ISSN 2367-8658

Παράδειγμα

Парадигма

Paradigma

№12 2025
Часть 1

Медицина. Биология

Електронно
научно
списание

Парадигма
Електронно
научно списание

БРОЙ 12/2025
Часть 1

Издател:
"ЦЕНТЪР ЗА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ИНФОРМАЦИЯ "ПАРАДИГМА"" ЕООД
БЪЛГАРИЯ, гр. Варна 9002,
р-н Одесос, ул. Опълченска No 27
E-mail:
niiparadigma@gmail.com

www.paradigma.science

ISSN 2367-8658

Договоры на размещение:

Публикационная политика:

Редакционен съвет

УДК 796.011.1

Аниканова А. О.
Научный руководитель: Копейкина Е. Н.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ЖИЗНИ ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

Аннотация: Статья посвящена исследованию роли физической культуры в поддержании здоровья и повышении качества жизни взрослого человека. Рассматриваются физиологические, психологические и социальные аспекты влияния регулярных занятий физическими упражнениями. Анализируются современные тенденции и особенности организации физической активности для взрослых с учетом их индивидуальных потребностей и возможностей.

Ключевые слова: физическая культура, взрослое население, здоровье, физическая активность, качество жизни, профилактика заболеваний, двигательная активность.

В современном обществе, характеризующемся высоким темпом жизни, сидячим образом работы и постоянным стрессом, физическая культура становится неотъемлемой частью здорового образа жизни взрослого человека. Поддержание физической формы – это не только способ улучшить внешность и самочувствие, но и эффективный инструмент для профилактики заболеваний, повышения работоспособности и продления активного долголетия. Важность физической культуры обусловлена ее многогранным воздействием на организм человека, охватывающим физиологические, психологические и социальные аспекты.

Регулярные занятия физическими упражнениями оказывают положительное воздействие на различные системы организма. Прежде всего, они способствуют укреплению сердечно-сосудистой системы, снижая риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, которые являются одной из основных причин смертности во всем мире. Физическая активность также способствует улучшению обмена веществ, контролю веса и предотвращению развития диабета 2 типа.

Помимо этого, физические упражнения играют важную роль в поддержании здоровья костно-мышечной системы. Они укрепляют кости, предотвращая развитие остеопороза, и увеличивают мышечную массу, улучшая осанку и координацию движений.

«Движение – это жизнь, а жизнь – это движение», – утверждали Виленский М. Я. и Горшков А. Г. подчеркивая неразрывную связь между двигательной активностью и здоровьем. [1]

Помимо физиологических преимуществ, физическая культура оказывает значительное влияние на психическое здоровье взрослого человека. Во время занятий спортом в организме вырабатываются эндорфины, которые улучшают настроение, снижают уровень стресса и тревожности.

Физическая активность способствует повышению самооценки и уверенности в себе, а также улучшает когнитивные функции, такие как память, внимание и концентрация.

«Здоровье – это еще не все, но все остальное без здоровья – ничто», – говорил Йўлдошева М. Б. подчеркивая, насколько важно заботиться о своем здоровье, в том числе и с помощью физической культуры. [2]

Физическая культура может играть важную роль в социальной жизни взрослого человека. Занятия спортом в группах, участие в соревнованиях и совместные тренировки способствуют расширению круга общения, укреплению социальных связей и формированию чувства принадлежности к сообществу.

Совместные занятия спортом способствуют развитию командного духа, улучшению коммуникативных навыков и повышению социальной активности. Физическая культура может стать важным фактором интеграции в общество и поддержания социальной активности на протяжении всей жизни.

«Спорт воспитывает волю к победе, уважение к сопернику и умение работать в команде», – утверждал Виленский М.Я., подчеркивая социальную значимость спорта. [3]

В последние годы наблюдается растущий интерес к новым формам и видам физической активности, учитывающим индивидуальные потребности и возможности взрослых. В настоящее время все большую популярность набирают такие направления, как йога, пилатес, северная ходьба, а также другие формы двигательной активности, отличающиеся щадящим воздействием на организм и адаптированные для людей с различным уровнем подготовки.

Персонализированный подход к тренировкам играет ключевую роль, учитывая возраст, гендерные особенности, состояние здоровья и индивидуальные цели каждого человека. Также широко применяются современные технологические решения, например, фитнес-браслеты и мобильные приложения, позволяющие мониторить физическую активность, оценивать результаты и поддерживать мотивацию.

«Здоровье – это право, которое каждый человек имеет с рождения, и

обязанность, которую он должен выполнять в течение всей жизни», – подчеркивал академик Попова Н.С., призывая к активному образу жизни и заботе о своем здоровье. [4]

Как отмечали Хазова С.А., Мамадиева А.Х. и Михайлюк Н.А., «физическое воспитание занимает значимое место в жизни зрелого человека, благотворно воздействуя на его физическое, психическое и социальное состояние». [5]

Систематические физические нагрузки способствуют укреплению здоровья, увеличению продуктивности, уменьшению уровня напряжения и улучшению общего самочувствия. В современном обществе, отличающемся быстрым темпом жизни и преобладанием малоподвижной работы, физкультура превращается в незаменимый элемент здорового и качественного долголетия.

Следовательно, крайне важно активно интегрировать элементы физической культуры в ежедневный распорядок и создавать благоприятные условия для занятий спортом и физической активностью для всех возрастных категорий населения.

Физическая культура играет ключевую роль в поддержании здоровья и благополучия взрослого человека. Она не просто способствует укреплению тела, но и оказывает глубокое воздействие на физиологические, психологические и социальные аспекты жизни. В данной статье мы подробно рассмотрим эти аспекты, проанализируем различные виды физической активности, препятствия, возникающие на пути к здоровому образу жизни, и предложим стратегии их преодоления, опираясь на современные научные исследования.

Дыхательная система также получает значительную пользу от физических упражнений. Увеличивается жизненная емкость легких, улучшается газообмен, что повышает эффективность дыхания и способствует более полному насыщению крови кислородом. Регулярные тренировки увеличивают толерантность к физическим нагрузкам, снижая чувство усталости и одышки.

Нервная система также активно реагирует на физическую активность. Упражнения стимулируют выработку эндорфинов, так называемых «гормонов счастья», которые улучшают настроение, снижают тревожность и помогают бороться со стрессом. Физическая активность также улучшает когнитивные функции, такие как память, внимание и концентрация. Улучшается кровоснабжение мозга, стимулируется рост новых нейронных связей, что способствует повышению умственной работоспособности. Исследования показывают, что регулярные занятия спортом могут замедлить возрастное снижение когнитивных функций и снизить риск развития деменции.

Мышечная система также претерпевает значительные изменения. Физические упражнения укрепляют мышцы, повышают их силу и выносливость. Улучшается осанка, координация движений и баланс. Регулярные тренировки помогают предотвратить возрастную потерю мышечной массы, известную как саркопению, которая может привести к 2. Разнообразие видов физической активности и их вклад в здоровье

«Существует огромное разнообразие видов физической активности, каждый из которых имеет свои преимущества и специфическое воздействие на организм» утверждают Фролова, О. А., Дмитриева, О. А. Выбор подходящего вида активности зависит от целей, предпочтений и физического состояния человека. [6]

– Аэробные упражнения, такие как бег, плавание, езда на велосипеде и танцы, направлены на улучшение работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Они эффективно сжигают калории, способствуют снижению веса и улучшают общее состояние здоровья. Регулярные аэробные тренировки повышают выносливость и позволяют дольше выполнять повседневные задачи без чувства усталости.

– Силовые тренировки с использованием гантелей, тренажеров или собственного веса направлены на укрепление мышц и костей. Они повышают силу, выносливость и улучшают метаболизм. Силовые тренировки помогают предотвратить потерю мышечной массы с возрастом и снизить риск развития остеопороза.

– Упражнения на гибкость, такие как йога, пилатес и стретчинг, направлены на улучшение подвижности суставов и растяжение мышц. Они снижают риск травм, улучшают осанку и координацию движений. Регулярные занятия йогой и пилатесом также помогают снять стресс и улучшить эмоциональное состояние.

Для снижения веса наиболее эффективны аэробные упражнения в сочетании с силовыми тренировками и правильным питанием. Для увеличения силы и мышечной массы необходимо сосредоточиться на силовых тренировках с постепенным увеличением нагрузки. Для улучшения выносливости подойдут аэробные упражнения с постепенным увеличением продолжительности и интенсивности. Для снятия стресса и улучшения эмоционального состояния рекомендуется заниматься йогой, пилатесом, танцами или просто прогулками на свежем воздухе.

Влияние социальных факторов на мотивацию к занятиям спортом трудно переоценить. Доступность спортивных объектов, наличие парков и зон отдыха, поддержка со стороны близких и друзей – все это играет важную роль в формировании здорового образа жизни. Создание благоприятной среды для физической активности, организация спортивных мероприятий и пропаганда здорового образа жизни в обществе способствуют повышению уровня физической культуры населения.

Несмотря на все преимущества физической культуры, многие взрослые сталкиваются с различными препятствиями, которые мешают им вести активный образ жизни. Нехватка времени – одна из самых распространенных причин отказа от занятий спортом. В современном мире, с его высокой скоростью жизни и постоянной занятостью, найти время для физических упражнений может быть непросто. Однако, даже небольшие изменения в распорядке дня, такие как утренняя зарядка, прогулка в обеденный перерыв или короткая тренировка вечером, могут принести значительную пользу.

Федоров, А. Л. Говорит про «Отсутствие мотивации – еще одно серьезное препятствие. Многие люди знают о пользе физической активности, но им трудно заставить себя заниматься спортом. В этом случае важно найти вид активности,

който будет приносить удовольствие, и ставить перед собой реалистичные цели. Можно заниматься спортом с друзьями или найти тренера, который будет мотивировать и поддерживать». [7]

Состояние здоровья также может быть препятствием для занятий физической культурой. Людям с хроническими заболеваниями, такими как артрит, диабет или болезни сердца, необходимо проконсультироваться с врачом перед началом тренировок. Врач поможет подобрать безопасные и эффективные упражнения, учитывая индивидуальные особенности организма.

Финансовые трудности также могут быть препятствием для занятий спортом. Абонементы в фитнес-клубы и спортивное оборудование могут быть дорогими. Однако, существуют бесплатные альтернативы, такие как занятия спортом на открытом воздухе, бег, ходьба, езда на велосипеде или использование бесплатных онлайн-тренировок.

Современные научные исследования подтверждают многочисленные преимущества физической культуры для здоровья и благополучия взрослых. Многочисленные исследования показывают, что регулярные занятия спортом снижают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, диабета 2 типа, ожирения, некоторых видов рака и депрессии. Физическая активность также улучшает когнитивные функции, снижает риск развития деменции и повышает продолжительность жизни.

Исследования также показывают, что физическая активность может быть эффективным средством лечения и профилактики различных заболеваний. Например, физические упражнения могут помочь снизить уровень сахара в крови у людей с диабетом 2 типа, снизить артериальное давление у людей с гипертонией и улучшить настроение у людей с депрессией.

В заключение, физическая культура является неотъемлемой частью здорового образа жизни взрослого человека. Она оказывает глубокое воздействие на физиологические, психологические и социальные аспекты жизни. Несмотря на различные препятствия, важно найти время и мотивацию для занятий спортом, выбрав подходящий вид активности и адаптировав его к своим индивидуальным потребностям и возможностям. Регулярные занятия спортом помогут улучшить здоровье, повысить качество жизни и продлить ее.

Список литературы:

1. Виленский, М.Я., Горшков, А.Г. Физическая культура: учебное пособие. — Москва: КноРус, 2021. — 224 с.

2. Попова, Н. С. Развитие эмпатии как компонента осознанности при работе с художественным текстом на иностранном языке // Евразийский гуманитарный журнал. — 2024. — № 2. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-empatii-kak-komponenta-osoznannosti-pri-rabote-s-hudozhestvennym-tekstom-na-inostrannom-yazyke (дата обращения: 01.12.2025).

3. Федоров, А. Л. Теория и методика физической культуры и спорта: учебник. — Москва: Спорт, 2020. — 512 с.

4. Фролова, О.А., Дмитриева, О.А. Формирование мотивации к занятиям физической культурой у младших школьников во внеурочное время // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. — 2023. — № SI1 (68). — С. 134-138.

5. Хазова, С. А., Мамадиев, А. Х., Михайлюк, Н. А. Научные основания организации физкультурной активности взрослого населения // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. — 2023. — № 8. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nauchnye-osnovaniya-organizatsii-fizkulturnoy-aktivnosti-vzroslogo-naseleniya (дата обращения: 07.12.2025).

6. Йўлдошева, М. Б. Система физического воспитания в семье и ее роль в развитии молодежи // Вестник науки. — 2024. — № 1 (70). — С. 96-98.

УДК 614.39

Чжань Аньжань
Независимый исследователь, Чэнду, Китай

ЦИФРОВАЯ МЕДИЦИНА И ИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Аннотация. Статья рассматривает цифровую трансформацию здравоохранения как комплексный процесс, объединяющий технологические, правовые и этические изменения. Анализируются концептуальные основания цифровой медицины, развитие искусственного интеллекта, системы поддержки принятия решений, регулирование в ЕС и международные различия нормативных режимов. Особое внимание уделено управлению медицинскими и геномными данными, рискам цифровых технологий и роли GDPR в формировании архитектуры доверия. Показано, что успешное развитие цифровой медицины зависит от согласованности технологических инноваций, профессиональных стандартов и политики защиты данных.

Ключевые слова: цифровое здравоохранение; искусственный интеллект; цифровая медицина; системы поддержки принятия решений; GDPR; медицинские данные; геномные данные; регулирование; биоэтика.

Переход к цифровой модели здравоохранения становится одним из ключевых системных процессов в европейском и мировом медицинском пространстве. Согласно документу Европейской комиссии COM/2018/233 final, современные системы здравоохранения требуют не косметической, а глубокой структурной модернизации. Такая трансформация должна обеспечить устойчивость финансирования, повышение доступности медицинских услуг, оптимизацию эффективности медицинской помощи и одновременное сохранение высокого качества лечения [1]. Цифровизация в этом контексте выступает не как вспомогательный элемент модернизации, а как фундаментальная основа нового типа медицинской инфраструктуры, где данные, алгоритмы и распределенные цифровые решения становятся ключевыми ресурсами развития.

В странах Европейского союза и ОЭСР цифровая трансформация рассматривается как стратегический ответ на глобальные вызовы — демографическое старение, распространенность хронических заболеваний, дефицит медицинского персонала и растущие затраты на инновационные технологии. Цифровая медицина усиливает адаптивность систем здравоохранения, повышает их устойчивость к внешним шокам, включая пандемии, и обеспечивает условия для долгосрочной стабилизации сектора. Таким образом, цифровизация формирует новое управленческое основание, меняя способы планирования ресурсов, организацию клинических процессов, коммуникацию между участниками системы и механизмы оценки результативности.

Концептуальные основы цифрового здравоохранения

В современной научной литературе цифровое здравоохранение определяется как комплексная интеграция цифровых технологий в инфраструктуру и практику оказания медицинской помощи, охватывающая диагностику, лечение, профилактику, реабилитацию, а также управление здоровьем на индивидуальном и популяционном уровнях [2, 3]. Однако цифровое здравоохранение не сводится к внедрению отдельных устройств или программных решений. Оно представляет собой новую философию медицинской помощи, основанную на пациент-ориентированности, персонализации, непрерывном мониторинге состояния здоровья и использовании данных как основного инструмента клинического принятия решений.

Цифровая медицина трансформирует привычную модель взаимодействия между врачом и пациентом. Создается среда, в которой пациенты вовлекаются в управление собственным здоровьем, получают доступ к данным о состоянии организма в реальном времени и участвуют в формировании клинической траектории. Медицинские учреждения, в свою очередь, переходят от вертикальных моделей оказания помощи к сетевым экосистемам, где цифровые платформы, аналитические сервисы и распределенные базы данных связывают профессионалов, пациентов и инфраструктуру.

Развитие цифровых решений и цифровизация медицинских процессов

Современный спектр цифровых решений в здравоохранении включает мобильные сервисы mHealth, телемедицинские технологии, носимые сенсорные устройства, интегрированные информационные системы (EHR, EMR, PHR), архитектуры данных реального времени, облачные платформы, edge-computing, цифровые двойники пациента и модели предиктивной аналитики. Эти технологии обеспечивают непрерывный мониторинг состояния здоровья вне стационара, повышают точность прогнозирования обострений заболеваний, улучшают маршрутизацию пациентов и позволяют своевременно выявлять клинические отклонения.

Важно отметить, что цифровые решения изменяют саму логику медицинских процессов. Вместо эпизодических контактов пациента с системой здравоохранения формируются когортные модели наблюдения, в которых данные обновляются постоянно. В результате профилактика становится более точной, лечение — более персонализированным, а управление сложными клиническими случаями — более структурированным и предсказуемым.

Цифровое здравоохранение как многоуровневая социотехническая система

Для аналитического описания цифровой трансформации автор предлагает рассматривать цифровое здравоохранение как многоуровневую социотехническую систему, включающую инфраструктурный, практический и нормативный слои. Инфраструктурный слой охватывает данные, сенсорные сети, стандартизированные клинические форматы, IoT-устройства, цифровые каналы передачи информации и алгоритмы обработки данных, включая системы

искусственного интеллекта. Практический слой связан с изменением цифровых привычек пациентов, трансформацией клинических траекторий, появлением смешанных моделей консультаций и новыми профессиональными ролями, такими как врач-клинический аналитик или куратор цифровых данных. Нормативный слой задает рамки функционирования системы: правовые режимы обработки медицинских данных, стандарты безопасности, модели распределенной ответственности и требования к цифровым согласиям.

Такое структурирование позволяет выявить взаимосвязи между технологическими инновациями, изменениями медицинской практики и нормативными требованиями, а также формирует основу для разработки стратегий внедрения цифровых решений в долгосрочной перспективе.

Роль цифровых данных в трансформации медицинской науки

Цифровая революция преобразила подход к анализу факторов здоровья. Современные источники данных — геномные базы, биобанки, цифровая демография, данные мобильных сенсоров, показатели окружающей среды, социальные и поведенческие сигналы — формируют сложные массивы информации, позволяющие прогнозировать заболевания на ранних стадиях. Эти данные используются для разработки систем предиктивной аналитики, определения групп риска, мониторинга распространенности хронических заболеваний и создания новых моделей профилактики.

Искусственный интеллект как ядро цифровой медицины

Искусственный интеллект занимает центральное место в современной цифровой медицине. Он обеспечивает автономный анализ больших данных, выявляет сложные закономерности и служит инструментом поддержки клинических решений [6]. Технологии компьютерного зрения ускоряют интерпретацию медицинских изображений, NLP-модели упрощают анализ текстовой документации, предиктивные алгоритмы прогнозируют развитие заболеваний, а виртуальные ассистенты обеспечивают непрерывное сопровождение пациентов.

Авторская модель зрелости ИИ включает четыре критерия: диагностическую точность, объяснимость решений, клиническую интегрируемость и регуляторную совместимость. Эти параметры позволяют оценивать готовность алгоритмов к внедрению, сравнивать их между собой, выявлять дефициты и формировать дорожные карты повышения доверия со стороны медицинских специалистов.

ИИ становится архитектурным ядром цифрового здравоохранения не только в клинических процессах, но и в управлении системой. Он используется при планировании ресурсов, анализе потоков пациентов, оптимизации маршрутов лечения и прогнозировании нагрузки на инфраструктуру.

Цифровые системы поддержки принятия решений

Рост объема медицинских данных — от результатов лабораторных исследований до потоков real-time информации с носимых устройств —

превращает цифровые системы поддержки принятия решений (DSS) в неотъемлемый элемент современной клинической практики. Если ранее DSS выполняли роль вспомогательных справочных инструментов, то сегодня они становятся интеллектуальными контурами анализа данных, способными выявлять скрытые зависимости, прогнозировать вероятность осложнений и поддерживать персонализированное лечение на основе многопараметрических моделей.

DSS сопоставляют клинические данные пациента с большим массивом международных рекомендаций, национальных протоколов и локальных стандартов, формируют предварительные гипотезы, определяют зоны диагностической неопределенности и предлагают сценарии лечения с учетом эффективности, рисков и коморбидности. В условиях перегруженности здравоохранения и роста сложности медицинских технологий такие системы фактически становятся «вторым уровнем» клинического мышления, поддерживая врача в принятии решений.

Однако внедрение DSS сопровождается весомыми юридическими, этическими и организационными вызовами. Когнитивные риски включают снижение уровня самостоятельного клинического суждения, возникновение «автопилотного режима», смещение оценки вероятностей и чрезмерную зависимость от алгоритмов. Правовая неопределенность проявляется в размытости ответственности: кто несет последствия ошибки — врач, использовавший DSS, организация, разработчик или поставщик алгоритмических данных? Технологические риски охватывают неточность моделей, ошибки валидации, некорректные обучающие выборки и уязвимости в инфраструктуре. Организационные проблемы связаны с конфликтами между DSS и устаревшими внутренними протоколами, несогласованностью информационных потоков и сопротивлением персонала.

Предложенная автором классификация рисков DSS — когнитивные, юридические, технологические и организационные — формирует комплексную основу для разработки гибких стратегий управления рисками. Она позволяет интегрировать DSS в систему медицинской помощи так, чтобы повысить качество решений, но не подорвать автономию врачебной профессии и доверие пациентов.

Расширение DSS неизбежно, но их безопасное использование возможно только при системном управлении рисками, развитии компетенций персонала, юридической определенности и институционализации ответственности.

