не стоит забывать об АФС при развитии различных необоснованных тромбозах.

Литература

1. Мартусевич Н.А. Современные подходы к диагностике и лечению антифосфолипидного синдрома. Медицинские новости. 2007;(2):11–18.
2. Hughes G.R. Thrombosis, abortion, cerebral disease, and the lupus anticoagulant. *British Medical Journal (Clinical research ed.)*. 1983;287(6399):1088.

3. Есауленко Н.Э., Куташов В.А., Ульянова О.В. Неврологические проявления вторичного антифосфолипидного синдрома. Саратовский научно-медицинский журнал. 2017;13(1):139–143.

4. Решетняк Т.М. Антифосфолипидный синдром: диагностика и клинические проявления (лекция). Научно-практическая ревматология. 2014;52(1):56–71.

5. Duarte-Garcia A., et al. Epidemiology of antiphospholipid syndrome: a population-based study. *Arthritis & Rheumatology*. 2019;71(suppl 10):189.

6. Dabit J.Y., Valenzuela-Almada M.O., Vallejo-Ramos S., Duarte-García A. Epidemiology of Antiphospholipid Syndrome in the General Population. *Current Rheumatology Reports*. 2022;24(1):23–31. DOI: 10.1007/s11926-021-01038-2.

7. Iuliano A., Galeazzi M., Sebastiani G.D. Antiphospholipid syndrome's genetic and epigenetic aspects. *Autoimmunity Reviews*. 2019;18(5):517–523. DOI: 10.1016/j.autrev.2019.03.010.

8. Koniari I., et al. Antiphospholipid syndrome; its implication in cardiovascular diseases: a review. *Journal of Cardiothoracic Surgery*. 2010;5:101. DOI: 10.1186/1749-8090-5-101.

9. Liu L., Sun D. Pregnancy outcomes in patients with primary antiphospholipid syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*. 2019;98(20):e15733. DOI: 10.1097/MD.00000000000015733.

10. Whitaker K.L. Antiphospholipid antibody syndrome: the difficulties of diagnosis. *JAAPA*. 2017;30(12):10–14. DOI: 10.1097/01.JAA.0000526779.29644.73.

11. Bradacova P., et al. Current promising biomarkers and methods in the diagnostics of antiphospholipid syndrome: a review. *Biomedicine*. 2021;9(2):166. DOI: 10.3390/biomedicine9020166.

12. Janek D., et al. Validation of a new panel of automated chemiluminescence assays for anticardiolipin antibodies in the screening for antiphospholipid syndrome. *Clinical Laboratory*. 2016;62:1309–1315. DOI: 10.7754/Clin.Lab.2016.151128.

13. Devreese K.M.J., et al. Laboratory criteria for antiphospholipid syndrome: communication from the SSC of the ISTH. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2018;16(4):809–813. DOI: 10.1111/jth.13976.

14. Cervera R., et al. Morbidity and mortality in the antiphospholipid syndrome during a 10-year period: a multicentre prospective study of 1000 patients. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2015;74(6):1011–1018. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-204838.

15. Garcia D., Erkan D. Diagnosis and management of the antiphospholipid syndrome. *New England Journal of Medicine*. 2018;378(21):2010–2021. DOI: 10.1056/NEJMr1705454.

16. Rodríguez-Pintó I., et al. Catastrophic antiphospholipid syndrome (CAPS): descriptive analysis of 500 patients from the International CAPS Registry. *Autoimmunity Reviews*. 2016;15(12):1120–1124. DOI: 10.1016/j.autrev.2016.09.010.

17. Pengo V., et al. Incidence of a first thromboembolic event in carriers of isolated lupus anticoagulant. *Thrombosis Research*. 2015;135(1):46–49. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.10.013.

18. Орипова М.М., Ахмаджанова Г.М. Прогнозирование исходов беременности у женщин с антифосфолипидным синдромом зависимости от срока гестации. Экономика и социум. 2022;(6–2):639–643.

19. Mayer-Pickel K., et al. Preeclampsia and the antiphospholipid syndrome. *Biomedicine*. 2023;11(8):2298. DOI: 10.3390/biomedicine11082298.

20. Pengo V. Additional laboratory tests to improve on the diagnosis of antiphospholipid syndrome. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2020;18(1):1–3. DOI: 10.1111/jth.14644.

21. Gebhart J., et al. High risk of adverse pregnancy outcomes in women with a persistent lupus anticoagulant. *Blood Advances*. 2019;3(5):769–776. DOI: 10.1182/bloodadvances.2018028597.

ANTIPHOSPHOLIPIDE SYNDROME IN THE EYES OF A THERAPIST

Salimova L.M., Molostova A.F., Gorbunova E.S., Sverzhetskaya A.D.
Kazan State Medical University of the Ministry of Health of Russia, City Clinical Hospital 16 of Kazan

In recent years, there has been a growing interest in the problem of antiphospholipid syndrome among physicians of various specialties.

Purpose of the study. To study current trends in the diagnosis of antiphospholipid syndrome in therapeutic practice. Materials and methods. A search and subsequent analysis of scientific articles on the query «antiphospholipid syndrome» was conducted using open-access resources such as PubMed, Elibrary, CyberLeninka, and MedLine, covering the period from 2007 to 2025. **Results.** The diagnosis of antiphospholipid syndrome is based, in addition to clinical manifestations, on the detection of antibodies specific to this pathology. **Conclusions.** In modern clinical practice, special attention is paid to early verification of antiphospholipid syndrome as an important condition for the prevention of future thrombotic events.