Регуляторные режимы ЕС и международная нормативная динамика

Здравоохранение традиционно относится к наиболее строго регулируемым секторам экономики, поскольку медицинские технологии непосредственно затрагивают безопасность пациента и общественное благо. Европейский союз выстроил многоуровневую структуру регулирования, включающую Регламент о медицинских приборах (MDR), Регламент об искусственном интеллекте (AI Act), правила управления электронными записями пациентов, а также фундаментальные требования GDPR [12–16], определяющие режимы обработки

персональных данных высокого риска. Приоритет ЕС — предотвращение ситуаций, когда медицинские решения принимаются исключительно на основе автоматизированной обработки данных без участия специалиста. Это усиливает значение клинического суждения и одновременно ограничивает автоматизацию медицины.

В работе предлагается концепция Shared Accountability Grid — сетки распределенной ответственности между врачом, медицинской организацией, разработчиком алгоритма и поставщиком цифровой инфраструктуры. Данная модель создает прозрачные горизонты юридических обязанностей, минимизирует неопределенность и поддерживает баланс между инновационностью и безопасностью. Подобный подход особенно важен на фоне роста автономности DSS и появления новых классов медицинского ИИ, способных к адаптивному обучению.

Международные различия в регулировании приводят к фрагментации глобального цифрового пространства. ЕС стремится к созданию Единого рынка медицинских данных и развитию инициативы European Health Data Space (EHDS). США придерживаются преимущественно индустриально-ориентированной модели регулирования через FDA и HIPAA; Финляндия делает ставку на государственные данные как цифровой ресурс; Швейцария развивает гибридную модель, ориентированную на частные инновации; Россия формирует собственный контур регулирования, который все больше ориентируется на суверенитет данных. Такая нормативная дивергенция ограничивает трансграничную совместимость цифровых сервисов и усложняет стандартизацию DSS.

Эффективность цифровой медицины возрастает тогда, когда регуляторная среда задает прозрачные правила распределенной ответственности, стимулируя инновации, но не снижая уровень защиты пациента. Международная фрагментация требует развития механизмов совместимости и доверенной передачи медицинских данных.

Геномные данные и особенности их регулирования

Геномные технологии открывают исключительные возможности для персонализированной медицины: предиктивная диагностика наследственных заболеваний, таргетная терапия, фармакогенетика, персональные онкологические профили, динамическое наблюдение за рисками. Однако уникальная природа геномных данных делает эту сферу одной из наиболее этически и юридически чувствительных.

Геномные данные неизменны на протяжении жизни, отражают характеристики, значимые не только для конкретного пациента, но и для его родственников, обладают высокой коммерческой привлекательностью и способны многократно использоваться третьими сторонами — страховыми компаниями, фармацевтическими корпорациями, биотехнологическими исследователями и даже работодателями. Это создает риски дискриминации, стигматизации и нарушения частной жизни. Особую роль играет проблема

цифрового согласия: пациенты нередко недооценивают долгосрочные последствия анализа генома и масштабы возможного будущего использования этих данных [26].

В этом контексте в работе представлен концепт Digital Genomic Vulnerability, описывающий совокупность уязвимостей, возникающих из-за соединения четырех факторов:

1. Неизменность генома;
2. Межсемейная чувствительность;
3. Высокая экономическая ценность;
4. Высокий риск злоупотреблений и дискриминационных практик.

Этот подход подчеркивает необходимость усиленного регулирования в сфере геномных данных, включая ограничение вторичного использования, обязательные механизмы ревокации согласия, строгие протоколы хранения и расширенную ответственность акторов, работающих с генетической информацией.

Геномные данные требуют особого, усиленного уровня регулирования, превосходящего обычные режимы защиты персональных данных. Их использование должно строиться на принципах минимизации рисков, обеспечении межсемейной этической ответственности и контролируемом доступе.

Стандартизация электронных согласий

Технологии цифрового согласия становятся ключевым элементом биоэтики цифрового здравоохранения. Они обеспечивают пациентам возможность осознанного выбора, прозрачность обработки данных и управляемость их использования. Международные инициативы HL7 и IHE формируют стандарты, позволяющие обеспечить интероперабельность, юридическую валидность и прослеживаемость цифровых согласий [28, 29]. Эти стандарты позволяют унифицировать процедуры информирования, автоматизировать обновление условий использования данных, а также обеспечивать проверяемость фактов предоставления и отзыва согласия.

Цифровое согласие становится не просто документом, а механизмом управления правами пациента в цифровой среде — от доступа врачей к данным до участия в исследованиях. Наличие единых стандартов позволяет снижать риски неправомерного вторичного использования данных, укрепляет доверие к цифровым медицинским сервисам и создает основу для международной совместимости систем здравоохранения.

Стандартизация электронных согласий — фундамент для этически устойчивого развития цифровой медицины. Она обеспечивает баланс между инновациями и защитой автономии пациента, создавая условия для доверенного обмена данными в национальных и транснациональных экосистемах.

Заключение

Цифровая трансформация здравоохранения затрагивает инфраструктуру, клинические процессы, профессиональные роли, нормативные основания и отношения между врачами и пациентами. Для успешного развития цифровой медицины необходима синхронная работа трех подсистем: технологической, нормативно-правовой и клинико-этической. Только их согласованность обеспечивает устойчивость и эффективность цифровых решений.

В долгосрочной перспективе цифровая медицина способствует развитию персонализированных моделей профилактики, снижает нагрузку на системы здравоохранения, расширяет доступ к качественной помощи и формирует экосистемный подход к управлению здоровьем. Таким образом, цифровизация выступает не просто технологическим процессом, а фундаментальной трансформацией, определяющей будущее глобального сектора здравоохранения.

Список литературы:

1. Communication from the Commission to the European Parliament. The Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on enabling the digital transformation of health and care in the Digital Single Market; empowering citizens and building a healthier society. C0M/2018/233 final. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ ALL/?uri=C0M:2018:233:FIN (дата обращения: 01.12.2025).

2. Chen C.E., Harrington R.A., Desai S.A., Mahaffey K.W., Turakhia M.P. Characteristics of Digital Health Studies Registered in ClinicalTrials.gov // JAMA Intern. Med. 2019. Vol. 179, N 6. P. 838-840.

3. The Digital Medicine Society (DiMe). URL: www.dimesociety.org (дата обращения: 01.12.2025).

4. U.S. Food and Drug Administration; from 1995-2025. Content current as of: 01.06.2025.U.S. Department of Health and Human Services. URL: https:// www.fda.gov/medicaldevices/digitalhealth/fmobileapp (дата обращения: 01.12.2025).

5. Mesko B., Drobni Z., Benyei E., Gergely B., Gyorffy Z. Digital health is the cultural transformation of traditional healthcare // Mhealth. 2017. Vol. 3. P. 38.

6. Gross C.R. Should artificial intelligence provide input in end-of-life decision-making? // JAMA Intern. Med.

7. Mitchell C., Ploem C. Legal challenges for the implementation of advanced clinical digital decision support systems in Europe // J. Clin. Transl. Res. 2018. Vol. 3, suppl. 3. P. 424-430.

8. IBM Products. URL: https://www.ibm.com/watson/health/value-based-care/ enable-effective-care (дата обращения: 01.12.2025).

9. Artificial Intelligence Model. URL: https://deepmind.com/applied/deepmind-health (дата обращения: 01.12.2025).

10. Hempel D. Oncoguide system - a computerized interactive assistance system for the diagnosis and treatment of CML/MPN and MDS// Blood. 2015. Vol. 126. P. 5145-5145.

11. Mitchell C., Ploem C. Legal challenges for the implementation of advanced clinical digital decision support systems in Europe // J. Clin. Transl. Res. 2018. Vol. 3, suppl. 3. P. 424-430.

12. Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on Medical Devices // Official Journal of the European Union. 117/1 (from 5 May 2017). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745 (дата обращения: 29.11.2025).

13. Horgan D., Bernlnl C., Thomas P.P.M., Morre S.A. Cooperatlng on data: the mlsslng element ln brlnglng real lnnovatlon to Europe's healthcare systems // Publlc Health Genomlcs. 2019. Vol. 22, N 3-4. P. 77-101.

14. European Parllamentary Research Servlce. Sclentlfic Foreslght Unlt (STOA). Innovatlve Solutlons for Research ln Healthcare. Developlng a Novel Approach to Dellver Better Preclslon Medlclne ln Europe. PE 624.276-January 2019. P.48.

15. Regulatlon of the European Parllament and of the Councll (EU) 679/2016 of 27 Aprll 2016 on the protectlon of natural persons wlth regard to the processlng of personal data and on the free movement of such data, and repeallng Dlrectlve 95/46/EC (General Data Protectlon Regulatlon) // Officlal Journal of the European Unlon. 2016. 119/1 (of 27 Aprll 2016).

16. Guldellnes on Automated Indlvldual Declslon-Maklng and Profillng for the Purposes of Regulatlon 2016/679 (wp251rev.01). URL: https://ec.europa. eu/newsroom/artlcle29/ltems/612053 (дата обращения: 03.12.2025).

17. Kawamoto D. Tech Companles Embrace Some GDPR Prlvacy Practlces Outslde of Europe. (n.d.). Retrleved 14 November 2018. URL: http://www.govtech.com/ pollcy/Tech-Companles-Embrace-Some-GDPR-Prlvacy-Practlces-Outslde-of-Europe.html (дата обращения: 03.12.2025).

18. Callfornla Assembly Blll No. 375. Chapter 55. Prlvacy: Personal Informatlon: Buslnesses. Date publlshed: 06.29.2018. URL: https://leglnfo.leglslature. ca.gov/faces/blllNavCllent.xhtml?blll_ld=201720180AB375 (дата обращения: 03.12.2025).

19. Stoddart J., Chan B., Joly Y. The European Unlon's adequacy approach to prlvacy and lnternatlonal data sharlng ln health research // J. Law Med. Ethlcs. 2016. Vol. 44, N 1. P. 143-155.

20. Horgan D., Bernlnl C., Thomas P., Morre S. Cooperatlng on data: the mlsslng element ln brlnglng real lnnovatlon to Europe's Healthcare Systems // Publlc Health Genomlcs. 2019. Vol. 22, N 3-4. P. 77-101.

21. Personal Information Protection Act of 2011 (2017) Act No. 14839. URL: http:// elaw.klri.re.kr/kor_service/lawView.do?hseq=46731&lang=ENG (дата обращения: 03.12.2025).

22. Федеральный закон Российской Федерации № 242-ФЗ от 29.07.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» (последняя редакция). URL: http://www.kremlln.ru/acts/bank/42200 (дата обращения: 03.12.2025).

23. Act on the Secondary Use of Health and Social Data. URL: https://stm.fi/ documents/1271139/1365571/The+Act+on+the+Secondary+Use+of+Healt h+and+Social+Data/a2bca08c-d067-3e54-45d1-18096de0ed76/The+Act+ on+the+Secondary+Use+of+Health+and+Social+Data.pdf (дата обращения: 03.12.2025).

24. Baeriswyl B., Pärli K. Datenschutzgesetz (DSG). Bern : Stämpfli Verlag, 2015.

25. Parra-Calderón C.L., Kaye J., Moreno-Conde A. et al. Desiderata for digital consent in genomic research // J. Community Genet. 2018. Vol. 9. P. 191-194.

26. Grady C. Enduring and emerging challenges of informed consent // N. Engl. J. Med. 2015. Vol. 372, N 9. P. 855-862.

27. Jeong G. Assessment of direct-to-consumer genetic testing policy in Korea based on consumer preference // Public Health Genom. 2017. Vol. 20. P. 166-173.

28. HL7 CDA® R2 Implementation Guide: Privacy Consent Directives, Release 1. Status date 2021-12-09. URL: https://www.hl7.org/implement/standards/ product_brief.cfm?product_id=280 (дата обращения: 07.12.2025).

29. Maxwell J., Heesters N., Stine K., Barret M. Precision Medicine Initiative (PMI) Data Security Principles Implementation Guide. P. 54. URL http://www.healthit.gov/ sites/default/files/pmi_security_ig_v16-clean.pdf (дата обращения: 03.12.2025).

УДК 616.34-005.1-089

Калицова М. В., Джафарова Ж. А., Умарова П. Ф.
Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ, Россия

ОСТРАЯ СПАЕЧНАЯ КИШЕЧНАЯ НЕПРОХОДИМОСТЬ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТКРЫТЫХ И ЛАПАРОСКОПИЧСКИХ ОПЕРАЦИЙ ЗА 2022-2024 ГГ. ПО РСО-АЛАНИЯ

Аннотация: Острая спаечная кишечная непроходимость (ОСКН) является частым и серьезным осложнением послеоперационного периода. Выбор хирургического доступа- традиционная лапаротомия или малоинвазивная лапароскопия- остается предметом дискуссий в абдоминальной хирургии. Целью исследования явилось сравнительная оценка результатов открытых и лапароскопических операций при острой спаечной кишечной непроходимости. Материалы и методы. Проведено ретроспективное исследование историй болезни пациентов с ОСКН, находившихся на стационарном лечении с 2022 по 2024 гг. Результаты исследования. За исследуемый период из 564 госпитализированных с острой спаечной непроходимостью 122 пациента потребовали оперативного лечения. Консервативная терапия оказалась неэффективной у 18,6% случаев. Из 86 запланированных лапароскопических операций только 23,3% были завершены малоинвазивным способом, а 76,7% потребовали конверсии в лапаротомию преимущественно из-за массивного спаечного процесса. Лапароскопические вмешательства продемонстрировали значительные преимущества: снижение частоты послеоперационных осложнений в 2,7 раза и сокращение продолжительности госпитализации вдвое. При этом летальность после лапароскопических операций отсутствовала, тогда как после открытых вмешательств составила 7,3%. Заключение: Выбор хирургического доступа при спаечной непроходимости зависел от квалификации хирурга, поскольку предоперационная оценка выраженности спаечного процесса затруднена, что объясняет высокую частоту конверсии (76,7%) при попытке лапароскопии. Лапароскопический метод показал свою эффективность при I-II степени спаечного процесса, демонстрируя меньшую частоту осложнений и рецидивов по сравнению с лапаротомией, тогда как при III-IV степени спаек обычно требовался открытый доступ.

Ключевые слова: кишечная непроходимость; лечение; хирургический доступ; лапароскопия; лапаротомия.

Введение

Острая спаечная кишечная непроходимость (ОСКН) - это острое состояние, зачастую требующее экстренного хирургического вмешательства и возникающее в результате образования спаек после перенесенных хирургических вмешательств на брюшной полости и воспалительных процессов.[1] Спайки приводят к сдавлению или к перегибу кишечника, нарушая нормальное продвижение кишечного содержимого.[2] Традиционным подходом в хирургическом лечении ОСКН является открытая

хирургическая операция, направленная на рассечения спаек (то есть адгезиолизис) и устранение причин непроходимости. Однако в последние годы с развитием лапароскопической хирургии, лапароскопические операции стали рассматриваться как альтернативный метод лечения ОСКН. Вопрос о выборе оптимального метода лечения острой кишечной непроходимости является предметом постоянной дискуссии, некоторые хирурги считают, что самым оптимальным и выгодным вариантом является открытая лапаротомическая операция, другие считают лапароскопическую операцию менее травматичной и более предпочтительной.[3]

ЦЕЛЬ: провести сравнительный анализ результатов открытых и лапароскопических операций при ОСКН.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу исследования положен ретроспективный анализ историй болезни 564 пациентов с диагнозом острой спаечной кишечной непроходимости (ОСКН), находившихся на стационарном лечении с 2022 по 2024 гг. в хирургических отделениях Республиканской больницы скорой медицинской помощи (РКБСМП). Проанализированы результаты хирургического лечения пациентов с острой спаечной непроходимостью с позиции выбора оптимального вида оперативного вмешательства при ОСКН.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

За исследуемый период в Республиканской клинической больнице скорой медицинской помощи (РКБСМП) было госпитализировано 564 пациента с диагнозом острой спаечной кишечной непроходимости (ОСКН).

В экстренном порядке было прооперировано 21 (3,7%) пацентов. Показанием к экстренному оперативному вмешательству послужило развитие жизнеугрожающих осложнений: странгуляционная непроходимость-диагностирована у 12 (2,1%); перитонит-выявлен у 9 (1,6%) больных. При развитии осложнений ОСКН всем больным проводилось оперативное вмешательство через лапаротомный доступ. Выбор открытого лапаротомного доступа при этих осложнениях был абсолютно оправдан, так как только он позволяет выполнить полноценную ревизию брюшной полости, надежную оценку жизнеспособности кишки и необходимые реконструктивные вмешательства.

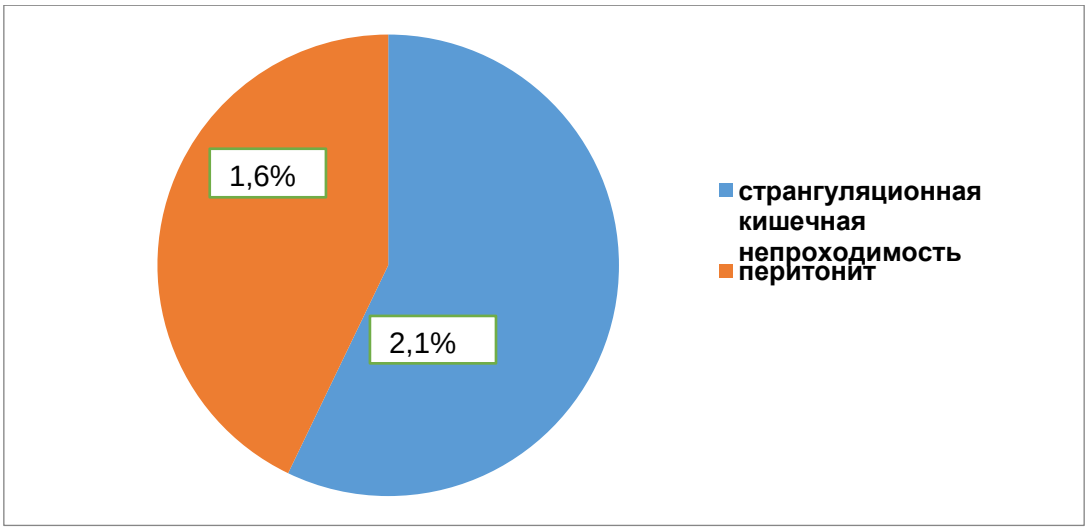

Рисунок 1. Жизнеугрожающие осложнения требующие экстренного хирургического вмешательства.

Из 563 случаев кишечной непроходимости у 543 (96,3%) пациентов изначально была предпринята попытка консервативного лечения. Данный подход является методом первого выбора при неосложненных формах ОСКН и включает в себя декомпрессию желудочно-кишечного тракта с помощью назогастрального зонда, инфузионную терапию для коррекции водно-электролитных нарушений, медикаментозную стимуляцию моторики кишечника и применение очистительных клизм. Однако у 101 пациента-18,6% от числа тех, кому проводилась консервативная терапия-ожидаемого улучшения не произошло. В связи с отсутствием положительной динамики и сохранением симптомов непроходимости, этим пациентам были определены показания к оперативному лечению.

Определение степени тяжести спаечного процесса в брюшной полости до начала хирургического вмешательства представляет значительную и до конца не решенную диагностическую трудность, поскольку неинвазивные методы (такие как УЗИ, КТ или МРТ) обладают низкой специфичностью и чувствительностью в оценке плотности, васкуляризации и пространственной организации сращений. Ввиду отсутствия надежных и стандартизированных методов дооперационной визуализации, способных точно дифференцировать рыхлые и легко разделяемые спайки от плотных, фиброзных конгломератов, выбор первоначального хирургического доступа — малотравматичной лапароскопии или радикальной открытой лапаротомии — во многом определялся не объективными критериями, а субъективной оценкой, интуицией и клиническим опытом оперирующего хирурга. [4]

Из 86 запланированных лапароскопических операций по рассечению спаек только 20 (23,3%) были завершены минимально инвазивным способом. В 66 случаях (76,7%) хирургам пришлось прибегнуть к конверсии на лапаротомию. Ключевыми факторами, вынудившими изменить тактику,

стали: массивный спаечный процесс, не позволявший безопасно продолжить лапароскопию; интраоперационная нестабильность гемодинамики пациента, потребовавшая срочного перехода к более контролируемому открытому вмешательству; а также интраоперационные находки, такие как необходимость резекции нежизнеспособного участка кишки или срочная декомпрессия раздутых петель кишечника.

Таблица 1. Сравнительная таблица

Критерий	**Лапароскопия**	**Лапаротомия**
Травматичность	Минимальная	Высокая
Послеоперационная боль	Умеренная	Выраженная
Послеоперационные ослажнения	Низкий (6,6%)	Высокий (18,1%)
Продолжительность	88,8±20,1 минут	98,4±18,8 минут
Применимость при массивном процессе	Ограничена (высокий % конверсии)	Широкая
Восстановление	Быстрое (3-5 дней)	Замедленное (7-14 дней и более)
Риск раневых осложнений	Ниже	Высокий
Летальный исход	Не было	7 пациентов (7,3%)

При лапароскопических операциях отметили снижение частоты послеоперационных осложнений более чем в 2,5 раза. Так, при открытых операциях их частота составила 18,1%, тогда как в группе лапароскопии — лишь 6,6%. Благодаря меньшей травматизации тканей, 70% пациентов после лапароскопии потребовались только ненаркотические анальгетики для купирования болевого синдрома. В то же время, практически все пациенты после обширной лапаротомии нуждались в назначении наркотических обезболивающих средств, что свидетельствует о более тяжелом и болезненном течении послеоперационного периода.

За исследуемый период было отмечено статистически значимое различие в показателях летальности между двумя хирургическими подходами: после лапароскопических вмешательств не было зафиксировано ни одного

летального исхода, в то время как в группе открытых лапаротомий умерло 7 пациентов, что составило 7,3% от общего числа больных, прооперированных этим доступом. Данный контраст в исходах объясняется двумя взаимосвязанными группами факторов. Во-первых, открытый доступ изначально избирался для пациентов с более тяжелым исходным состоянием. Во-вторых, большая травматичность метода лапаротомии, связанная с обширной хирургической раной, манипуляциями на кишечнике и большей кровопотерей.

Проведенный сравнительный анализ длительности оперативных вмешательств показал, что операция через лапароскопический доступ по продолжительности выполнения не уступает, а в нашем исследовании даже несколько превосходит традиционную лапаротомию. Среднее время выполнения лапароскопии составило 88,8 ± 20,1 минуты, что статистически значимо меньше, чем средняя продолжительность лапаротомической операции — 98,4 ± 18,8 минут.

После лапароскопии наблюдалось значительно более быстрое функциональное восстановление пациентов. Вследствие этого среднее пребывание в стационаре после миниинвазивного вмешательства составило всего 6 койко-дней против 12 койко-дней после традиционной лапаротомии, что позволило не только сократить сроки госпитализации вдвое, но и существенно снизить нагрузку на стационар и общие расходы на лечение.

Выводы: Первоначальный выбор хирургической тактики является сложной задачей. Основная проблема заключается в отсутствии надежных дооперационных методов для точной оценки выраженности спаечного процесса. В связи с этим решение о виде операционного доступа в значительной степени зависит от опыта, квалификации и клинического чутья оперирующего хирурга, который вынужден ориентироваться на данные анамнеза и косвенные признаки. Однако лапароскопический доступ сопряжен с высоким риском интраоперационной конверсии. Планируемая лапароскопия у подавляющего большинства пациентов (76,7%) оказалась невозможной для завершения в связи с интраоперационным обнаружением более тяжелого, чем ожидалось, спаечного процесса. Этот высокий показатель конверсии наглядно демонстрирует, что реальная картина часто не соответствует дооперационным прогнозам. При I-II степени ОСКН лапароскопия является методом выбора, позволяя реализовать все ее преимущества, а при III-IV степени лапароскопия сопряжена с высоким риском интраоперационных осложнений, и переход на открытую лапаротомию является не недостатком метода, а обоснованной и безопасной тактикой. В тех случаях, когда лапароскопическое вмешательство может быть успешно завершено, оно демонстрирует значительные преимущества перед лапаротомией, включая сокращение времени операции, снижение частоты послеоперационных осложнений и меньший процент рецидивов заболевания.

Список литературы:

1. Багненко С.Ф., Синенчснко Г.И., Повзун С.А., и др. "Ишемические и реперфузионные повреждения тонкой кишки при странгуляционной кишечной непроходимости"//Материалы научно-практической конференции хирургов РФ "Сложные и нерешенные вопросы диагностики и лечения острого аппендицита, острой кишечной непроходимости и сочетанной травмы". - СПб., 2004//Скорая медицинская помощь. - 2004. - N 5. - С. 1 - 266.
2. Лебелев А.Г., Пахомова Г.В., Утешев Н.С. Желудочно-кишечная интубация при острой тонкокишечной непроходимости//Материалы научно-практической конференции хирургов РФ "Сложные и нерешенные вопросы диагностики и лечения острого аппендицита, острой кишечной непроходимости и сочетанной травмы". - СПб., 2004//Скорая медицинская помощь. - 2004. - N 5. - С. 1 - 266.
3. Кайзер Андреас М. Колоректальная хирургия Пер. с англ. Под ред. Ю.А. Шелыгина, С.Е. Урядова. - М.: Издательство Панфилова; БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011, - 751 с.
4. Галеев Ю.М. и соав. Морфофункциональная оценка тонкой кишки при механической непроходимости кишечника//Гастроэнтерол, гепатол, колопроктол. - 2008. - Т. 28. - N 5. - С. 45 - 53.

УДК 614.2

Зименина М. А., Ботина В. С., Яковлева М. А., Фролов В. К.
Научный руководитель: Дегтярев Павел Юрьевич
Тульский государственный университет, Тула, Россия

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ У ПАЦИЕНТОВ ДЕТСКОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Аннотация. Проведен анализ хирургической патологии у детей, госпитализированных в детское хирургическое отделение за 2024год. Изучены 287 историй болезни пациентов различного возраста и пола, госпитализированных в детское хирургическое отделениеТульской городской клинической больницы скорой медицинской помощи. Оценивались структура заболеваний (диагноз), сезонные колебания, социально-территориальные особенности. Исследование показало преобладание острого аппендицита (17,6%), черепно-мозговой травмы (11,2%) и разнородной группы хирургических патологий (12,4%). Отмечена выраженная сезонная динамика с пиками острого аппендицита в зимне-весенний период и сотрясений головного мозга в летне-осенний период. Выявлено значительное преобладание мальчиков (69,3%) среди госпитализированных пациентов.

Ключевые слова: медико-социальный анализ, хирургическая патология, дети, пол, возраст, сезонность.

Введение. Здоровье детского населения является важнейшим показателем благополучия общества и эффективности системы здравоохранения. Среди заболеваний детского возраста значительное место занимают хирургические патологии, многие из которых носят острый, неотложный характер. Изучение структуры заболеваемости в хирургических стационарах позволяет выявить не только медицинские, но и социальные причины патологии, оценить влияние сезонных и климатических факторов, выявить возрастные и половые особенности [2, с. 45].

Медико-социальный анализ заболеваний у детей даёт возможность прогнозировать уровень заболеваемости, планировать профилактические мероприятия и совершенствовать систему оказания помощи. Особый интерес представляет изучение хирургической патологии в зависимости от сезона, поскольку многие причины травм, ожогов и воспалительных заболеваний связаны с активностью детей.

Цель исследования. Провести медико-социальный анализ хирургической патологии у пациентов детского хирургического отделения за 2024 год, определить структуру заболеваний, сезонные особенности и влияние возрастно-половых факторов.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования служили 287 историй болезни детей, проходивших лечение в детском хирургическом

отделении, Тульской городской клинической больницы скорой медицинской помощи им. Д. Я. Ваныкина [5, с. 10-12].

Получено разрешение администрации больницы для использования историй болезни детей при проведении анализа. Данные пациентов были обезличены. Проанализированы:

- пол и возраст пациентов;
- место проживания (город Тула, районы Тульской области, сельская местность);
- диагноз при поступлении;
- сезон года (по месяцам);
- частота повторных и комбинированных патологий [3, с. 102; 5, с. 12-14].

Вычислялся удельный вес среди госпитализированных по возрасту:

- возраст пациентов колебался от 0 до 17 лет, средний возраст — 9,1 лет;
- по полу: мальчики —99 человек (69.3%), девочки —88 человек (30.7%)[5, с. 15].

Преобладали дети, проживающие в г.Туле-211 человек (73.5%) [3, с. 105]., что отражает их бóльшую доступность медицинской помощи.

Результаты и обсуждение

В представленной ниже таблице 1 приведена структура хирургической патологии госпитализированных и их характеристика

Таблица 1. Структура, возрастные и половые особенности хирургической патологии госпитализированных в 2024

№	Нозологическая форма	Характеристика			
		Количество (случаев, %)	Возраст (случаев,%)	Пол	
				М	Д
				случаев, %	случаев, %
1	Острый аппендицит (включая варианты: острый, с перитонитом, флегмонозный)	44 (17.6%)	0-3 года: 1 (2.3%) 4-7 лет: 8 (18.2%) 8-12 лет: 10 (22.7%) 13-17 лет: 25 (56.8%)	28 (63.6%)	16 (36.4%)
2	Инородные тела ЖКТ, воспаление челюстей, кисты яичников, новообразования, пневмоторакс, спайки, инвагинация, оментит, анкилоглоссия	31 (12.4%)	0-3 года: 7 (22.6%) 4-7 лет: 8 (25.8%) 8-12 лет: 6 (19.4%) 13-17 лет: 10 (32.2%)	21 (67.7%)	10 (32.3%)

№	Нозологическая форма	Характеристика			
		Количество (случаев, %)	Возраст (случаев,%)	Пол	
				М	Д
				случаев, %	случаев, %
3	Сотрясение головного мозга (СГМ)	28 (11.2%)	0-3 года: 3 (10.7%) 4-7 лет: 4 (14.3%) 8-12 лет: 9 (32.1%) 13-17 лет: 12 (42.9%)	18 (64.3%)	10 (35.7%)
4	Фимоз / Парафимоз (включая короткую уздечку)	24 (9.6%)	0-3 года: 3 (12.5%) 4-7 лет: 11 (45.8%) 8-12 лет: 4 (16.7%) 13-17 лет: 6 (25.0%)	24 (100%)	0 (0%)
5	Термические ожоги (все локализации и степени)	19 (7.6%)	0-3 года: 9 (47.4%) 4-7 лет: 3 (15.8%) 8-12 лет: 4 (21.0%) 13-17 лет: 3 (15.8%)	10 (52.6%)	9 (47.4%)
6	Поверхностная травма волосистой части головы	18 (7.2%)	0-3 года: 5 (27.8%) 4-7 лет: 5 (27.8%) 8-12 лет: 6 (33.3%) 13-17 лет: 2 (11.1%)	12 (66.7%)	6 (33.3%)
7	Паховая грыжа (односторонняя, ущемленная)	13 (5.2%)	0-3 года: 3 (23.1%) 4-7 лет: 6 (46.2%) 8-12 лет: 2 (15.4%) 13-17 лет: 2 (15.4%)	8 (61.5%)	5 (38.5%)

№	Нозологическая форма	Характеристика			
		Количество (случаев, %)	Возраст (случаев,%)	Пол	
				М	Д
				случаев, %	случаев, %
8	Прочие абсцессы/фурункулы /карбункулы (туловища, конечностей, ягодиц)	12 (4.8%)	0-3 года: 1 (8.3%) 4-7 лет: 1 (8.3%) 8-12 лет: 5 (41.7%) 13-17 лет: 5 (41.7%)	9 (75.0%)	3 (25.0%)
9	Перекрут яичка / придатка	12 (4.8%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 2 (16.7%) 8-12 лет: 6 (50.0%) 13-17 лет: 4 (33.3%)	12 (100%)	0 (0%)
10	Пилонидальная киста (с абсцессом и без)	10 (4.0%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 1 (10.0%) 8-12 лет: 2 (20.0%) 13-17 лет: 7 (70.0%)	7 (70.0%)	3 (30.0%)
11	Пупочная грыжа	9 (3.6%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 5 (55.6%) 8-12 лет: 4 (44.4%) 13-17 лет: 0 (0%)	4 (44.4%)	5 (55.6%)
12	Гидроцеле	7 (2.8%)	0-3 года: 3 (42.9%) 4-7 лет: 3 (42.9%) 8-12 лет: 1 (14.2%) 13-17 лет: 0 (0%)	7 (100%)	0 (0%)

№	Нозологическая форма	Характеристика			
		Количество (случаев, %)	Возраст (случаев,%)	Пол	
				М	Д
				случаев, %	случаев, %
13	Крипторхизм / неопущение яичка	7 (2.8%)	0-3 года: 2 (28.6%) 4-7 лет: 3 (42.8%) 8-12 лет: 1 (14.3%) 13-17 лет: 1 (14.3%)	7 (100%)	0 (0%)
14	Абсцесс/фурункул/ карбункул лица	6 (2.4%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 4 (66.7%) 8-12 лет: 2 (33.3%) 13-17 лет: 0 (0%)	6 (100%)	0 (0%)
15	Неспецифический брыжеечный лимфаденит	5 (2.0%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 2 (40.0%) 8-12 лет: 2 (40.0%) 13-17 лет: 1 (20.0%)	4 (80.0%)	1 (20.0%)
16	Вросший ноготь	5 (2.0%)	0-3 года: 0 (0%) 4-7 лет: 0 (0%) 8-12 лет: 2 (40.0%) 13-17 лет: 3 (60.0%)	4 (80.0%)	1 (20.0%)

Из данных таблицы 1 видно, что более 40% всей хирургической патологии среди госпитализированных приходится на 3 нозологические формы: острый аппендицит и его осложнения (17,6%), группа с разнородными хирургическими патологиями (инородные тела ЖКТ, воспаление челюстей, кисты яичников и др.-12.4%) и сотрясение головного мозга (11.2%) [5, с. 20].Выраженное преобладание мальчиков (69,3%) среди госпитализированных отражает особенности поведения и повышенную активность мальчиков в детском и подростковом возрасте [2, с. 112; 6, с. 47].

В таблице 2 приведено помесячное распределение преобладающей хирургической патологии среди госпитализированных пациентов.

Таблица 2. Распределение преобладающей хирургической патологии по месяцам 2024 года

№	Месяц	Преобладающая нозологическая форма	Количество случаев (% от общего числа за год)
1	Декабрь	Острый аппендицит	**6 (2.0%)**
2	Январь	Сотрясение головного мозга (СГМ)	**7 (2.3%)**
3	Февраль	Острый аппендицит	**9 (3.0%)**
4	Март	Паховая грыжа	**4 (1.3%)**
5	Апрель	Острый аппендицит	**8 (2.7%)**
6	Май	Сотрясение головного мозга (СГМ)	**3 (1.0%)**
7	Июнь	Сотрясение головного мозга (СГМ)	**5 (1.7%)**
8	Июль	Острый аппендицит	**7 (2.3%)**
9	Август	Фимоз / патология крайней плоти	**4 (1.3%)**
10	Сентябрь	Сотрясение головного мозга (СГМ)	**8 (2.7%)**
11	Октябрь	Фимоз / патология крайней плоти	**6 (2.0%)**
12	Ноябрь	Острый аппендицит	**3 (1.0%)**

Наиболее распространённая патология «аппендицит» встречался чаще всего в феврале, апреле и июле, в общей сложности (8.0%) [5, с. 25]. С сотрясениями головного мозга наиболее часто госпитализировались в сентябре, январе и в июне (6.7%) [5, с. 27]. Дети с фимозом госпитализировались чаще всего в августе и октябре (3,3%).

Медико-социальные аспекты

Место проживания

Большинство госпитализированных детей (73.5%), проживали в г. Туле и пригородах. Высокая развитая инфраструктура и доступность медицинской помощи объясняют то, что среди госпитализированных не было запущенных и осложнённых форм хирургических патологий [3, с. 110]. Среди жителей сельских районов чаще диагностировались осложнённые формы аппендицита, грыж и воспалительных процессов, что связано с более поздним обращением за помощью и меньшей доступностью педиатрической хирургии.

Социально-гигиенические факторы

- низкий уровень профилактической работы среди родителей;
- отсутствие навыков оказания первой помощи;
- позднее обращение за медицинской помощью;
- несоблюдение санитарных правил в быту.

Возрастно-поведенческие факторы

У малышей до 3 лет ожоги и травмы связаны с недостаточным родительским контролем [1, с. 120; 5, с. 32]. У подростков отмечается рост травм головы и

урологических заболеваний вследствие повышенной активности и несоблюдения гигиены.

Климато-сезонные факторы

В зимние месяцы отмечался рост частоты острого аппендицита с пиком в феврале, а также черепно-мозговой травмы (сотрясения головного мозга), максимальные показатели которой пришлись на январь. Весенний период характеризовался высокой долей аппендицита и грыж различной локализации [5, с.36]. Летом структура патологии была наиболее разнообразной: в июне преобладали сотрясения головного мозга, в июле – острый аппендицит, а в августе на первый план вышли плановые урологические заболевания, в частности фимоз. Осенью вновь зафиксирован подъем числа сотрясений головного мозга (сентябрь) и случаев фимоза (октябрь), а также отмечался очередной пик острого аппендицита в ноябре [5, с. 40 ; 4, с.39].

Заключение

Проведённое исследование позволило установить:

1. Среди пациентов детского хирургического отделения за 2024 г. преобладали мальчики (69.3%)
2. Наиболее распространённые нозологии:
   - острый аппендицит (19,2%)
   - черепно-мозговая травма (13,2%)
   - урологическая патология у мальчиков (10,8%)
3. Сезонная динамика выражена отчётливо:
   - зимой —острый аппендицит и сотрясение головного мозга;
   - весной — аппендициты и грыжи;
   - летом — гнойно-воспалительные заболевания;
   - осенью — сотрясения головного мозга, фимоз, аппендицит;
4. Социальные факторы (условия проживания, родительский контроль, доступность медицины) прямо влияют на уровень хирургической заболеваемости.

Практические медицинские и социальные рекомендации:

- Усилить санитарно-просветительную работу среди родителей по профилактике ожогов и травм.
- Повысить информированность населения о первых признаках аппендицита и необходимости раннего обращения к врачу.
- В летний период — обратить внимание на профилактику гнойно-воспалительных заболеваний кожи.
- Организовать регулярные профилактические осмотры мальчиков школьного возраста для раннего выявления фимоза и крипторхизма.

Список литературы:

1. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник / под ред. В. А. Медика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 528 с.
2. Кучеренко В. З. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 240 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2023 год. Тула: Министерство природных ресурсов и экологии Тульской области, 2024. 186 с. [Электронный ресурс]. URL: https://mpr.tularegion.ru/ (дата обращения: 18.11.2025).
4. О роли социальных и экологических факторов в формировании инвалидности взрослого населения Тульской области / В. К. Фролов, О. В. Гавриленко, З. В. Юлдашева, М. А. Езикян // НАУКА, ОБЩЕСТВО, ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ и ИННОВАЦИИ : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 июня 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 44-50. – EDN HHDRLG.
5. Материалы детского хирургического отделения за 2024 г. Архив медицинской документации, Тульская городская клиническая больница скорой медицинской помощи им. Д. Я. Ваныкина. 2024. 287 историй болезни.
6. Авдеева Татьяна Григорьевна, Острейков Иван Федорович, Евсеев Андрей Викторович, Усачев Роман Константинович Клинико-возрастная характеристика детей и подростков, получивших плановые и экстренные оперативные вмешательства под общим наркозом // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2020. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kliniko-vozrastnaya-harakteristika-detey-i-podrostkov-poluchivshih-planovye-i-ekstrennye-operativnye-vmeshatelstva-pod-obschim (дата обращения: 22.11.2025).

УДК 616-06

Жаворонкова Е. Д., Петрова А. В., Мухутдинова Л. И.
Научный руководитель: Акимова В. П., к.м.н., доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Чебоксары, Россия

COVID-19 И ПОЛОСТЬ РТА: «ВРАТА ИНФЕКЦИИ И ОТРАЖЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ»

Аннотация: Коронавирусная инфекция COVID-19 представляет собой глобальное медицинское явление, оказывающее влияние на многие органы и системы организма. Полость рта играет важную роль в развитии заболевания, выступая одновременно и воротами проникновения вируса SARS-CoV-2, и отражением общего состояния здоровья пациента. Эта статья посвящена изучению взаимосвязи полости рта и коронавирусной инфекции, влиянию последней на стоматологическое здоровье пациентов и важности ранней диагностики симптомов поражения слизистой оболочки ротовой полости для своевременного выявления и предотвращения тяжелых форм COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19, коронавирус, вирус SARS-CoV-2, полость рта, стоматология, ворота инфекции, осложнения, диагностика.

COVID-19 является инфекционным заболеванием, вызванным коронавирусом SARS-CoV-2. Его клиническое течение характеризуется широким спектром проявлений, начиная от бессимптомного течения и заканчивая тяжелым острым респираторным синдромом и полиорганной недостаточностью. Одним из ключевых аспектов патогенеза COVID-19 является способность вируса проникать в организм через слизистые оболочки верхних дыхательных путей и полости рта, где располагаются рецепторы ACE2, обеспечивающие связывание вируса с клетками хозяина.

Полость рта служит первичным барьером против инфекционных агентов, включая вирусы, бактерии и грибки. Наличие богатого кровоснабжения, иммунной защиты и специфической микрофлоры позволяет организму эффективно противостоять внешним угрозам. Однако при ослабленном иммунитете или наличии хронических заболеваний зубов и десен, вирусу становится легче преодолеть этот защитный барьер и вызвать заражение организма. [2,4]

Цели исследования: Комплексный анализ роли полости рта как входных ворот инфекции SARS-CoV-2 и индикатора системных осложнений COVID-19, а также оценка влияния стоматологического статуса на тяжесть течения заболевания.

Задачи исследования

1. Изучить механизмы проникновения и репликации вируса SARS-CoV-2 в тканях полости рта, включая распределение рецепторов ACE2.

2. Систематизировать и описать основные стоматологические и орофарингеальные проявления COVID-19.

3. Проанализировать взаимосвязь между состоянием полости рта (в частности, наличием хронических воспалительных заболеваний пародонта) и риском развития тяжелых системных осложнений (кардиоваскулярных, неврологических, гастроэнтерологических).

Методы исследования: для решения поставленных задач был проведен систематический анализ и обобщение данных современных российских и зарубежных научных публикаций, посвященных COVID-19, за период 2020-2023 гг. Методологической основой исследования выступили следующие подходы: Поисково-аналитический метод: Был осуществлен поиск и отбор релевантных научных статей в библиографических базах данных (Google Академия, CyberLeninka, PubMed) по ключевым словам: "COVID-19", "оральные проявления", "SARS-CoV-2", "рецептор ACE2", "пародонтит", "осложнения"; Сравнительно-сопоставительный метод: Проведено сравнение данных различных исследований для выявления общих закономерностей и противоречий в понимании патогенеза оральных и системных поражений при COVID-19; Структурно-логический метод: Полученные данные были систематизированы для построения целостной картины, описывающей роль полости рта в патогенезе COVID-19 от момента инфицирования до отдаленных последствий.