Keywords: antiphospholipid syndrome, thrombosis, antiphospholipid antibodies, pregnancy, preeclampsia.

References

1. Martusevich N.A. Sovremennye podkhody k diagnostike i lecheniyu antifosfolipidnogo sindroma [Modern approaches to the diagnosis and treatment of antiphospholipid syndrome]. Meditsinskie novosti [Medical News]. 2007;(2):11–18. (In Russ.).
2. Hughes G.R. Thrombosis, abortion, cerebral disease, and the lupus anticoagulant. British Medical Journal (Clinical research ed.). 1983;287(6399):1088.
3. Esaulenko N.E., Kutashov V.A., Ulyanova O.V. Nevrologicheskie proyavleniya vtorichnogo antifosfolipidnogo sindroma [Neurological manifestations of secondary antiphospholipid syndrome]. Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal [Saratov Journal of Medical Scientific Research]. 2017;13(1):139–143. (In Russ.).
4. Reshetnyak T.M. Antifosfolipidnyy sindrom: diagnostika i klinicheskie proyavleniya (lektsiya) [Antiphospholipid syndrome: diagnosis and clinical manifestations (lecture)]. Nauchno-prakticheskaya revmatologiya [Rheumatology Science and Practice]. 2014;52(1):56–71. (In Russ.).
5. Duarte-Garcia A., et al. Epidemiology of antiphospholipid syndrome: a population-based study. Arthritis & Rheumatology. 2019;71(suppl 10):189.
6. Dabit J.Y., Valenzuela-Almada M.O., Vallejo-Ramos S., Duarte-García A. Epidemiology of Antiphospholipid Syndrome in the General Population. Current Rheumatology Reports. 2022;24(1):23–31. DOI: 10.1007/s11926-021-01038-2.
7. Iuliano A., Galeazzi M., Sebastiani G.D. Antiphospholipid syndrome's genetic and epigenetic aspects. Autoimmunity Reviews. 2019;18(5):517–523. DOI: 10.1016/j.autrev.2019.03.010.
8. Koniari I., et al. Antiphospholipid syndrome; its implication in cardiovascular diseases: a review. Journal of Cardiothoracic Surgery. 2010;5:101. DOI: 10.1186/1749-8090-5-101.
9. Liu L., Sun D. Pregnancy outcomes in patients with primary antiphospholipid syndrome: A systematic review and meta-analysis. Medicine. 2019;98(20): e15733. DOI: 10.1097/MD.00000000000015733.
10. Whitaker K.L. Antiphospholipid antibody syndrome: the difficulties of diagnosis. JAAPA. 2017;30(12):10–14. DOI: 10.1097/01.JAA.0000526779.29644.73.
11. Bradacova P., et al. Current promising biomarkers and methods in the diagnostics of antiphospholipid syndrome: a review. Biomedicines. 2021;9(2):166. DOI: 10.3390/biomedicines9020166.
12. Janek D., et al. Validation of a new panel of automated chemiluminescence assays for anticardiolipin antibodies in the screening for antiphospholipid syndrome. Clinical Laboratory. 2016;62:1309–1315. DOI: 10.7754/Clin.Lab.2016.151128.
13. Devreese K.M.J., et al. Laboratory criteria for antiphospholipid syndrome: communication from the SSC of the ISTH. Journal of Thrombosis and Haemostasis. 2018;16(4):809–813. DOI: 10.1111/jth.13976.
14. Cervera R., et al. Morbidity and mortality in the antiphospholipid syndrome during a 10-year period: a multicentre prospective study of 1000 patients. Annals of the Rheumatic Diseases. 2015;74(6):1011–1018. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-204838.
15. García D., Erkan D. Diagnosis and management of the antiphospholipid syndrome. New England Journal of Medicine. 2018;378(21):2010–2021. DOI: 10.1056/NEJMr1705454.
16. Rodríguez-Pintó I., et al. Catastrophic antiphospholipid syndrome (CAPS): descriptive analysis of 500 patients from the International CAPS Registry. Autoimmunity Reviews. 2016;15(12):1120–1124. DOI: 10.1016/j.autrev.2016.09.010.
17. Pengo V., et al. Incidence of a first thromboembolic event in carriers of isolated lupus anticoagulant. Thrombosis Research. 2015;135(1):46–49. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.10.013.
18. Oripova M.M., Akhmadzhanova G.M. Prognozirovaniye iskhodov beremennosti u zhenshchin s antifosfolipidnym sindromom zavisimosti ot sroka gestatsii [Prediction of pregnancy outcomes in women with antiphospholipid syndrome depending on gestational age]. Ekonomika i sotsium [Economics and Society]. 2022;(6–2):639–643. (In Russ.).
19. Mayer-Pickel K., et al. Preeclampsia and the antiphospholipid syndrome. Biomedicines. 2023;11(8):2298. DOI: 10.3390/biomedicines11082298.
20. Pengo V. Additional laboratory tests to improve on the diagnosis of antiphospholipid syndrome. Journal of Thrombosis and Haemostasis. 2020;18(1):1–3. DOI: 10.1111/jth.14644.
21. Gebhart J., et al. High risk of adverse pregnancy outcomes in women with a persistent lupus anticoagulant. Blood Advances. 2019;3(5):769–776. DOI: 10.1182/bloodadvances.2018028597.