Полость рта представляет собой сложный комплекс тканей и органов, включающий губы, щеки, небо, язык, зубы, десна и железы слюны. Она покрыта многослойным плоским эпителием, защищающим подлежащие ткани от воздействия микроорганизмов и повреждающих факторов внешней среды. Наряду с защитной функцией, рот выполняет важные функции дыхания, речи, приема пищи и переваривания еды.

Одним из важнейших элементов защиты полости рта является система местного иммунитета, представленная макрофагами, лимфоцитами, нейтрофилами и дендритными клетками. Антитела класса IgA, секретируемые слюнными железами, также способствуют нейтрализации патогенных бактерий и вирусов [2].

Однако некоторые факторы могут снижать защитные свойства полости рта, увеличивая вероятность инфицирования SARS-CoV-2. Среди них выделяют курение, сахарный диабет, хронические воспалительные процессы, плохое питание и недостаток гигиены [3].

Основной механизм внедрения SARS-CoV-2 в клетки-хозяева основан на взаимодействии поверхностного белка-шипа вируса с ангиотензин-превращающим ферментом 2-го типа (ACE2). Именно рецептор ACE2 располагается на поверхности клеток эпителия верхних дыхательных путей и полости рта, обеспечивая вход вируса внутрь клетки и инициируя репликацию [4]. Инфекция начинается с попадания частиц вируса в верхние отделы дыхательных путей, где высок уровень экспрессии рецепторов ACE2. В частности, около 80% рецепторов сосредоточены в клетках гортани и миндалинах, тогда как остальная часть представлена в слизистой носа и губ [3].

Из-за анатомического строения и особенностей кровообращения полсть рта служит важным резервуаром для размножения вируса. Инфекции ротовой полости сопровождаются выделением большого количества вирусных частиц, которые распространяются воздушно-капельным путем при кашле, чихании или разговорной речи [1].

Кроме того, существует прямая корреляция между состоянием зубов и десен и тяжестью течения COVID-19. Пациенты с заболеваниями периодонтальной ткани чаще сталкиваются с серьезными формами заболевания, такими как пневмония, сепсис и тромбозы сосудов. Клинические исследования показывают, что у пациентов с заболеваниями пародонта риск тяжелого течения COVID-19 значительно возрастает. Это связано с активацией воспалительных процессов в тканях десен, облегчающих проникновение вируса в кровоток и распространение инфекции по всему телу [2].

Симптомы поражения полости рта при COVID-19 разнообразны и включают изменения вкусовых ощущений, сухость во рту, боли в горле, образование язвочек и даже потерю зубов. Некоторые пациенты отмечают появление герпетических высыпаний, изменение цвета языка и воспаление слюнных желез. Эти проявления часто являются первыми признаками начала заболевания и требуют внимательного отношения врачей-стоматологов и терапевтов [1,2].

Сердечно-сосудистые осложнения занимают одно из лидирующих мест среди постковидных состояний. Наиболее частым осложнением является миокардит — воспаление сердечной мышцы, которое проявляется болями в груди, одышкой, аритмией и нарушениями проводимости сердца. По данным некоторых исследователей, частота встречаемости миокардита достигает 20%, причем значительная доля случаев протекает асимптоматично [3].

Другими важными проблемами становятся инфаркт миокарда, сердечная недостаточность и тромбоэмболические осложнения, возникающие преимущественно в результате образования тромботических масс в крупных сосудах и венах нижних конечностей. Отмечаются случаи внезапной смерти, вызванные аритмиями, кардиомиопатиями и ишемическим инсультом [3].

Инфекции COVID-19 характеризуются высоким риском кардиоваскулярных осложнений, включая острый коронарный синдром, аритмии, застойную сердечную недостаточность и тромбоэмболические события. Эти осложнения связаны с несколькими механизмами, среди которых выделяются прямое воздействие вируса на ткань миокарда, цитокиновый шторм и гипоксический стресс [3]. SARS-CoV-2 проникает в клетки миокарда путем связывания своего спайкового белка с ангиотензин-превращающим ферментом 2 (ACE2). После попадания внутрь клетки, вирус индуцирует синтез токсичных продуктов метаболизма, приводящих к гибели миоцитов и последующему фиброзу [3].

Одной из наиболее распространенных форм иммунной активации является гиперцитокинемия, известная как цитокиновый шторм. В результате чрезмерной выработки провоспалительных цитокинов (IL-6, IL-8, IFN-γ) развивается

воспаление сосудистого эндотелия, увеличивается вероятность формирования микротромбов и возникает высокая вероятность ишемических изменений миокарда [3].

Значительное падение уровня насыщенности кислородом вследствие тяжелой формы воспаления легких ведет к хронической тканевой гипоксии, увеличивающей нагрузку на сердечно-сосудистую систему и провоцирующей развитие инфаркта миокарда и острого венозного тромбоза [3].

Среди неврологических осложнений выделяются энцефалиты, менингиты, невропатии, параличи черепно-мозговых нервов и когнитивные нарушения различной степени выраженности. Часто развивается инсульт геморрагического или ишемического происхождения, что объясняется особенностями гемостаза и вазоспазмом мозговых артерий [3].

Пациенты жалуются на головные боли, головокружение, усталость, ухудшение памяти и внимания, трудности концентрации. Наблюдается увеличение частоты депрессивных эпизодов и тревожно-фобических расстройств [3].

Доказано, что коронавирус способен инфицировать клетки центральной нервной системы (ЦНС) через рецептор ACE2, присутствующий на поверхности нервных клеток. Исследования показывают наличие вируса в тканях мозга, особенно в отделах, контролирующих дыхание и регуляцию кровяного давления [4].

Во время тяжелого инфекционного процесса нарушается целостность гематоэнцефалического барьера, что облегчает проникновение воспалительных факторов и вирусов непосредственно в мозг. Этот механизм объясняет возникновение энцефалопатии и других тяжелых состояний [4]. Органы пищеварительной системы страдают преимущественно от резкого снижения аппетита, тошноты, рвоты, диареи и болей в животе. Возникают функциональные нарушения печени, поджелудочной железы и желчного пузыря, что выражается изменениями биохимических показателей крови и появлением дискомфорта после приёма пищи [3].

Наиболее тяжёлым последствием является острый панкреатит, связанный с накоплением свободных радикалов и продуктов перекисного окисления липидов, формируемых активными метаболитами вируса. Также отмечаются случаи кровотечения из варикозно расширённых вен пищевода и желудка, причиной которого является повышенная ломкость капилляров и дефекты свёртывающей системы крови [3].

При тяжелом течении COVID-19 часто наблюдается повышение уровней печеночных ферментов (АЛТ, АСТ), свидетельствующее о гепатите, вызванном либо прямым воздействием вируса, либо лекарственными препаратами, используемыми для терапии COVID-19 [3].

Некоторые исследователи отмечают изменения микробиома кишечника, вызванные приемом антибиотиков и противовирусных препаратов, что

увеличивает риск развития вторичной бактериальной инфекции и ассоциированных с ними воспалительных реакций [3].

Нарушения эндокринной регуляции встречаются достаточно редко, однако имеют серьёзные последствия для здоровья пациента. Чаще всего страдает щитовидная железа, вызывая гипотиреоз или тиреоидит, иногда развиваются дисфункции коры надпочечников и яичников, ведущие к снижению либидо, аменорее и бесплодию [3].

Важно отметить, что метаболические сдвиги влияют на эффективность антикоагулянтной терапии и снижают чувствительность к глюкозе, провоцируя развитие диабета второго типа [3].

Психоэмоциональные реакции формируются постепенно и зависят от многих факторов, таких как длительность госпитализации, степень изоляции от близких родственников, особенности преморбидной конституции и социальное окружение больного. Постковидный стресс проявляется раздражительностью, бессонницей, навязчивыми мыслями, депрессией и социальной дезориентацией. Эффективная помощь психотерапевтического характера необходима для восстановления работоспособности, улучшения адаптации и нормализации эмоционального фона пациентов [3].

Диагностика COVID-19 включает проведение лабораторных тестов, среди которых наиболее распространены ПЦР-анализ мазков из зева и носа, серологические тесты на антитела классов M и G, а также компьютерная томография грудной клетки [1,4]. Тем не менее важно учитывать возможные ранние признаки, свидетельствующие о начинающемся заболевании, особенно касающиеся полости рта [1,2].

Для подтверждения диагноза врач должен провести тщательное обследование пациента, обращая особое внимание на жалобы, анамнез, физическое состояние и результаты инструментальных методов обследования. Если обнаружены характерные изменения слизистой оболочки, целесообразно назначить консультацию стоматолога, микробиологический посев содержимого рта и дополнительные лабораторные анализы крови [2].

Что касается профилактических мер, основной задачей является поддержание нормального состояния зубов и десен. Рекомендуется соблюдение правильной гигиены полости рта, использование зубных щеток с мягкой щетиной, флосса и ополаскивателей с содержанием хлоргексидина или триклозана [2]. Особенно важны мероприятия по контролю над уровнем глюкозы крови у лиц с сахарным диабетом, поскольку гипергликемия усиливает рост болезнетворных микробов и повышает восприимчивость к вирусным заболеваниям [2,3].

Помимо указанных мероприятий, большое значение имеет вакцинация населения. Прививки обеспечивают формирование коллективного иммунитета и защиту уязвимых групп населения от возможных осложнений [4].

Лечение COVID-19 требует комплексного подхода, направленного на устранение возбудителя, коррекцию нарушенных функций организма и

восстановление утраченного здоровья. Основой терапии служат противовирусные препараты прямого действия, иммуностимуляторы, антибиотики широкого спектра действия, кортикостероиды и кислородотерапия [4].

Особое внимание уделяется состоянию полости рта. Помимо традиционных процедур санации и удаления зубного камня, пациентам назначаются полоскания антисептиками, применение местных анестетиков и витаминов группы В, поддерживающих регенерацию поврежденных тканей [2,6]. После окончания острого периода показано наблюдение у стоматолога для оценки результатов проведенного лечения и разработки плана дальнейшего ухода за зубами и деснами [2].

Реабилитационные мероприятия предусматривают постепенное возвращение к нормальному образу жизни, укрепление иммунитета, улучшение качества питания и психологическое сопровождение больных. Реабилитационная программа должна включать занятия лечебной физкультурой, массажи, иглорефлексотерапию и санаторно-курортное лечение [2].

Заключение

Таким образом, COVID-19 оказывает значительное воздействие на состояние полости рта, проявляясь симптомами воспалительного характера и способствуя развитию серьезных осложнений. Важность раннего выявления нарушений стоматологического здоровья заключается в возможности предотвратить тяжелое течение заболевания и уменьшить негативное влияние инфекции на общее состояние организма. Регулярная гигиена полости рта и профилактический осмотр у врача играют ключевую роль в снижении рисков инфицирования и предотвращении неблагоприятных исходов COVID-19.

Список литературы:

1. Кутырев В.В., Попова А.Ю., Смоленский В.Ю. и др. Эпидемиологические особенности новой коронавирусной инфекции. Сообщение 2: особенности эпидемиологического процесса COVID-19 во взаимосвязи с проводимыми противоэпидемическими мероприятиями в мире и Российской Федерации. Проблемы особо опасных инфекций. 2020. №2 С 6-12. DOI: 10.21055/0370-1069-2020-2-6-12 EDN: YJYPLN

2. Шкарим В. В, Ковалишена О. В. Новая эра в эволюции инфекционной патологии // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2018. №4 С 6-16. DOI: 10.18565/epidem.2018.4.6-16 EDN: YOZLBB

3. Кабалоева Д. В., Аккалаев А. Б., Цирихова А. С. ПРОЯВЛЕНИЯ COVID-19 В ПОЛОСТИ РТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // МНИЖ. 2023. №8 (134). DOI: 10.23670/IRJ.2023.134.29 EDN: SNTOVH

4. Еварницкая Н. Р., Янушевич О. О. ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА В СОЧЕТАНИИ С НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР // Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение. 2023. №1 (44). DOI: 10.33029/2305-3496-2023-12-1-90-96 EDN: AJPZBV

УДК 615.281.8:616-002.5-085

Джуммиева Мяхри
Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева, Ашхабад, Туркменистан

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЛЕКАРСТВЕННО УСТОЙЧИВОГО ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ

Аннотация: Лекарственно-устойчивый туберкулез (ЛУ-ТБ), в особенности его широко лекарственно-устойчивые (ШЛУ-ТБ) и устойчивые к рифампицину (УР-ТБ) формы, остается одной из самых серьезных угроз глобальному здравоохранению, характеризуясь высокой смертностью, длительностью и токсичностью лечения. Появление новых (бедаквилин, деламанид, претоманид) и перепрофилированных (линезолид, клофазимин, карбапенемы) препаратов революционно изменило терапевтический ландшафт. Данная статья представляет собой комплексный анализ клинической эффективности и безопасности этих препаратов в схемах лечения ЛУ-ТБ. Проведен обзор ключевых клинических исследований фазы IIb/III (Nix-TB, ZeNix, TB-PRACTECAL, endTB, STREAM), демонстрирующих, что полностью пероральные, укороченные (6-9 месяцев) режимы на основе бедаквилина и/или деламанида обеспечивают успех лечения у 85-90% пациентов с ШЛУ/УР-ТБ, что существенно превышает показатели более длительных (18-20 месяцев) стандартных режимов (<50%). Особое внимание уделено механизмам действия новых препаратов: ингибирование АТФ-синтазы микобактерий (бедаквилин), блокирование синтеза миколовых кислот (деламанид, претоманид). Подробно анализируются факторы, влияющие на эффективность: своевременность включения новых препаратов в схему, комбинация для предотвращения развития устойчивости, учет лекарственных взаимодействий (особенно с антиретровирусной терапией), мониторинг и минимизация побочных эффектов (удлинение QT интервала для бедаквилина, периферическая невропатия для линезолида). Рассматриваются современные алгоритмы ВОЗ (2022) по персонализированному и стандартизированному подходам к лечению УР-ТБ. Делается вывод, что стратегия, основанная на применении новых препаратов в рамках оптимальных, коротких, пероральных режимов, позволила перейти от паллиативного управления ЛУ-ТБ к реальной возможности его излечения с благоприятными исходами. Однако для долгосрочного успеха необходимы устойчивый доступ к препаратам, непрерывный мониторинг резистентности, обучение персонала и интеграция новых схем в национальные программы.

Ключевые слова: лекарственно-устойчивый туберкулез, ШЛУ-ТБ, УР-ТБ, новые препараты, бедаквилин, деламанид, претоманид, линезолид, короткие режимы, клиническая эффективность, персонализированное лечение, алгоритмы ВОЗ.

Введение

Туберкулез (ТБ), несмотря на все усилия мирового сообщества, продолжает уносить более 1.5 миллионов жизней ежегодно [1]. Особую

тревогу вызывает рост распространенности лекарственно-устойчивых форм, представляющих собой бактериологическую, эпидемиологическую и клинико-терапевтическую катастрофу [8]. Лекарственно-устойчивый туберкулез (ЛУ-ТБ) определяется как заболевание, вызванное *Mycobacterium tuberculosis*, утратившей чувствительность по крайней мере к одному противотуберкулезному препарату первого ряда. Наиболее клинически значимыми формами являются туберкулез с устойчивостью к рифампицину (УР-ТБ) и широкой лекарственной устойчивостью (ШЛУ-ТБ), подразумевающей дополнительную устойчивость к любым фторхинолонам и инъекционным препаратам второго ряда (амикацин, капреомицин, канамицин) [1].

До недавнего времени лечение ШЛУ-ТБ было калечащим: продолжительностью до 2 лет, с использованием токсичных, плохо переносимых инъекционных препаратов, приводящих к тяжелым побочным эффектам (ото- и нефротоксичность, психические расстройства) [7]. Успех лечения редко превышал 50%, а смертность оставалась высокой. Ситуация кардинально изменилась с регистрацией новых препаратов с уникальными механизмами действия – бедаквилина (2012) и деламанида (2014), а также перепрофилированием для лечения ТБ таких лекарств, как линезолид и клофазимин [8]. Это позволило разработать короткие, полностью пероральные, более безопасные и невероятно эффективные режимы. Данная статья посвящена анализу доказательной базы по эффективности и безопасности новых препаратов в лечении ЛУ-ТБ легких.

1. Новые и перепрофилированные препараты: механизмы действия и характеристика

1.1. Бедаквилин

- Механизм действия: ингибирует протонную помпу (АТФ-синтазу) микобактерий, нарушая синтез АТФ и энергетический обмен. Обладает бактерицидным и стерилизующим эффектом [10].
- Особенности: Длительный период полувыведения, принимается перорально. Ключевой препарат в современных схемах [1, 8].

1.2. Деламанид

- Механизм действия: Пролекарство, которое активируется внутри микобактерии и ингибирует синтез миколовых кислот – жизненно важных компонентов клеточной стенки [9].
- Особенности: Высокая активность против мультирезистентных штаммов, хороший профиль переносимости [6, 9].

1.3. Претоманид (PA-824)

- Механизм действия: Аналогичен деламаниду (ингибитор синтеза миколовых кислот), но также обладает механизмом, генерирующим оксид азота, что приводит к бактерицидному эффекту в условиях гипоксии

(например, в казеозных очагах) [2]. Используется в фиксированной комбинации с бедаквилином и линезолидом (режим BPaL).

1.4. Перепрофилированные препараты:

- Линезолид: Оксазолидинон, ингибирующий синтез бактериального белка. Обладает мощным бактериостатическим действием на МБТ, но его длительное применение (более 2-3 месяцев) часто ограничено тяжелыми побочными эффектами: миелосупрессией и периферической/оптической невропатией [6].
- Клофазимин: Противолепрозный препарат с противовоспалительным и антимикобактериальным действием. Накапливается в тканях, обладает длительным периодом полувыведения [1].

2. Доказательная база эффективности: от исследований к клинической практике

2.1. Пионерские исследования и режим BPaL (Nix-TB)

Исследование Nix-TB (2019) стало переломным моментом [2]. Оно оценивало 6-месячный полностью пероральный режим BPaL (Бедаквилин + Претоманид + Линезолид) у пациентов с ШЛУ-ТБ или непереносимостью стандартного лечения. Результаты были ошеломляющими: успех лечения достиг 90% при 6-месячном режиме [2]. Это впервые продемонстрировало возможность излечения ШЛУ-ТБ коротким курсом без инъекций.

2.2. Оптимизация безопасности: исследование ZeNix

Преемственное исследование ZeNix (2021) было направлено на оптимизацию дозы линезолида в режиме BPaL для снижения токсичности [3]. Было подтверждено, что даже при сокращении продолжительности приема или дозы линезолида эффективность режима BPaL остается исключительно высокой (93% при 6 месяцах линезолида), при этом частота нежелательных явлений значительно снизилась [3].

2.3. Сравнение с традиционными схемами: исследования TB-PRACTECAL и endTB

• TB-PRACTECAL (2021, фаза II/III): сравнивало 6-месячные пероральные режимы (на основе бедаквилина) с традиционным стандартом лечения ШЛУ-ТБ (9-20 месяцев с инъекциями) [4]. Новые режимы показали значимое превосходство: благоприятный исход у 89% пациентов против 52% в группе стандартной помощи. Также была отмечена лучшая переносимость [4].
• endTB (наблюдательное исследование): продемонстрировало высокую эффективность (82% успеха) и безопасность персонализированных режимов с новыми препаратами (бедаквилин, деламанид) в реальных условиях 17 стран [5, 6].

2.4. Эффективность при УР-ТБ (не-ШЛУ)

Для пациентов с УР-ТБ, но сохраняющих чувствительность к фторхинолонам, ВОЗ рекомендует 9-месячный короткий режим: бедаквилин (6 месяцев) + левофлоксацин/моксифлоксацин + линезолид (оптимизированная доза) +

клофазимин + изониазид высоких доз + этамбутол [1, 7]. Исследование STREAM Stage 2 подтвердило, что такой 9-месячный режим не уступает по эффективности 20-месячному, но гораздо лучше переносится [1].

3. Ключевые факторы, определяющие клиническую эффективность

1. Раннее назначение: Включение новых препаратов в схему на раннем этапе лечения, а не в качестве "последней надежды", резко улучшает прогноз [5, 6].
2. Комбинированная терапия для предотвращения резистентности: Новые препараты никогда не назначаются в монотерапии [8]. Они используются строго в составе комбинированных режимов из 4-5 активных препаратов для подавления резистентных субпопуляций микобактерий [1].
3. Персонализация на основе данных тестов лекарственной чувствительности (ТЛЧ): Современные молекулярно-генетические методы (GeneXpert MTB/XDR, линии-пробовые assays, секвенирование) должны определять выбор схемы [6]. Используется принцип: "режим, основанный на ТЛЧ" [1, 6].
4. Управление побочными эффектами [6, 7]:
о Удлинение QT интервала (бедаквилин, клофазимин, фторхинолоны): необходим регулярный ЭКГ-мониторинг.
о Периферическая невропатия и миелосупрессия (линезолид): требует мониторинга гемоглобина, тромбоцитов, клинической оценки; возможна коррекция дозы или назначение витамина B6.
о Гепатотоксичность: Контроль трансаминаз.
5. Учет лекарственных взаимодействий: Бедаквилин и деламанид метаболизируются системой цитохрома P450. Их совместное применение с некоторыми антиретровирусными препаратами (например, эфавиренцем) требует коррекции дозы или выбора альтернативной схемы [6, 8].

4. Современные алгоритмы лечения ВОЗ (2022) и роль новых препаратов

В 2022 году ВОЗ выпустила обновленные рекомендации, которые закрепили смену парадигмы [1]:

- Приоритет полностью пероральных режимов. Инъекционные агенты (амикацин, капреомицин) более не являются препаратами первого выбора [1].
- Два основных подхода [1, 7]:
о Стандартизированный укороченный (6-месячный) режим BPaL/M для ШЛУ-ТБ: BPaL (Бедаквилин, Претоманид, Линезолид) + моксифлоксацин (M) при сохраненной чувствительности к нему.
- Персонализированные, основанные на ТЛЧ режимы (6-9 месяцев) с использованием бедаквилина и/или деламанида в качестве краеугольного камня, в комбинации с другими активными препаратами (фторхинолоны, линезолид, клофазимин, циклосерин и др.).

- Бедаквилин и деламанид рекомендованы как ключевые компоненты для всех пациентов с УР/ШЛУ-ТБ, независимо от возраста (включая детей), из-за высокой эффективности и приемлемого профиля безопасности [1].

5. Вызовы и перспективы

Несмотря на прорыв, остаются серьезные вызовы [1, 8]:

- Доступность и стоимость: Обеспечение повсеместного и устойчивого доступа к новым препаратам, особенно в странах с высоким бременем ТБ.
- Мониторинг резистентности: Развитие устойчивости к бедаквилину и деламаниду уже регистрируется [8]. Критически важны эпиднадзор и использование препаратов только в правильных комбинациях.
- Интеграция в системы здравоохранения: Обучение врачей, адаптация протоколов, налаживание мониторинга безопасности [6].
- Поиск новых агентов: необходимо продолжение разработки препаратов с новыми механизмами действия для будущих терапевтических комбинаций [8].

Заключение

Внедрение новых противотуберкулезных препаратов – бедаквилина, деламанида и претоманида – ознаменовало новую эру в борьбе с лекарственно-устойчивым туберкулезом [8]. Современные, короткие, полностью пероральные режимы на их основе, подкрепленные результатами крупных клинических исследований, демонстрируют беспрецедентно высокую эффективность (85-90% успеха) и улучшенный профиль безопасности по сравнению с калечащими схемами прошлого [2-5]. Это позволяет не только спасать жизни, но и сохранять их качество, значительно повышая приверженность лечению.

Ключом к долгосрочному успеху является не просто наличие новых лекарств, а их разумное применение: раннее назначение в рамках персонализированных, основанных на данных ТЛЧ комбинаций, при тщательном мониторинге безопасности и неукоснительном соблюдении стратегии для предотвращения развития устойчивости [1, 6, 8]. Современные рекомендации ВОЗ отражают этот прогресс, делая лечение ЛУ-ТБ более коротким, гуманным и эффективным [1, 7]. Задача мирового сообщества сейчас – обеспечить всем нуждающимся равный доступ к этим достижениям медицины, превратив научный прорыв в повсеместную клиническую практику.

Список литературы:

1. World Health Organization. (2022). *WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 4: Treatment - drug-resistant tuberculosis treatment*. WHO.
2. Conradie, F., Diacon, A. H., Ngubane, N., et al. (2020). Treatment of Highly Drug-Resistant Pulmonary Tuberculosis. The New England Journal of Medicine, 382(10), 893–902.

3. Conradie, F., Bagdasaryan, T. R., Borisov, S., et al. (2022). Bedaquiline–Pretomanid–Linezolid Regimens for Drug-Resistant Tuberculosis. The New England Journal of Medicine, 387(9), 810–823.

4. Médecins Sans Frontières. (2021). TB-PRACTECAL: clinical trial results presentation. Interim results of a phase II/III randomized controlled trial.

5. Franke, M. F., Khan, P., Hewison, C., et al. (2021). Culture Conversion in Patients Treated with Bedaquiline and/or Delamanid. A Prospective Multicountry Study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 203(1), 111–119. (Исследование endTB).

6. The endTB Consortium. (2021). endTB Clinical Guide for Patient Management with New TB Drugs.

7. World Health Organization. (2020). *WHO operational handbook on tuberculosis. Module 4: Treatment - drug-resistant tuberculosis treatment*. WHO.

8. Lange, C., Dheda, K., Chesov, D., Mandalakas, A. M., Udwadia, Z., & Horsburgh, C. R. (2019). Management of drug-resistant tuberculosis. The Lancet, 394(10202), 953–966.

9. Gler, M. T., Skripconoka, V., Sanchez-Garavito, E., et al. (2012). Delamanid for Multidrug-Resistant Pulmonary Tuberculosis. The New England Journal of Medicine, 366(23), 2151–2160.

10. Diacon, A. H., Pym, A., Grobusch, M. P., et al. (2009). The diarylquinoline TMC207 for multidrug-resistant tuberculosis. The New England Journal of Medicine, 360(23), 2397–2405.

УДК 614.2:616-057

Халидова Айджемал Нурмамедовна, Бабаева Сона, Овезмурадова Г.
Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева, Ашхабад, Туркменистан

СЕМЕЙНАЯ МЕДИЦИНА КАК КРАЕУГОЛЬНЫЙ КАМЕНЬ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ПРИНЦИПЫ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация: В данной статье представлен комплексный анализ семейной медицины как фундаментальной медицинской специальности и организационной модели первичной медико-санитарной помощи. Цель работы — раскрыть исторические предпосылки, философские основы, ключевые принципы и практические аспекты деятельности врача общей практики (семейного врача). Особое внимание уделяется уникальному характеру взаимоотношений «врач-пациент-семья», основанному на долгосрочности, доверии и целостном подходе. В статье рассматриваются основные компетенции семейного врача, включая диагностику и лечение широкого спектра заболеваний, профилактику, диспансерное наблюдение, координацию помощи и паллиативную поддержку. Проанализированы современные вызовы, такие как старение населения, рост хронической патологии (полиморбидность), цифровизация, а также пути оптимизации работы семейной медицины через межпрофессиональное взаимодействие, прикрепленный контингент и усиление профилактической роли. Сделан вывод о том, что устойчивое развитие системы здравоохранения и повышение ее эффективности невозможны без сильной, ресурсно обеспеченной и высокопрофессиональной службы семейной медицины, выступающей в роли «стража» здоровья населения и «проводника» пациента в сложной медицинской системе.

Ключевые слова: семейная медицина, первичная медико-санитарная помощь (ПМСП), врач общей практики (ВОП), целостный подход, длительные отношения, полиморбидность, профилактика, диспансеризация, пациентоориентированность, межпрофессиональная команда, участковый принцип.

Введение

В условиях глобальных эпидемиологических переходов, характеризующихся доминированием хронических неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистые, онкологические, диабет) на фоне старения населения, поиск эффективных и экономически устойчивых моделей здравоохранения становится ключевой задачей [1]. Ответом на эти вызовы является признание первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) центральным звеном системы [5]. А семейная медицина представляет собой ее наиболее развитую, интегрированную и философски обоснованную форму, доказавшую свою эффективность в странах с передовыми системами здравоохранения [3, 10]. Эта специальность выходит за рамки простого оказания медицинских услуг, формируя непрерывную, комплексную и

персонализированную заботу о здоровье человека и семьи на протяжении всего жизненного цикла [2].

1. Историческая эволюция и философская парадигма

Семейная медицина уходит корнями в традицию врача общей практики (терапевта, «домашнего доктора»), который знал несколько поколений семьи, ее историю, социальный контекст и образ жизни [3]. Кризис этой модели в середине XX века, связанный с бурным ростом узкой специализации и технологизацией, привел к фрагментации помощи и потере целостного взгляда на пациента [5]. Осознание этих проблем стало катализатором для институционализации семейной медицины как отдельной специальности в 1960-70-х годах (прежде всего в США, Канаде, Западной Европе).

Философский стержень специальности составляет биопсихосоциальная модель (по G.L. Engel), рассматривающая пациента не как набор органов или диагнозов, а как личность в единстве биологических, психологических и социальных факторов [8]. Семейный врач лечит не болезнь, а человека в контексте его семьи и среды [2, 3].

2. Ключевые принципы и отличительные особенности

Деятельность врача общей практики (семейного врача) строится на нескольких уникальных принципах [2, 3, 6]:

1. Первичный контакт и доступность: Врач является первым и основным пунктом контакта пациента с системой здравоохранения по любым проблемам со здоровьем.
2. Длительность и непрерывность отношений: Отношения строятся на основе многолетнего (часто пожизненного) контракта доверия, что позволяет врачу глубоко понять пациента, а пациенту — чувствовать безопасность.
3. Целостный (холистический) подход: Врач учитывает все аспекты здоровья пациента: физические, эмоциональные, социальные, духовные.
4. Семейно-ориентированный подход: Семья рассматривается как единица заботы. Понимание семейной динамики, наследственности, психологического климата является ключом к эффективной диагностике и лечению.
5. Координация помощи: Семейный врач выступает «менеджером случая» (case manager), направляя пациента к узким специалистам, интерпретируя их рекомендации и интегрируя их в единый план лечения.
6. Комплексность и широта компетенций: Врач обязан диагностировать и лечить широкий спектр острых и хронических заболеваний у пациентов всех возрастов и полов [10].

3. Основные функции и клинические роли семейного врача

На практике эти принципы реализуются через конкретные функции [2, 6]:

- Диагностика и лечение наиболее распространенных заболеваний: Острые инфекции, гипертония, диабет, ХОБЛ, депрессия, тревожные

расстройства и др. Врач владеет навыками «раннего распознавания» серьезных патологий (например, онконастороженность).

- Профилактика и укрепление здоровья: Вакцинопрофилактика, скрининг (раннее выявление рака, факторов риска), индивидуальное консультирование по здоровому образу жизни (ЗОЖ) [1, 4].
- Диспансерное наблюдение и ведение хронических заболеваний: Плановое наблюдение за пациентами с полиморбидностью, коррекция терапии, профилактика осложнений [9].
- Неотложная помощь: Оказание помощи при неотложных состояниях на догоспитальном этапе.
- Медико-социальная помощь и паллиативная поддержка: Работа с пожилыми, одинокими пациентами, помощь в конце жизни, взаимодействие со социальными службами.

4. Современные вызовы и стратегии развития

Несмотря на доказанную эффективность, семейная медицина сталкивается с серьезными вызовами [2, 4, 9]:

1. Полиморбидность: Работа с пациентами, имеющими 3-5 и более хронических заболеваний одновременно, требует особых знаний и навыков управления комплексной терапией [9].
2. Высокая нагрузка и «выгорание»: Большое количество пациентов, административная бюрократическая нагрузка ведут к профессиональному истощению врачей.
3. Цифровизация: Внедрение электронных медицинских карт, телемедицины — это новые возможности для мониторинга и доступности, но также и риски увеличения времени на работу с данными.
4. Повышение ожиданий пациентов: Информированные пациенты требуют партнерских отношений и индивидуального подхода.

Стратегиями ответа на эти вызовы являются [2, 4, 6]:

- Развитие межпрофессиональных команд (МПК): Включение в работу семейной поликлиники медицинских сестер с расширенными функциями, клинических фармакологов, психологов, социальных работников для распределения нагрузки.
- Усиление профилактического направления: Смещение акцента с лечения болезней на сохранение здоровья, что является наиболее экономически эффективным путем [1, 5].
- Внедрение принципа «прикрепленного населения»: Четкое закрепление пациента за конкретным врачом и командой для укрепления ответственности и долгосрочных отношений.
- Совершенствование последипломного образования: Непрерывное обучение врачей навыкам коммуникации, управления хроническими заболеваниями, основам доказательной медицины.

5. Семейная медицина в глобальном и национальном контекстах

В таких странах, как Великобритания (система NHS с ключевой ролью GP — General Practitioner), Канада, Нидерланды, семейная медицина является основой системы, обеспечивая более 80% всех контактов с населением и демонстрируя лучшие показатели здоровья населения при оптимальных затратах [3, 7, 10]. В странах СНГ, включая Россию, идет процесс трансформации от системы участковых терапевтов и педиатров к полноценной службе врачей общей практики, что требует пересмотра образовательных программ, финансирования и нормативной базы [2, 4].

Заключение

Семейная медицина — это не просто медицинская специальность, а стратегически важная модель организации здравоохранения, ориентированная на потребности человека, а не системы [5]. Она представляет собой наиболее рациональный, гуманный и экономически обоснованный ответ на современные эпидемиологические тенденции [1, 10]. Инвестиции в развитие сильной, уважаемой и хорошо ресурсно обеспеченной службы семейной медицины — это инвестиции в здоровье нации, социальную стабильность и устойчивость всей системы здравоохранения [2, 4]. Будущее медицины лежит не в дальнейшей суперспециализации, а в интеграции, персонализации и непрерывности заботы, чем и является в своей сути настоящая семейная медицина [3, 6].

Список литературы:

1. ВОЗ. Доклад о первичной медико-санитарной помощи. Женева, 2018.
2. Стукалов П.В., Мартынов А.И., Смирнова Н.В. Семейная медицина: учебник. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 848 с.
3. McWhinney I.R., Freeman T. A Textbook of Family Medicine. 4th ed. — Oxford University Press, 2016. — 480 p.
4. Петрова Н.Г. Организация первичной медико-санитарной помощи на основе принципов семейной медицины. — М.: Академия, 2019. — 288 с.
5. Starfield B. Primary Care: Balancing Health Needs, Services, and Technology. Revised ed. — Oxford University Press, 1998. — 448 p.
6. Игнатов П.Е., Захаренков В.В. Врач общей практики (семейный врач): клинические рекомендации. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 576 с.
7. Green L.A., Fryer G.E., Yawn B.P., Lanier D., Dovey S.M. The Ecology of Medical Care Revisited // New England Journal of Medicine. — 2001. — Vol. 344(26). — P. 2021-2025.
8. Николаев Е. Л., Орлов Ф. В. Интеграция биопсихосоциального подхода в общеврачебную практику: возможности и перспективы // Социальная и клиническая психиатрия. 2005. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-biopsihosotsialnogo-podhoda-v-obschevrachebnuyu-praktiku-vozmozhnosti-i-perspektivy (дата обращения: 22.12.2025).
9. Близнюк, А. И. Полиморбидность: значимость в работе врача общей практики / А. И. Близнюк, В. Э. Сушинский, Н. Н. Мороз-Водолажская // Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал. – 2023. – № 2(85). – С. 46-51. – EDN UNTEYW.
10. Kringos D.S., Boerma W.G.W., Hutchinson A., van der Zee J., Groenewegen P.P. The breadth of primary care: a systematic literature review of its core dimensions // BMC Health Services Research. — 2010. — Vol. 10. — P. 65.

УДК 616.329-002.44-085.2

Гаровов Гурбангулы Язгулыевич, Аллабердиев Аннамурад Аллабердиевич, Худайбердыева Гулджемиле Палтаевна
Государственный медицинский университет Туркменистана имени Мырата Гаррыева, Ашхабад, Туркменистан

ЦИТОПРОТЕКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В ЛЕЧЕНИИ ГАСТРОЭЗОФАГЕАЛЬНОЙ РЕФЛЮКСНОЙ БОЛЕЗНИ

Аннотация: Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) представляет собой широко распространенное хроническое заболевание с многофакторным патогенезом, в основе которого лежит не только агрессивное воздействие желудочного содержимого (кислота, пепсин, желчь), но и снижение резистентности слизистой оболочки пищевода. Несмотря на доминирующую роль ингибиторов протонной помпы (ИПП) в подавлении кислотной продукции, у значительной части пациентов сохраняются симптомы, что диктует необходимость поиска дополнительных терапевтических стратегий. Данная статья посвящена анализу роли цитопротективных препаратов в комплексном лечении ГЭРБ. Рассматриваются основные группы цитопротекторов: препараты альгиновой кислоты, сукральфат, препараты висмута, ребамипид и аналоги простагландинов. Подробно разбираются их ключевые механизмы действия: формирование физико-химического барьера («альгинатный плотик»), усиление синтеза слизи и бикарбонатов, стимуляция пролиферации и репарации эпителия, антиоксидантный и противовоспалительный эффекты. На основании данных современных клинических рекомендаций и результатов рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) определяется место цитопротекторов в терапии ГЭРБ: в качестве средства симптоматического («по требованию») купирования изжоги, адъювантной терапии при рефрактерной к ИПП ГЭРБ, лечения эндоскопически негативной формы (НЭРБ) и эрозивного эзофагита легкой степени, особенно у пациентов с дуоденогастроэзофагеальным рефлюксом. Делается вывод, что цитопротективные препараты, воздействуя на ключевое звено патогенеза – нарушение целостности слизистой, являются важным компонентом персонализированного подхода к лечению ГЭРБ, повышая его эффективность и улучшая качество жизни пациентов.

Ключевые слова: Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ), цитопротекция, альгинаты, сукральфат, ребамипид, резистентность слизистой оболочки, патогенез ГЭРБ, адъювантная терапия, рефрактерная ГЭРБ, неэрозивная рефлюксная болезнь (НЭРБ).

Введение

Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ) остается одним из наиболее распространенных заболеваний желудочно-кишечного тракта, с prevalence, достигающим 20-30% в популяциях развитых стран [1]. Классическая парадигма лечения ГЭРБ была сфокусирована на подавлении кислотной агрессии с помощью антисекреторных препаратов, прежде всего ингибиторов протонной помпы (ИПП) [2]. Однако накопленные данные

свидетельствуют, что у 30-40% пациентов на стандартной терапии ИПП сохраняется неудовлетворительный контроль симптомов, формируя феномен рефрактерной ГЭРБ [3].

Это актуализирует понимание ГЭРБ как болезни, в патогенезе которой равновесную роль играют не только агрессивные факторы (кислота, пепсин, желчные кислоты, трипсин), но и снижение защитных свойств слизистой оболочки пищевода – ее резистентности [4]. Таким образом, стратегия, направленная на усиление цитопротекции, восстановление целостности эпителия и повышение его устойчивости к повреждающим агентам, приобретает принципиально важное значение. Цель данной статьи – систематизировать современные знания о цитопротективных препаратах, обосновать их механизмы действия и определить четкие клинические ниши для применения в комплексном лечении различных форм ГЭРБ.

1. Патогенетическое обоснование применения цитопротекторов при ГЭРБ

Защита слизистой оболочки пищевода представляет собой сложный, многоуровневый барьер, включающий преэпителиальный (слой слизи и бикарбонатов), эпителиальный (плотные контакты между клетками, быстрая репарация) и постэпителиальный (адекватный кровоток) компоненты [5]. При ГЭРБ происходит нарушение на всех уровнях: уменьшается секреция слизи и бикарбонатов, повышается проницаемость межклеточных соединений под действием провоспалительных цитокинов (в частности, ИЛ-8), замедляется репарация за счет ингибирования факторов роста, а повторяющееся повреждение приводит к развитию апоптоза и воспаления [6]. Особую роль играет дуоденогастральный рефлюкс, при котором желчные кислоты и лизолецитин, синергируя с кислотой, не только повреждают клеточные мембраны, но и разрушают слизь, нарушая преэпителиальный слой [7]. Таким образом, терапевтическая мишень цитопротекторов – восстановление естественных защитных механизмов слизистой, что создает синергичный эффект с антисекреторной терапией.

2. Классификация и механизмы действия цитопротективных препаратов

2.1. Альгинаты. Препараты на основе альгиновой кислоты (солей натрия и кальция) занимают особое место. При контакте с желудочным соком они образуют невсасывающийся гель вязкой консистенции, который механически препятствует рефлюксу («демпферный эффект»). При наличии бикарбонатов формируется устойчивый, низкоплотный «альгинатный плотик» (raft), который при эпизоде рефлюкса первым попадает в пищевод, нейтрализуя кислоту и создавая физический барьер между слизистой и агрессивным содержимым [8]. Это обеспечивает быстрый (в течение 3-5 минут) симптоматический эффект, что делает их идеальными для купирования изжоги «по требованию».

2.2. Сукральфат. Основной механизм – образование прочного, адгезивного к поврежденным участкам полимерного комплекса с белками, создающего защитную пленку на 6 и более часов. Сукральфат также стимулирует синтез простагландинов Е2 и I2, слизи, бикарбонатов, связывает желчные кислоты и пепсин, усиливает пролиферацию эпителиальных клеток и ангиогенез в зоне повреждения [9].

2.3. Ребамипид. Многофункциональный цитопротектор. Увеличивает синтез простагландинов, муцина и поверхностно-активных фосфолипидов, укрепляет плотные контакты между эпителиоцитами, обладает выраженным антиоксидантным действием (подавление активных форм кислорода), ингибирует активацию нейтрофилов и выработку провоспалительных цитокинов, таких как ФНО-α и ИЛ-8 [10]. Таким образом, ребамипид воздействует на ключевые звенья патогенеза ГЭРБ: нарушение барьерной функции и воспаление.

2.4. Препараты висмута (коллоидный субцитрат висмута). Обладают комбинированным действием: образуют хелатные соединения с белками в зоне эрозий, создавая защитный слой; связывают пепсин и желчные кислоты; стимулируют синтез простагландинов, слизи и секрецию бикарбонатов; проявляют бактерицидную активность в отношении H. pylori, что важно при сочетанной патологии [11].

3. Место цитопротекторов в современных алгоритмах лечения ГЭРБ

Согласно международным (ACG, AGA) и национальным (РГА, Российская Гастроэнтерологическая Ассоциация) клиническим рекомендациям, цитопротекторы не являются препаратами первой линии для заживления тяжелых эрозивных поражений, где безусловный приоритет остается за ИПП [2, 12]. Однако они находят четкое применение в следующих клинических ситуациях:

- **Симптоматическая терапия легкой, нечастной изжоги:** Альгинаты – препараты выбора для эпизодического приема «по требованию» благодаря быстроте наступления эффекта [8, 12].
- **Неэрозивная рефлюксная болезнь (НЭРБ):** При преобладании симптомов, связанных с гиперчувствительностью пищевода, адъювантное назначение цитопротекторов (ребамипид, сукральфат) может улучшать состояние слизистого барьера и снижать висцеральную гиперчувствительность, повышая эффективность ИПП [10, 13].
- **Рефрактерная ГЭРБ:** При недостаточном ответе на стандартную дозу ИПП добавление цитопротектора (особенно при подозрении на смешанный рефлюкс) является обоснованной стратегией для усиления защиты слизистой оболочки [3, 7].
- **ГЭРБ легкой степени (эзофагит LA-A, LA-B по Лос-Анджелесской классификации):** Могут использоваться в монотерапии или в

комбинации с антацидами, особенно у молодых пациентов или при наличии противопоказаний к ИПП [9].

- **ГЭРБ с доказанным дуоденогастроэзофагеальным рефлюксом:** Препараты, связывающие желчные кислоты (сукральфат, альгинаты, препараты висмута), имеют патогенетическое преимущество [7, 11].

4. Обзор клинических данных эффективностиМета-анализы и РКИ подтверждают эффективность цитопротекторов. Альгинаты продемонстрировали значимое превосходство над плацебо и антацидами в купировании посленастоятельной изжоги и улучшении качества жизни [8]. Ребамипид в комбинации с ИПП показал большую эффективность в уменьшении симптомов НЭРБ и заживлении слабого эрозивного эзофагита по сравнению с монотерапией ИПП, что связывают с его противовоспалительным действием на слизистую [10, 13]. Сукральфат эффективен в лечении эрозивного эзофагита, сопоставим по эффекту с Н2-блокаторами, но уступает ИПП [9]. Важным преимуществом является благоприятный профиль безопасности большинства цитопротекторов, что позволяет применять их длительно.

Заключение

Цитопротективные препараты представляют собой важный и патогенетически обоснованный компонент современной терапии ГЭРБ. Их роль эволюционировала от вспомогательных средств к стратегическим агентам в лечении конкретных клинических фенотипов болезни, особенно НЭРБ и рефрактерных форм, где ключевое значение имеет состояние слизистого барьера. Воздействуя на фундаментальный механизм болезни – нарушение целостности и резистентности слизистой оболочки пищевода, они дополняют и усиливают эффект антисекреторных препаратов. Интеграция цитопротекторов в персонализированные схемы лечения, учитывающие преобладающий тип рефлюкса, выраженность повреждения слизистой и индивидуальный ответ пациента, позволяет повысить общую эффективность терапии, достичь стойкой ремиссии и улучшить качество жизни пациентов, страдающих ГЭРБ. Дальнейшие исследования должны быть направлены на идентификацию биомаркеров, позволяющих точно отбирать пациентов, которые получат максимальную пользу от цитопротективной терапии.

Список литературы:

1. El-Serag H.B., Sweet S., Winchester C.C., Dent J. Update on the epidemiology of gastro-oesophageal reflux disease: a systematic review. Gut. 2014;63(6):871-880.
2. Katz P.O., Dunbar K.B., Schnoll-Sussman F.H., et al. ACG Clinical Guideline for the Diagnosis and Management of Gastroesophageal Reflux Disease. Am J Gastroenterol. 2022;117(1):27-56.

3. Fass R., Shapiro M., Dekel R., Sewell J. Systematic review: proton-pump inhibitor failure in gastro-oesophageal reflux disease – where next? Aliment Pharmacol Ther. 2005;22(2):79-94.

4. Tobey N.A., Hosseini S.S., Caymaz-Bor C., et al. The role of pepsin in acid injury to esophageal epithelium. Am J Gastroenterol. 2001;96(11):3062-3070.

5. Orlando R.C. The integrity of the esophageal mucosa. Balance between offensive and defensive mechanisms. Best Pract Res Clin Gastroenterol. 2010;24(6):873-882.

6. Souza R.F., Huo X., Mittal V., et al. Gastroesophageal reflux might cause esophagitis through a cytokine-mediated mechanism rather than caustic acid injury. Gastroenterology. 2009;137(5):1776-1784.

7. Tack J., Pandolfino J.E. Pathophysiology of Gastroesophageal Reflux Disease. Gastroenterology. 2018;154(2):277-288.

8. Mandel K.G., Daggy B.P., Brodie D.A., Jacoby H.I. Review article: alginate-raft formulations in the treatment of heartburn and acid reflux. Aliment Pharmacol Ther. 2000;14(6):669-690.

9. Broekaert I.J. The role of sucralfate in the protection of the gastroduodenal mucosa. An update. Arzneimittelforschung. 1985;35(1A):236-240.

10. Андреев Дмитрий Николаевич, Кулиева Алла Киримовна МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ РЕБАМИПИДА: СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ // Consilium Medicum. 2020. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-deystviya-rebamipida-sistematizatsiya-literaturnyh-dannyh (дата обращения: 22.12.2025).

11. Плотникова, Е. Ю. Препараты висмута в практике врача / Е. Ю. Плотникова, А. С. Сухих // Лечащий врач. – 2016. – № 2. – С. 60. – EDN VOQYWR.

12. Старостин Б.Д., Трухманов А.С. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению гастроэзофагеальной рефлюксной болезни. РЖГГК. 2020;30(4):70-97.

13. Hiraishi H., Shimada T., Terano A. Rebamipide, a gastroprotective drug, as a novel therapy for gastroesophageal reflux disease. Dig Dis Sci. 2012;57(2):326-327.

УДК 616.441-07-08

Стяжкина С. Н., Арутюнян С. А., Хабибуллина В. В., Сулейманова Р. Р.
Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Аннотация:В данной статье представлена обзорная литература по современной диагностике и лечению заболеваний щитовидной железы.
Данные отечественной и зарубежной литературы свидетельствуют о непрерывном увеличении заболеваний щитовидной железы за последние десятилетия. В Удмуртской Республике заболеваемость патологиями щитовидной железы в среднем составляет 1834 случая на 100 тысяч населения (по стране — 3066 случаев на 100 тысяч населения). Наблюдается ежегодный рост первичной заболеваемости как в Удмуртской Республике, так и в России. В настоящее время, несмотря на рост числа заболевших, число проведённых операций снижается в связи с ограничением показаний к хирургическому лечению. Вместе с тем, всё чаще выполняются радикальные вмешательства, которые в отдельных случаях приводят к инвалидизации пациентов. Для улучшения исходов терапии крайне важно прогнозировать и предотвращать развитие послеоперационных осложнений как в краткосрочной, так и в отдалённой перспективе.
Ключевые слова: заболевания щитовидной железы, диагностика, лечение, сцинтиография, тонкоигольная аспирационная биопсия, эластография.

Введение

Несмотря на определённые успехи современной тиреоидологии, в отечественной литературе продолжает обсуждаться широкий круг вопросов: терминология, критерии диагностики, лечения и классификации болезней щитовидной железы (ЩЖ). [1]

В последние годы число заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) продолжает повышаться, и это во многом обусловлено повышением продолжительности жизни, что приводит к накоплению в человеческой популяции хронических неинфекционных заболеваний, в том числе эндокринных. По данным различных авторов, распространенность дисфункций ЩЖ в мире варьирует от 10 до 30% от общего населения и в значительной степени зависит от условий питания и климатической зоны. По данным когортных исследований, гипертиреоз (включая субклинический) встречается у 0,5–2% женщин, но в среднем в 10 раз реже встречается у мужчин. Распространенность гипотиреоза различной этиологии варьирует в зависимости от региона и колеблется от 1 до 8% от общей популяции, а расчетная частота развития новых случаев гипотиреоза в европейских странах составляет 226 случаев на 100 000 населения в год.[5]

Диагностика

При оценке функции ЩЖ самым важным тестом является определение уровня ТТГ. Следует отметить, что в ходе лабораторной диагностики могут возникать различные аналитические сложности, большинство из которых связаны с приемом различных лекарственных средств [8].

В большинстве случаев гипотиреоз является первичным, то есть обусловлен поражением щитовидной железы. Вторичный гипотиреоз встречается значительно реже и связан с патологиями гипоталамо-гипофизарной области. Редко диагностируют тканевый или периферический гипотиреоз, который обусловлен резистентностью тканей к тиреоидным гормонам или нарушением транспорта, метаболизма и действия тиреоидных гормонов. Также выделяют врожденные формы гипотиреоза, при которых поражение может быть первичным, центральным или периферическим. Обычно гипотиреоз носит постоянный характер, однако при некоторых заболеваниях щитовидной железы он может быть транзиторным. В связи с этим лабораторная диагностика играет важную роль в постановке диагноза гипотиреоза [4]. Диагностика гипотиреоза — это подтверждение снижения функции щитовидной железы, довольно простая, конкретная и доступная процедура. Она включает определение уровня ТТГ и Т4: при изолированно повышенном ТТГ диагностируют субклинический гипотиреоз, а одновременное повышение ТТГ и снижение Т4 говорит о явном или манифестном гипотиреозе. Основная сложность заключается в определении показаний к проведению этих исследований, поскольку клиническая картина гипотиреоза часто неспецифична: даже яркие симптомы могут не подтверждаться гормональными изменениями, а гипотиреоз с высоким уровнем ТТГ иногда протекает без симптомов. В большинстве случаев субклинический гипотиреоз вообще не проявляется явными признаками, что затрудняет его своевременную диагностику.

Сопоставив эти факты с тем, что, по данным многих проспективных исследований, даже субклинический гипотиреоз может иметь достаточно серьезные последствия, возникнет закономерный вопрос о целесообразности широкого использования гормонального исследования у лиц, не предъявляющих никаких жалоб, т. е. о скрининге гипотиреоза у взрослых. Данная идея подтверждена значительными рекомендациями Американской тиреоидологической ассоциации, опубликованными в 2000 году. В них предлагается проводить скрининг уровня ТТГ у всех взрослых старше 35 лет с интервалом в 5 лет. Если обратиться к тексту этих рекомендаций, то необходимость скрининга обосновывается тем, что он отвечает общим критериям, которые определяют целесообразность популяционного скрининга.[6]

Развитие вторичного гипотиреоза может быть связано с патологией гипофиза вследствие разрушения опухолью, оперативным вмешательством,

облучением или нарушением кровообращения, либо с патологией гипоталамо-гипофизарной области. Вторичный гипотиреоз обычно не возникает изолированно; чаще всего он сочетается с дефицитом других тропных гормонов гипофиза, таких как АКТГ, ФСГ и пролактин, а также сопровождается соответствующими клиническими симптомами. В некоторых случаях вторичный гипотиреоз может проявляться симптомами несахарного диабета вследствие недостаточности АДГ. Диагноз вторичного гипотиреоза ставится на основании выявления сниженного уровня свободного Т4. Уровень ТТГ в таких случаях может быть пониженным, нормальным или даже превышать верхнюю границу нормы, однако его биологическая активность будет снижена.[6]

Периферический гипотиреоз встречается достаточно редко и развивается вследствие резистентности к тиреоидным гормонам. Его патогенез связан с дефектами рецепторов к тиреоидным гормонам и нарушением отрицательной обратной связи между щитовидной железой и гипофизом. Выделяют два типа резистентности к тиреоидным гормонам: генерализованную и изолированную (гипофизарную). Для генерализованной формы резистентности к тиреоидным гормонам характерен повышенный уровень свободного Т3 и Т4 при нормальном или повышенном уровне ТТГ, что сопровождается клиническими проявлениями эутиреоза или гипотиреоза. Гипофизарная резистентность к тиреоидным гормонам проявляется увеличением свободного Т3 и Т4 в сочетании с нормальным или повышенным ТТГ и признаками тиреотоксикоза. При дифференциальной диагностике между первичным гипотиреозом и резистентностью к тиреоидным гормонам рекомендуется повторное исследование гормонального статуса для исключения возможных ошибок, связанных с техническими погрешностями при проведении тестов. Если в повторных анализах сохраняется несоответствие ТТГ и св. Т4, следует провести молекулярно-генетические исследования - THRB (ERBA2), экзоны 9 - 10.[6]

Изолированное снижение уровня свободного Т3 при сохраненных нормальных концентрациях ТТГ и свободного Т4 отмечается при синдроме «эутиреоидной патологии», который связан с развитием выраженных системных и органных нарушений (например, инфаркт миокарда, постинфарктный период, масштабные инфекционные процессы, декомпенсированный сахарный диабет). В таких случаях происходит нарушение периферического превращения свободного Т4 в свободный Т3.[6]

Эластография – это метод дифференциации тканей по их жесткости путем механического воздействия на них и анализа деформаций, получаемых с помощью ультразвуковых диагностических сканеров. Соноэластография – это неинвазивный, высокоинформативный метод ультразвуковой диагностики, позволяющий подтвердить наличие узлового образования, уточнить его границы и с высокой долей вероятности оценить характер, в том

числе выявить ранние стадии рака щитовидной железы, что позволяет повысить качество оперативного вмешательства, что особенно важно при принятии решения о проведении субтотальной тиреоидэктомии.[3]

Диагностическую эффективность системы ультразвуковой оценки определяли группа исследователей в больнице Шэньчжэня Пекинского университета. Метод ультразвуковой оценки и номограмма имеют большое клиническое значение для предоперационной оценки состояния лимфатических узлов при плоскоклеточном раке, позволяют сократить количество ненужных процедур тонкоигольной аспирационной биопсии, а также просты и удобны в клиническом применении.[7]

Тонкоигольная аспирационная биопсия (ТАБ) ЩЖ показана при всех пальпируемых узловых образованиях, а также при образованиях, превышающих (по данным УЗИ) в диаметре 1 см. В настоящее время развивается методика толстоигольной биопсии ЩЖ, которая была предложена в качестве дополнительного диагностического метода к тонкоигольной аспирационной биопсии, под УЗИ-контролем, в основном для преодоления ограничений недиагностической или неубедительной цитологической диагностики, которая может привести к повторному проведению тонко игольной аспирационной биопсии или ненужной операции.[2]

Для оценки функциональной активности узловых образований используют метод радионуклидной диагностики (сцинтиграфию). В качестве радиофармпрепарата (РФП) принято использовать технеций-99m-пертехнетат (^{99m}Tc-пертехнетат), а также радиоактивные изотопы йода (^{123}I, ^{131}I). Радиоизотопы йода считаются «идеальным» РФП при проведении сцинтиграфии ЩЖ. Однако ввиду высокой стоимости и логистической сложности его использование в рутинной практике весьма ограничено.СцинтиграфияЩЖ позволяет получить ее морфофункциональную характеристику, в частности, оценить два основных параметра: захват радиофармпрепарата и его распределение в ЩЖ.[4]

Значительный прорыв в диагностике различных заболеваний занимает возможность выявления мутаций и генетических предрасположенностей к развитию конкретной патологии. Данный метод получил своё распространение и среди узловой патологии ЩЖ.Молекулярно-генетический анализ позволяет решить вопрос дифференциальной диагностики фолликулярных опухолей. [4]

Лечение диффузного токсического зоба (ДТЗ)

1. Тиреостатическая терапия

Является основой консервативного лечения. Применяются:

- Тиамазол (Мерказолил): Стартовая доза 30-60 мг/сут в несколько приемов до ослабления симптомов тиреотоксикоза. Затем дозу постепенно снижают на 5 мг в неделю до поддерживающей (2,5-10 мг/сут).

- Алтернативные препараты при непереносимости тиамазола: перхлорат калия (400 мг/сут), карбонат лития, препараты микройода (раствор Люголя, «Микройод»).

2. Глюкокортикостероиды (ГКС)

Показаны в следующих случаях:

- Тяжелое течение болезни с выраженным увеличением щитовидной железы и экзофтальмом.
- Выраженная лейкопения на фоне приема тиамазола, не поддающаяся коррекции стимуляторами лейкопоэза.
- Тиреотоксический криз, тяжелая офтальмопатия.
- Отсутствие эффекта от тиреостатиков.

Обычно назначается преднизолон 15-30 мг/сут (2/3 дозы утром, 1/3 – днем). Для снижения риска угнетения функции надпочечников может применяться альтернирующая или интермиттирующая схема приема.

3. Иммуномодулирующая терапия

Направлена на нормализацию иммунного ответа. Используются:

- Натрия нуклеинат по 0,1 г 4 раза/сут 3-4 недели.
- Тималин по 10-30 мг/сут внутримышечно 5-20 дней.
- Тактивин по 1 мл подкожно 5-6 дней.
- Левамизол по 150 мг/сут в течение 5 дней [10].

4. Бета-адреноблокаторы

Применяются для купирования симптомов тиреотоксикоза (тахикардия, тремор, потливость) при любой форме ДТЗ, особенно в сочетании с артериальной гипертензией и аритмиями. Пример: пропранолол по 40 мг 4 раза/сут или селективные бета-блокаторы (талинолол) [10].

5. Радиойодтерапия (^{131}I)

Метод выбора при неэффективности или непереносимости тиреостатиков, рецидивах после операции, наличии противопоказаний к хирургическому лечению. Радиоактивный йод накапливается в железе и вызывает ее деструкцию.

Противопоказания: беременность, лактация, возраст до 18 лет (в отечественной практике часто – до 40 лет), узловые формы зоба, большой объем железы с компрессией, язвенная болезнь, заболевания почек и крови [9].

6. Хирургическое лечение (тиреоидэктомия)

Показания:

- Отсутствие стойкой ремиссии после 12-24 месяцев адекватной медикаментозной терапии.
- Непереносимость тиреостатиков.
- Большие размеры зоба, узловые формы.
- Развитие мерцательной аритмии.
- Беременность (при неэффективности консервативного лечения).

Операция проводится после достижения медикаментозной компенсации тиреотоксикоза для профилактики тиреотоксического криза. В качестве подготовки иногда используется плазмаферез [9].

7. Лечение офтальмопатии

Включает немедикаментозные и медикаментозные меры:

- Ношение темных очков, сон с приподнятым изголовьем.
- Периодический прием диуретиков (фуросемид).
- Местные средства (гидрокортизоновые капли и мазь).
- Ретробульбарное введение глюкокортикостероидов (дексаметазон) или лидазы.

Прием парлодела (бромокриптина) для уменьшения экзофтальма и отека [10].

8. Симптоматическая терапия.

Назначается по необходимости: седативные и анксиолитические средства, анаболики, гепатопротекторы, гипотензивные препараты.

Консервативная терапия может приводить к стойкой ремиссии, особенно при небольших размерах зоба, однако частота рецидивов после отмены препаратов высока. Возможны побочные эффекты тиреостатиков (сыпь, артралгии, агранулоцитоз) [9, 10].

Современные малоинвазивные методы (при доброкачественных узловых образованиях)

1. Лазерная индуцированная термотерапия (ЛИТТ)

Малоинвазивная методика, при которой лазерное излучение вызывает контролируемый нагрев и деструкцию ткани узла. Рассматривается как альтернатива операции при доброкачественных узлах. Осложнения редки (изменение голоса, гематома, ожог кожи, боль) и обычно преходящи.

2. Радиочастотная абляция (РЧА)

Еще один малоинвазивный метод, альтернативный хирургии для пациентов с симптомными или косметически беспокоящими доброкачественными узлами. Под ультразвуковым контролем в узел вводят электрод, и радиочастотная энергия нагревает и разрушает ткань. Длительность процедуры 3-10 мин. Частота осложнений низкая (~2,1%): возможны временные повреждения нерва, гематома, боль, преходящий тиреотоксикоз [9, 10].

3. Этаноловая абляция (склеротерапия)

Метод первой линии для лечения кистозных узлов щитовидной железы. В полость кисты вводят 95-99% этанол, что вызывает коагуляционный некроз, дегидратацию клеток и последующий фиброз. Эффективность сопоставима с РЧА, а стоимость ниже. Осложнения при правильном выполнении минимальны [10].

Заключение

Проведенный анализ современных методов лечения заболеваний щитовидной железы демонстрирует значительный прогресс в данной области эндокринологии. На смену унифицированным подходам пришла стратегия персонализированной медицины, основанной на тщательной диагностике, оценке рисков и индивидуальных потребностей пациента.

Ключевыми тенденциями являются:

1. **Минимизация инвазивности:** Широкое внедрение малоинвазивных методов, таких как термическая абляция (лазерная, радиочастотная) для лечения доброкачественных узлов, позволяет достичь отличных результатов с минимальным риском осложнений и сокращением сроков реабилитации.
2. **Таргетная терапия:** Появление целевых препаратов (ингибиторов тирозинкиназы) для лечения радиойодрезистентных форм рака щитовидной железы открыло новые возможности для пациентов с неблагоприятным прогнозом.
3. **Совершенствование хирургических техник:** Использование интраоперационногонейромониторинга и визуализации паращитовидных желез значительно повысило безопасность тиреоидэктомии, снизив частоту таких осложнений, как повреждение возвратного гортанного нерва и гипопаратиреоз.
4. **Оптимизация традиционной терапии:** продолжается уточнение показаний и режимов дозирования для терапии радиоактивным йодом и супрессивной гормональной терапии, что позволяет максимизировать их эффективность и минимизировать отдаленные последствия.

Таким образом, современная тактика ведения пациентов с патологией щитовидной железы представляет собой многоуровневую систему, где каждый метод занимает четко определенное место. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку более точных диагностических маркеров, поиск новых мишеней для лекарственной терапии и долгосрочную оценку эффективности минимально инвазивных технологий, что в конечном итоге позволит еще больше повысить качество и продолжительность жизни пациентов.

Список литературы:

1. Пастернак И.А., Казачков Е.Л., Пастернак А.Е. Классификационные и диагностические аспекты патологии щитовидной железы на современном этапе (обзор литературы) // JournalofSiberianMedicalSciences. 2020. № 1. С. 108–115.
2. Стяжкина С. Н., Р. М. Идиатуллин, И. В. Федотова, С. А. Арутюнян, П. Г. Санников, Р. К. Аюбов, Ш.У. Тахиров. Актуальные проблемы диагностики и лечения новообразований щитовидной железы//Лекции для врачей.-2024.-С. 32-35.
3. Стяжкина С.Н., Порываева Е.Л., Леднева А.В., Ченышова Т.Е. Эластография в диагностике узловых образований щитовидной железы / Таврический медико-биологический вестник.

4. Фадеев В.В. Современные концепции диагностики и лечения гипотиреоза у взрослых. Проблемы Эндокринологии. 2004;50(2):47-53. https://doi.org/10.14341/probl11395.

5. Фокина Е.А., А.О. Шпаков. Фундаментальные и клинические аспекты заболеваний щитовидной железы и новые подходы для их лечения (обзор литературы)/ Клинические исследования.Институтэволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова Российской академии наук, 194223, Российская Федерация, Санкт-Петербург, пр. Тореза, 4.

6. Эндокринология: национальное руководство / под ред. И. И. Дедова, Г. А. Мельниченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 1112 с.: ил. - 1112 с. - ISBN 978-5-9704-6054-2.

7. Muller A.F., Berghout A., Wiersinga W.M., Kooy A., Smit J.W.A., Hermus A., working group Thyroid Function Disorders of the Netherlands Association of Internal Medicine. Thyroid function disorders – Guidelines of the Netherlands Association of Internal Medicine// Neth. J. Med. 2008. V. 66. P. 134–142. Диагностика и лечение при нарушениях функции щитовидной железы (По материалам клинических рекомендаций Медицинской ассоциации по внутренним болезням Нидерландов).

8. Диагностика и лечение в эндокринологии. Проблемный подход [Текст]: пер. с англ. / Л. Кеннеди, А. Басу; под ред. В. В. Фадеева. − М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 304 с.

9. Карпова И.А. Послеоперационное нарушение фонации у больных с заболеваниями щитовидной железы. Бюллетень медицинскихинтернетконференций. 2016;6:1317.

10. Стяжкина С.Н., Идиатуллин Р.М., Арсланов Р.Р., Исаева П.В., Низамова Г. Ф. Современные методы лечения доброкачественных опухолей щитовидной железы. Таврический медико-биологический вестник.

УДК 615.825

Буянкина А. Е., Пушкарева П. А., Мамаев Е. А.
Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

КЛАССИФИКАЦИЯ И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛФК ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАТОЛОГИЯХ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Аннотация. В работе представлен расширенный теоретический анализ существующих методов лечебной физкультуры (ЛФК), применяемых при различных патологиях опорно-двигательного аппарата. Детально рассматриваются историческое развитие методик, их классификация, физиологические механизмы действия и особенности применения в зависимости от характера заболевания. Особое внимание уделено сравнению традиционных и современных подходов, а также обсуждению их эффективности в контексте доказательной медицины.

Ключевые слова: ЛФК, опорно-двигательный аппарат, кинезиология, реабилитация, биомеханика, лечебная гимнастика.

Введение

Лечебная физическая культура занимает значимое место в системе медицинской реабилитации, являясь одним из ключевых факторов восстановления и поддержания функционального состояния опорно-двигательного аппарата (ОДА). Распространенность хронических заболеваний ОДА, таких как остеоартроз, хроническая неспецифическая боль в спине, последствия травм и дегенеративные изменения позвоночника, приобретает характер эпидемии, оказывая значимое социально-экономическое воздействие [6]. Это повышает требования к эффективности и научной обоснованности реабилитационных мероприятий. За последние десятилетия развитие ЛФК претерпело существенную трансформацию: от эмпирических комплексов гимнастики к сложным, целенаправленным интервенциям, основанным на принципах кинезиологии, биомеханики, нейрофизиологии и доказательной медицины. Систематизация знаний о многообразии методов ЛФК, анализ их классификаций и физиологических обоснований позволяют не только оптимизировать клиническое применение, но и определить векторы для дальнейших исследований. Расширение теоретической базы способствует формированию персонализированных, высокоэффективных реабилитационных программ, отвечающих современным стандартам.

Обзор литературы

Современная литература по ЛФК охватывает широкий спектр научных направлений. Первая группа источников, к которым относятся фундаментальные труды [2], раскрывает традиционные подходы, основывающиеся на принципах дозированной нагрузки, этапности

реабилитации, коррекции осанки и восстановления объёма движений. Эти работы подчеркивают значение лечебной гимнастики как безопасного и универсального инструмента.

Вторая группа литературы связана с развитием прикладной кинезиологии и функциональной анатомии. Здесь ЛФК рассматривается как инструмент коррекции патологических двигательных стереотипов и оптимизации биомеханики. Исследования, базирующиеся на принципах, изложенных в работах по мышечному тестированию и функции [4], а также по моторному контролю [5], подчёркивают важность активации глубоких мышц-стабилизаторов, формирования правильных двигательных паттернов и нейромышечного переобучения. Научные статьи последних лет углубляют понимание влияния упражнений на нейропластичность, восстановление проприоцепции, улучшение микроциркуляции и метаболизма тканей.

Третья, наиболее динамично развивающаяся группа источников, посвящена критическому анализу доказательной базы. Метаанализы и систематические обзоры, такие как исследования, включенные в базы данных Cochrane, позволяют объективно оценить эффективность различных методов ЛФК при конкретных нозологиях [7]. Именно на этой основе формируются современные клинические рекомендации и протоколы, смещающие фокус с универсальных комплексов на целевые, патогенетически обоснованные стратегии.

Методология

В исследование включены учебные пособия, статьи из рецензируемых журналов, монографии, клинические рекомендации, метаанализы и данные международных реабилитационных стандартов. Особое внимание уделялось источникам, опубликованным в авторитетных базах данных (PubMed, Scopus, eLibrary) за последние 20 лет, при этом для понимания эволюции подходов учитывались и ключевые классические труды.

Основные этапы работы включали:

1. Сбор и систематизация литературы: отобраны публикации за последние 20 лет, а также ключевые классические труды.

2. Аналитическая классификация методов ЛФК: методы сгруппированы по механизму действия, цели, физиологическим эффектам, направленности и клиническим показаниям.

3. Сравнение разных подходов: проведён сопоставительный анализ традиционных, кинезиологических, дыхательных, постизометрических и других техник.

4. Теоретическое обобщение и выведение закономерностей эффективности методов на основе интеграции данных физиологии, биомеханики [3] и принципов адаптации к нагрузке.

Результаты исследования

В ходе анализа получены структурированные данные о классификации методов ЛФК. Наиболее обоснованными критериями классификации являются:

1. По механизму физиологического действия:

- *Активные упражнения* - направлены на улучшение периферического кровообращения, повышение мышечной силы и выносливости, активацию нейромышечных связей. Сюда же относятся изометрические, изотонические и изокинетические режимы работы мышц.
- *Пассивные упражнения и мобилизации* - применяются при выраженном болевом синдроме или ограниченной подвижности пациента; направлены на поддержание эластичности мягких тканей и профилактику контрактур.
- *Упражнения на растяжение (стретчинг) и постизометрическая релаксация (ПИР)* - снижают гипертонус мышц через рефлекторные механизмы, увеличивают эластичность мышечно-связочного аппарата.
- *Проприоцептивная нейромышечная фасилитация (PNF) и кинезиотейпирование* - методы, направленные на улучшение нейромышечного контроля, проприоцепции и координации.
- *Дыхательные техники* — не только улучшают метаболизм, но и опосредованно влияют на тонус мышц туловища и тазового дна, играя важную роль в стабилизации позвоночника.

2. По функциональной направленности:

- восстановление объёма движений;
- коррекция осанки;
- укрепление мышц-стабилизаторов;
- улучшение координации и проприоцепции;
- коррекция походки.

3. По адаптации к патологиям ОДА:

- методы при остеохондрозе;
- методы при сколиозе;
- методы при артрозах и артритах;
- методы после травм мышц и связок;
- методики после операций.

Важно отметить, что для каждой патологии существует иерархия применения методов. Например, при остеохондрозе с мышечно-тоническим синдромом начальный этап может включать ПИР и пассивную мобилизацию, с последующим переходом к активной стабилизации [1]. При артрозах крупных суставов упор делается на укрепление периартикулярных мышц в безболезненном диапазоне с минимальной осевой нагрузкой.

Анализ подтверждает, что каждая группа методов имеет четкое патофизиологическое обоснование, а их дифференцированное применение составляет основу современной реабилитационной тактики.

Обсуждение

Проведенный теоретический анализ однозначно демонстрирует, что эпоха универсальных, шаблонных методик ЛФК безвозвратно ушла в прошлое. Современное понимание эффективности любого метода складывается из признания сложной, многоуровневой системы взаимодействия ключевых факторов. К ним относятся не только конкретная нозология и анатомическая локализация, но и временная фаза заболевания (острая, подострая, хроническая), что диктует принципиально разные стратегии — от охранительного режима до агрессивной функциональной тренировки. Не менее критичны степень и характер вовлеченности мышечных групп (глубоких стабилизаторов против поверхностных мобилизаторов), состояние нейрональных сетей — от периферической иннервации до центральных механизмов моторного контроля и обработки болевых сигналов, а также интегральный психоэмоциональный статус пациента, где факторы страха, катастрофизации боли и низкой самостоятельной эффективности могут полностью нивелировать пользу от физических упражнений.

Именно поэтому современная реабилитология совершает стратегический поворот от редукционистской, механистической парадигмы «упражнение для поврежденного сустава или отдела позвоночника» в сторону целостной биопсихосоциальной модели. В ее рамках хроническая боль и дисфункция рассматриваются не как локальный симптом, а как комплексное, дезадаптивное состояние, возникающее и поддерживающееся в результате динамичного взаимодействия биологических повреждений, неадаптивных психологических установок и дезадаптирующих социальных контекстов [5]. Это требует от специалиста ЛФК работы не только с телом, но и с внутренней репрезентацией движения и боли у пациента.

В этом свете наиболее перспективным и научно обоснованным представляется стратегический синтез традиционных и современных кинезиологических подходов. Классическая лечебная гимнастика, основанная на принципах постепенности, доступности и систематичности, сохраняет свою непреходящую ценность как фундамент. Она обеспечивает безопасное и физиологически дозированное воздействие, позволяя восстановить базовые параметры: амплитуду движения, мышечную силу и выносливость в стандартных условиях. Однако для возвращения пациента к полноценной, сложнокоординированной деятельности этого часто недостаточно.

На этом этапе на первый план выходят кинезиологические методики, представляющие собой следующий эшелон реабилитации. Методы коррекции моторного контроля, сенсомоторной тренировки на нестабильных платформах, проприоцептивного переобучения и формирования новых динамических стереотипов направлены на решение задач более высокого порядка. Они адресуют глубинные нарушения биомеханики, восстанавливают

утраченную кинестетическую чувствительность и «перепрограммируют» паттерны движения, интегрируя работу суставов, мышц и нервной системы в единую, эффективную и экономичную функциональную целостность. Таким образом, комбинированный подход осуществляет воздействие на всех уровнях: от периферического органа-мишени до самой системы регуляции движений в центральной нервной системе, обеспечивая не просто устранение симптома, а устойчивое восстановление функции.

Неотъемлемой и ключевой тенденцией, определяющей вектор развития всей области, является усиление роли принципов доказательной медицины в практике ЛФК. Этот процесс ведет к неизбежному и продуктивному пересмотру многих устоявшихся, но не имеющих убедительного научного подтверждения практик, и параллельному внедрению строгих клинических протоколов, чья результативность и безопасность подтверждены данными систематических обзоров и мета-анализов. Ярким примером служит эволюция в подходах к лечению хронической неспецифической боли в спине. Доказанный максимальный эффект сегодня демонстрируют не изолированные силовые упражнения для мышц спины или пресса, а комплексные мультимодальные программы. Такие программы интегрируют тренировку глубокой стабилизации (кора), аэробную нагрузку для модуляции системного воспаления и улучшения трофики, а также элементы когнитивно-поведенческих техник для работы со страхом движения и болевыми убеждениями [7].

Дополнительным мощным катализатором прогресса выступает активная технологизация реабилитационного пространства. Развитие и внедрение инструментов, таких как системы биологической обратной связи по электромиографии или давлению, стабилоплатформы, комплексы видеоанализа движения и immersive-технологии виртуальной реальности, открывают принципиально новые возможности. Они позволяют перейти от субъективной оценки к объективному, количественному мониторингу прогресса, создают среду для мотивирующего и игрофицированного обучения правильному движению, а также обеспечивают высочайшую степень персонализации и дозирования нагрузки, замыкая адаптивную петлю «оценка — вмешательство — контроль». Все это в совокупности формирует новый стандарт ЛФК как высокоточной, индивидуализированной и технологически оснащенной дисциплины, способной давать предсказуемый и устойчивый результат даже в самых сложных клинических случаях.

Выводы

1. Методы ЛФК представляют собой иерархическую систему, которую можно рационально классифицировать по механизму действия, функциональной направленности и клиническим показаниям.

2. Физиологическое обоснование каждого метода базируется на современных данных биомеханики, нейрофизиологии и теории адаптации

организма, что позволяет перейти от эмпирического к научно обоснованному применению.

3. Наибольшая клиническая эффективность достигается при комбинации традиционных методов, направленных на восстановление функции, и современных кинезиологических подходов, корректирующих нарушенный моторный контроль.

4. Теоретическая систематизация и постоянная верификация методов ЛФК в рамках доказательной медицины являются необходимым условием для разработки оптимизированных клинических протоколов и повышения качества реабилитационной помощи.

Список литературы:

1. Бубновский С.М. Кинезитерапия: теория и практика. — Москва, 2019.

2. Киселёв В.И., Михайлов И.Ю. Лечебная физкультура. — М.: Геотар-Медиа, 2020.

3. Magee D. Orthopedic Physical Assessment. — Elsevier, 2021.

4. Kendall F.P., McCreary E.K., Provance P.G. Muscles: Testing and Function with Posture and Pain. — 6th ed. — Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2020.

5. Jull G., Richardson C., Hodges P., Hides J. Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach. — 2nd ed. — Churchill Livingstone, 2018.

6. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // The Lancet. – 2018. – Vol. 392. – P. 1789–1858.

7. Hayden J.A., Ellis J., Ogilvie R., Malmivaara A., van Tulder M.W. Exercise therapy for chronic low back pain // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2021. – Issue 9. – Art. No.: CD009790.

УДК 615.4

Акимова А. С.
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия

СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. Статья посвящена анализу современных лекарственных форм с пролонгированным и модулированным высвобождением как ключевой разновидности систем доставки лекарственных средств (СДЛС). Рассмотрены основные конструктивные принципы таких систем, в которых действующее вещество иммобилизовано в биосовместимой полимерной матрице или инкапсулировано в оболочку (липосомы, мицеллы, полимерные капсулы). Рассмотрены такие носители как малый размер, повышенная биодоступность и способность обеспечивать контролируемое высвобождение в заданном месте и с заданной скоростью. Обобщены возможности применения различных носителей для создания адресных и эффективных терапевтических систем.
Ключевые слова: системы доставки лекарственных средств, контролируемое высвобождение, биодеградируемые полимеры, фармакокинетика, терапевтический индекс.

Современная стратегия методов лечения, основанная на применении традиционных лекарственных форм (таблетки, капсулы, инъекции и т.д.), сталкивается с принципиальными фармакокинетическими ограничениями. Ключевым вызовом является сложно контролируемый разброс концентраций действующего вещества (ДВ) в плазме крови и, как следствие, в органах-мишенях. Это приводит к риску субтерапевтических доз, снижающих эффективность лечения, или к токсическим пикам, вызывающим побочные эффекты. Данная проблема, усугубляемая индивидуальными особенностями метаболизма пациентов, определяет глобальный тренд в фармацевтической отрасли: переход от простых форм к сложным, «интеллектуальным» системам доставки лекарственных средств (СДЛС) [6].

Научно-технологический ответ на этот вызов заключается в разработке нового поколения макро-, микро- и наноразмерных носителей на основе биосовместимых материалов. Эти системы способны изменить фармакологический профиль препаратов, обеспечивая контролируемое высвобождение, целенаправленную доставку к специфическим клеткам или тканям (таргетинг) и преодоление биологических барьеров [2]. Активное применение СДЛС исследуется для терапии заболеваний, плохо поддающихся стандартному лечению: онкологических патологий (для селективного накопления химиотерапевтиков в опухоли), сахарного диабета (для пролонгированного высвобождения инсулина), туберкулёза (для адресной доставки антибиотиков в макрофаги), нейродегенеративных и хронических воспалительных заболеваний [3,4].

Таким образом, разработка и внедрение передовых СДЛС представляют собой стратегическое направление, направленное на решение фундаментальных проблем современной фармакотерапии: повышение терапевтической эффективности и селективности действия, минимизацию системной токсичности и иммуногенных реакций, а также персонализацию лечения, что в итоге ведёт к повышению качества жизни пациентов и оптимизации экономических затрат в здравоохранении.

Система доставки лекарственных средств (СДЛС) представляет собой платформу или устройство, предназначенное для транспорта фармакологически активного вещества в организм с заданными параметрами. Её ключевая цель — оптимизация терапевтического индекса препарата за счёт точного управления скоростью, временем и локусом высвобождения действующего вещества in vivo, что непосредственно влияет на его эффективность и профиль безопасности.

Процесс доставки лекарственного средства представляет собой последовательность событий, направленную на обеспечение оптимального терапевтического эффекта. А именно ввод и распределение лекарственного средства, высвобождение активных веществ и последующую доставку лекарственного вещества через биологическую мембрану к месту действия [5]. Пути введения лекарственных средств в организм обычно подразделяются на энтеральные (через пищеварительный тракт) и парентеральные (минуя желудочно-кишечный тракт).

Современные СДЛС чаще всего представляют собой лекарственные формы, обеспечивающие пролонгированное или модулированное высвобождение. Под лекарственной формой пролонгированного действия (синоним: дюрантного) подразумевают лекарственную форму, обладающую более продолжительным терапевтическим действием, чем другие лекарственные формы, содержащие те же ЛВ [6]. В таких системах действующее вещество находится в иммобилизованном состоянии — растворённым или диспергированным в биосовместимой полимерной матрице либо инкапсулированным в полимерную оболочку (капсулу, мицеллу, липосому).

В качестве носителей ЛС выступают липосомы, полимерные наночастицы, углеродные наночастицы, клетки крови, наночастицы металлов, оксидов и др. Наночастицы в качестве носителей должны иметь малый размер и обеспечивать повышенную биодоступность фармацевтических субстанций. Широкий выбор носителей позволяет создавать системы доставки с варьированием скорости и места высвобождения ЛС [1].

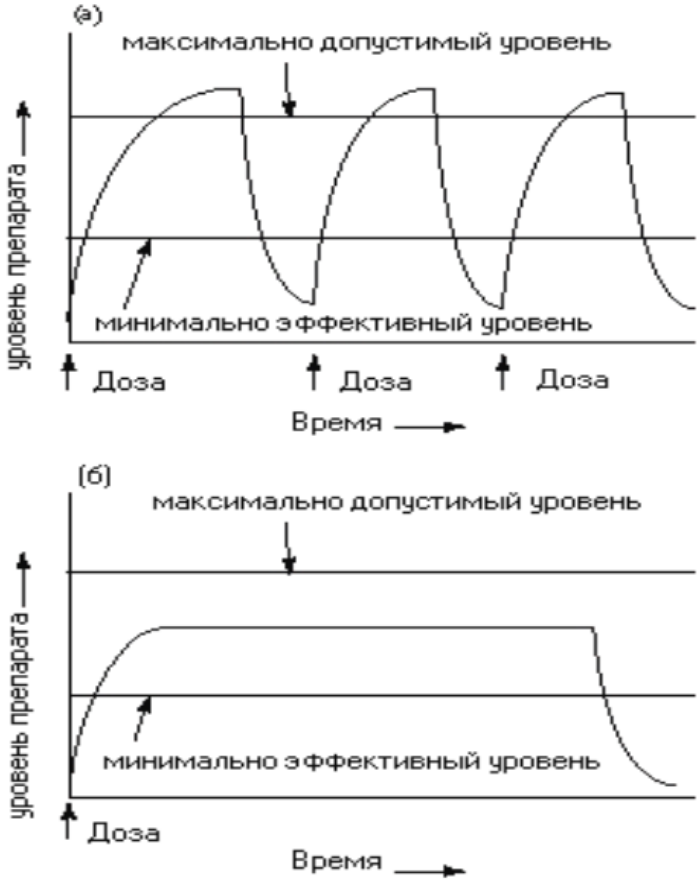

Рисунок 1 - Общий принцип действия систем доставки лекарственных средств (СДЛС) на основе анализа концентрации препарата в плазме крови [6].

На графиках представлена сравнительная фармакокинетика традиционных и современных лекарственных форм.

График (а) — Традиционная форма с повторным введением: Концентрация препарата в крови колеблется между пиками (риск токсичности выше максимально допустимого уровня) и провалами (периоды неэффективности ниже минимального терапевтического уровня). Такой профиль требует частого дозирования и создает повышенную нагрузку на организм.

График (б) — Система доставки пролонгированного действия (СДЛС): Концентрация препарата длительное время поддерживается в оптимальном терапевтическом окне — выше минимально эффективного, но ниже максимально допустимого (токсичного) уровня. Это обеспечивается за счет контролируемого высвобождения лекарства из носителя. В результате повышается безопасность (отсутствие токсичных пиков), эффективность (постоянное терапевтическое действие) и комфорт пациента (редкий прием).

Основная цель СДЛС — трансформировать нестабильный, "пилообразный" фармакокинетический профиль (а) в стабильный и

предсказуемый (б), максимизируя терапевтическую пользу и минимизируя риски.

Многообразие современных систем доставки лекарственных средств требует их систематизации по ряду ключевых параметров, среди которых размер является одним из фундаментальных. В соответствии с этим критерием выделяют макроскопические системы (размером свыше 1 мм), такие как имплантаты и трансдермальные пластыри, микроскопические системы (в диапазоне 1 мкм – 1 мм), представленные микрокапсулами, и наноскопические системы (1–1000 нм), включающие липосомы и полимерные наночастицы [4].

С фармакотерапевтической точки зрения, важной представляется группировка СДЛС по оказываемому биологическому действию. К основным классам здесь относятся гипотензивные, антиангинальные, контрацептивные и противоопухолевые системы, причём перечень постоянно расширяется за счёт разработок для терапии нейродегенеративных и аутоиммунных заболеваний.

Не менее значимой для клинической практики является классификация, основанная на анатомической локализации применения. Она включает накожные, подкожные, внутриполостные, внутрисосудистые, внутрисуставные и глазные системы, каждая из которых адаптирована к специфическим условиям целевой биологической среды.

Практическое применение СДЛС определяется способом их введения в организм, что формирует отдельный классификационный признак. К наиболее распространённым способам относятся имплантация, пероральный, ректальный, буккальный, трансдермальный (пластырный) и инъекционный пути введения, каждый из которых предъявляет уникальные требования к конструкции системы [2].

Проведённый анализ позволяет утверждать, что современные системы доставки лекарственных средств представляют собой закономерный и технологически обоснованный ответ на ключевые вызовы традиционной фармакотерапии. Основная задача СДЛС — обеспечить контролируемое высвобождение активной фармацевтической субстанции для поддержания её стабильной концентрации в терапевтическом окне, что кардинально повышает безопасность, эффективность и комплаенс лечения.

Широкое многообразие СДЛС, систематизированное по размеру (макро, микро-, наносистемы), целевому фармакологическому действию, локализации применения и способу введения, демонстрирует гибкость и адаптивность данного подхода. От имплантируемых депо-форм и трансдермальных пластырей до липосом и полимерных наночастиц — каждая система решает специфические клинические задачи, обеспечивая доставку лекарства к нужному органу, ткани или клетке с заданной кинетикой.

Список литературы:

1. Иващенко В.В. Инновационные системы доставки лекарственных средств на примере металлоорганических каркасов: перспективы развития направления (библиометрический и патентный анализ) // Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. — 2025. — Т. 15, № 2. — С. 134–147. — DOI: 10.30895/1991-2919-2025-15-2-134-147.
2. Золотарева М. С., Чуриков В. В., Панов А. В., Кедик С. А. Разработка технологии получения медицинской терапевтической биодеградируемой системы в виде полимерных микроигл для доставки белковых препаратов // Разработка и регистрация лекарственных средств. — 2024. — Т. 13, № 3. — С. 75–84. — DOI: 10.33380/2305-2066-2024-13-3-1877.
3. Раков А. В., Сидоров О. Р., Спицкий А. А., Трубников А. А., Хохлов А. Л., Чикина И. В., Шабалина М. М., Шабров В. Н., Шитов Л. Н., Яичков И. И. Промышленная фармация. Путь создания продукта: монография / под ред. А. Л. Хохлова и Н. В. Пятигорской. — М.: 2019. — 394 с. — ISBN 978-5-907036-57-4.
4. Белоусов Ю. Б., Гуревич К. Г. Клиническая фармакокинетика. Практика дозирования лекарств. — М.: Литтерра, 2005. — 288 с. — ISBN 5-98216-028-8.
5. Аляутдин Р. Н., Преферанский Н. Г., Преферанская Н. Г. Фармакология. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020.
6. Чучалин В. С., Хоружая Т. Г., Хлусов И. А. Системы доставки лекарственных средств: учебное пособие / под ред. А. А. Бакибаева. — 3-е изд. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 110 с. — ISBN 978-5-4497-1063-5.

УДК 616-085

Shaukat Sidra
Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

PERSONALIZED AND PRECISION MEDICINE: GENOMICS, BIOMARKERS, AND TARGETED THERAPY

Abstract: Personalized and precision medicine signify a disruptive move away from standard treatment paradigms to interventions that address the molecular, genetic, and physiological differences specific to each patient. Progress in genomic information, biomarker research, and multi-omics integration have enabled precision medicine to facilitate better disease classification, early detection and intervention, and improved therapies targeting the unique and specific disease drivers. This article provides an overview of the rapid development of genomic technologies and their increasing clinical use in oncology, rare disease, and cardiometabolic disease, and the growth in operator companion diagnostics to improve therapeutic selection. The article reviews the complementary regulatory, ethical, and reimbursement factors influencing implementation, with a strong emphasis on data integration, health equity, and international disparities. It discusses emerging advances, especially those related to artificial intelligence (AI), multimodal biomarkers, and organ/tissue engineering models, that will continue to expand translational research and solidify new service delivery for pre-emption and precision to health care. These directions have the potential to establish personal and precision medicine as a framework to inform future biomedical healthcare practice.

Keywords: Personalised medicine, Precision medicine, Genomics, Biomarkers, Targeted therapy, multi-omics integration, Companion diagnostics, Artificial intelligence.

1. Introduction

Personalized and precision medicine are terms used interchangeably to describe a medical paradigm shift toward improving the diagnosis, treatment, and prevention of diseases based on the individual characteristics of each patient. The ability to specify treatment for a unique individual is supported by three science-based advances: (1) genomic research, which describes variations in patients' DNA and other biological molecules, such as RNA; (2) technologies for detailed genome-scale profiling of individuals using low-cost, high-throughput, DNA sequencing systems and RNA-based analyzers; and (3) the development of drug-selective and disease-stage-specific biomarkers that help determine which patients may best respond to or safely tolerate specific drugs and drug combinations. The drug development and delivery ecosystem is rapidly adapting to this new paradigm, and Traditional 20th-century procedures also based on the "one-size-fits-all ? " policy can no longer meet the needs of patients. Today, personalized approaches are used not only in healthcare but also in other sectors: agriculture, education, insurance, nutrition, public and global health.

2030 is the deadline public authorities in the EU and USA have set for the formal adoption of personalized medicine. Therefore, assessing the status, challenges, and opportunities is critical—three levels of analysis parallel to the three scientific advances.

First, it is essential to describe and assess the application of genomics at the level of individual patients. Second, to consider biomarkers content—molecules or features that may signal a patient's drug response or test before acceptance of drugs—and third, to appraise therapeutic options accordingly, and identify potential transaction between local scientific community companies /firm, and non-EU /non-american parties. Current progress relates to cancer, yet other human maladies are emerging, and plans, interactions and coversample of a very small number of signers; Currently much is fragmented yet the construction of a global collaborative framework enabling discussions, elucidation and even the preparation of tentative commitments. The current momentum toward personalized medicine is heralded as an epochal change in the healthcare realm, like the 18th-century transition from seasonal diseases to the study of infectious agents and the international provision of clean water [1].

2. Foundations of Personalised and Precision Medicine

Over the past three decades, personalised medicine has transitioned from a scientific concept to a pragmatic clinical approach. It also has broadened its scope, along with the understanding of human biology and disease, and is regularly referred to as precision medicine. Despite nuanced differences, these terms are interchangeable. Personalised medicine involves using genomic features and biomarkers with the potential to predict the risk of disease, onset of pathology, disease progression, and response to treatment [1].

The paradigm shifts away from a one-size-fits-all approach towards tailoring strategies to specific characteristics of individuals or populations thathave significant implications for health equity, systems biology, and data integration. Of growing concern is the potential for bias and inequity in the datasets used to derive personalization models [2]. Understanding the geographic and socio-economic origins of samples in datasets derived from large-scale population genomics is essential for translating a model built on a population without a direct genomic or data connection. Genomic medicine adopts a broader interpretation of disease to include prognostic and susceptibility dimensions, consistent with earlier definitions of personalised medicine. Thus, while the accompanying technologies, techniques, and data may not distinguish genomic medicine from precision medicine, the perceived scope of application differs.

In addition to genomics, the use of biomarkers to characterise the physiology or pathology of individuals and guide clinical decision-making has gained wide acceptance. Biomarkers can inform people about the risk of developing a disease, the early identification of disease presence, prognosis of disease progression or therapeutic response, and potential adverse effects of therapy. Genomic data remains an important contributor to the definition of biomarkers. Targeted therapy, which refers to the use of drugs designed to interact with a specific molecular target associated with a particular disease, has developed alongside both personalised and precision medicine. One of the earliest targets to be identified, the BCR-ABL fusion protein in chronic myeloid leukaemia, marked a significant advance in treatment.

2.1. Definitions and Concepts

Personalized medicine and precision medicine are two terms thought to be interchangeable, but they have significantly different meanings, which become evident when looking at predictive, preventive, personalized, and participatory medicine, sometimes called p4 medicine, introduced by Leroy Hood and colleagues [2]. Personalized medicine at campus Orsay chose to focus on prevention, genetics, and individualization of environmental factors, while precision medicine started to appear a century ago and received attention in the molecular biology revolution that occurred about half a century ago. When the Human Genome Project (HGP) was completed two decades ago, many hoped it would usher in personalized medicine, despite its name transmitting a misunderstanding. Predictions concerning prophylactic measures, diagnostic testing, enhanced therapeutic monitoring, use of compounding pharmacy, and genetic predispositions of diseases were misled by a strong belief in genetics versus epigenetics of the roles played by economical solid-state sensors in assessing chemical biochemical criteria associated with aerobiology [3].

2.2. Historical Development

The term "personalized medicine" was coined in 1999 by National Cancer Institute Director Richard Klausner during the early days of the Human Genome Project, yet notion of matching patient-specific therapies to patients arose long before. The term "precision medicine" gained prominence in 2011, when U.S. President Barack Obama announced the launch of the "Precision Medicine Initiative" designed to har-monize the multitude of efforts that had begun to emerge in the scientific community and stuttured on an elusive vision of precision medicine—an ability to deliver the right treatment, to the right patient, at the right time. As a concept, precision medicine incorporates the use of diverse patient information for increasingly accurate risk assessments, even when molecular data are absent. The historical evolution of personalized and precision medicine transcends the advent of genomic sequencing technologies and molecular biology; it also embraces earlier efforts to augment health-care delivery systems through technological innovation [4].

3. Future Perspectives and Emerging Frontiers

As medicines continue to become increasingly complex the field of Artificial Intelligence (AI) is offering tools to make drug discovery, biomarker identification, treatment plan design, evidence synthesis, and patient engagement more efficient. Training algorithms on vast datasets from similar patients allows AI to distill multivariate data to help patients and healthcare professionals receive improved information on optimal treatment. Predictive models for assessing drug response and solubility from chemical structures can now be developed without collecting a single data point in the lab. Behavioral nudges are taking large volumes of research literature and making it digestible for non-experts allowing more people to stay informed. Multi-modal real-time biological data can be harmonized by augmenting multiple parameters to produce a super-patient with predictiveness on drug response. Regenerating tissues to increase the supply of organs for transplantation is being accelerated using AI-driven design principles. Pharmacology datasets mined for all available experiments ever performed

now reveal how perturbations affect multiple levels of biological organisation. New regulatory and reimbursement systems will be needed to manage the new AI capabilities rolling into medicinal development and assessment on large synthetic datasets without performing any lab experimentation [2].

The field of personalised and precision medicine is entering a new era with a frontier that had once previously seemed unattainable, quickly becoming achievable. The ability to predict diverse biological phenomena considering genetic and contextual differences is being augmented by insights from therapy-aware multi-modal deep generative models providing the ability to create entirely novel heterologous chemical entities synthesised from de-convoluted screening campaigns [5]. Experimental generation of datasets across biological systems is rapidly increasing. Imagine a future where organoids can be used to mimic entire organs exposed to drug cocktails where acquired genetic change and biomarker responses are recorded over time across all experimental conditions to help figure out what configuration can yield organ-regenerative effects.

3.1. Artificial Intelligence in Precision Medicine

Artificial Intelligence (AI) is transforming many sectors and industries. In Precision Medicine, it is an important enabler of the adoption and deployment of personalised, population-informed approaches to healthcare [6]. Population health-focused AI has emerged in the last 2–3 years to assist Health Authorities and healthcare systems identify the presence, presence patterns, and spread of disease across the population. AI is offering new opportunities to health authorities to better inform decision-making, guide the use of scarce resources, ensure the best and most equitable responses informed by health and social data, and develop fairer approaches.

Several AI-focused platforms and start-ups have emerged to assist healthcare professionals enhance clinical decision support systems. These platforms are designed to further improve the diagnosis of diseases by automating image analysis [9]. International guidelines have also been established to integrate AI technology into the clinical arena. The AI-based framework is expected to ease and improve the current status of clinical decision support systems by integrating data into the decision-making process beyond the human dilemma of data increase.

3.2. Multi-Modal Biomarkers and Tissue Engineering

Multimodal biomarkers integrate various biological information for patient stratification (e.g., histomorphology, molecular markers, and clinical data), harnessing advanced artificial intelligence techniques for high-dimensional data analysis. Regulatory agencies, including the European Medicines Agency, the US Food and Drug Administration, and the China National Medical Products Administration, have issued draft guidelines for the evaluation and approval of artificial intelligence in healthcare. The growing need for robust biomarkers is driven by scientific advances that open up promising directions for and the rising complexity of drug target identification and validation, which leads to ultra-high-dimensional omics data generation at and beyond the start of the drug discovery process [7].

Mammalian cell culture, organ-on-a-chip, and other cell-free three-dimensional tissue engineering approaches replicate interactions among diverse cell types, improve predictive capability, and alleviate the disconnect between preclinical and clinical stages. Techniques such as bioprinting and microfluidics facilitate the fast and flexible combination of cells and biomaterials to produce complex tissue-engineered positive or negative disease models. Furthermore, on-demand control of microenvironment factors permits the generation of tissue libraries for multiplexed drug screening and multimodal biomarker construction. In vivo replacements of missing or damaged tissues, which align with the principles of regenerative medicine, serve as a classical extension, but biomanufacturing faces greater difficulties than drug formulation due to increased complexity. Decellularised tissues and organs, organoids, bioprinted constructs, and cell-filling procedures all strive to maintain the physiological characteristics and functions of the original tissues.

3.3. Global Health Considerations

Precision medicine holds tremendous potential to mitigate widespread and serious diseases. Nevertheless, global inequities threaten the envisioned benefits. Patient populations are often poorly characterized, especially in low- and middle-income countries (LMICs). Specific drug responses and pathogen susceptibilities vary with differences in gene polymorphisms [10]. Modalities of personalized medicine, such as pharmacogenomics, vaccination strategies, and biobanking, must consider population genomics. Epidemiology of infectious diseases and metabolic syndromes is influenced by environments and lifestyle, emphasizing the need for global engagement in personalized medicine [2].

4. Conclusion

To ensure ongoing relevance in an era increasingly characterized as the “age of personalization,” the biomedical community must collectively pursue Personalized and Precision Medicine no longer as an ambitious research agenda but instead as an established scientific reality. Sociocultural sentiment now demands maximal integration of user-driven genomics, proteomics, metabolomics, microbiomics, and other -omics modalities into both new investigative initiatives and the critical maturation of long-established research projects. Unrelenting attention must also focus on the adoption of Personalized and Precision Medicine practices as an expected norm within the entirety of biomedical regulatory oversight, governance, and supporting infrastructure, toward knowledge production and technologies that unite prevention, early detection, early intervention, real-world mitigation, and response into cohesive, adaptive, and anticipatory encounters with human ill health, injury, or impairment. Disengagement from the reimagined, broadened, and now inherently user-driven vision of Personalized and Precision Medicine threatens to reduce the once-celebrated pursuit, originally conceived in service of biomedicine’s grand societal challenge, to its current narrow incarnation as a simplistic journey extending from genome sequencing to drug discovery, with no direct connection to the still-elusive goal of Personalized and Precision Medicine and no useful remainder among the thousands of other dependencies still largely

uninvestigated that collectively bear down on the many 21st-century health challenges evident round the globe [1,2].

Those remaining services encompass a myriad of dimensions operating through myriad principles and entities among myriad efforts pursued around the world. Given the fundamentally free enterprise context of biomedical knowledge production and technology development, broadening the scope of the shared journey beyond the mistaken interpretation of Personalized and Precision Medicine and its overly narrow real-world illustrations extends the agenda to incorporate the emergent and needed convergence of biomedicine into public health, medicine into well-being, and therapeutics into anticipatory actions.

References:

1. V. Uzilov, A., Ding, W., Y. Fink, M., Antipin, Y., S. Brohl, A., Davis, C., Yee Lau, C., Pandya, C., Shah, H., Kasai, Y., Powell, J., Micchelli, M., Castellanos, R., Zhang, Z., Linderman, M., Kinoshita, Y., Zweig, M., Raustad, K., Cheung, K., Castillo, D., Wooten, M., Bourzgui, I., C. Newman, L., Deikus, G., Mathew, B., Zhu, J., S. Glicksberg, B., S. Moe, A., Liao, J., Edelmann, L., T. Dudley, J., G. Maki, R., Kasarskis, A., F. Holcombe, R., Mahajan, M., Hao, K., Reva, B., Longtine, J., Starcevic, D., Sebra, R., J. Donovan, M., Li, S., E. Schadt, E., & Chen, R. (2016). Development and clinical application of an integrative genomic approach to personalized cancer therapy. ncbi.nlm.nih.gov
2. Akhoon, N. (2021). Precision Medicine: A New Paradigm in Therapeutics. ncbi.nlm.nih.gov
3. de Leon, J. (2009). The Future (or Lack of Future) of Personalized Prescription in Psychiatry. [PDF]
4. Huber, M. & Huber, B. (2019). Innovation in Oncology Drug Development. ncbi.nlm.nih.gov
5. M. Lauschke, V., Zhou, Y., & Ingelman-Sundberg, M. (2019). Novel genetic and epigenetic factors of importance for inter-individual differences in drug disposition, response, and toxicity. ncbi.nlm.nih.gov
6. Ahmed, Z. (2020). Practicing precision medicine with intelligently integrative clinical and multi-omics data analysis. ncbi.nlm.nih.gov
7. De Maria Marchiano, R., Di Sante, G., Piro, G., Carbone, C., Tortora, G., Boldrini, L., Pietragalla, A., Daniele, G., Tredicine, M., Cesario, A., Valentini, V., Gallo, D., Babini, G., D'Oria, M., & Scambia, G. (2021). Translational Research in the Era of Precision Medicine: Where We Are and Where We Will Go. ncbi.nlm.nih.gov
8. Ahmed, Z., Mohamed, K., Zeeshan, S., & Dong, X. Q. (2020). Artificial intelligence with multi-functional machine learning platform development for better healthcare and precision medicine. ncbi.nlm.nih.gov
9. Derraz, B., Breda, G., Kaempf, C., Baenke, F., Cotte, F., Reiche, K., Köhl, U., Nikolas Kather, J., Eskenazy, D., & Gilbert, S. (2024). New regulatory thinking is needed for AI-based personalised drug and cell therapies in precision oncology. ncbi.nlm.nih.gov
10. M. Drake, T., R. Knight, S., M. Harrison, E., & Søreide, K. (2018). Global Inequities in Precision Medicine and Molecular Cancer Research. ncbi.nlm.nih.gov

УДК 614

Tureerah Rehman
Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

INNOVATIONS IN PUBLIC HEALTH: EPIDEMIOLOGY, GLOBAL HEALTH SECURITY, AND PANDEMIC PREPAREDNESS

Abstract: Public health is undergoing a period of rapid transformation driven by new technologies, stronger global collaboration, and innovative analytical tools. This article explores how modern approaches in epidemiology- such as real time disease surveillance, digital data platform, and predictive modeling are reshaping our ability to detect and respond to health threats. Particular attention is given by global health security, where coordinated international actions, transparent information sharing, and unified response strategies help limit the spread of emerging infections. The article also examines pandemic
preparedness, highlighting the importance of early-warning systems, trained healthcare personnel, resilient supply chains, and community engagement. Overall, the analysis shows that innovations is essential for building stronger, more adaptive public health systems capable of protecting populations in an increasingly interconnected world.

Keywords: epidemiology, public health, global health security disease surveillance, predictive models, pandemic preparedness, digital technologies, early-warning systems.

1. Introduction

A fundamental transformation is underway in public health. Aging populations, urbanization, global mobility, globalization, and climate change are affecting disease outbreaks and people's health worldwide. The COVID-19 pandemic is an alarming signal of how health systems can be overwhelmed with devastating social and economic consequences. It is also an opportunity to rethink and enhance the global approach to public health by addressing major gaps with truly game-changing innovations that will increase the capacity of each country and the entire world to prepare for, avert, detect, respond to, and mitigate health threats. Major advances in epidemiology, global health security, and pandemic preparedness offer key opportunities to transform public health.

The COVID-19 pandemic is a landmark event that will reshape the world. Governments, business partners, civil society organizations, health professionals, and academia must prepare for current threats and future ones by becoming proactive rather than reactive and by acting collectively. The challenges humanity faces are so profound that no country can go it alone.

2. Advancements in Epidemiology

The digital revolution and the acclaimed 'big data' paradigm are transforming epidemiology through new capabilities—global reach and real-time data capture—

that shape social organization and provide solutions to pressing global challenges [2].

2.1. Digital Surveillance and Real-Time Data Analytics

Digital disease surveillance, a core component of public health, has been revitalized and expanded in recent years under the banner of digital epidemiology. The term refers to the systematic collection and analysis of data from digital sources to monitor health conditions at the population level [3]. These data can comprise anything from online health-seeking behavior and movements recorded by mobile phones to the signals emitted by social media platforms and smartphones. [4]. Routine reporting of confirmed cases requires health care and laboratory access, which may not be universal, and conventionally employed data often arrive too late for preventive interventions.

2.2. Genomic Epidemiology and Pathogen Surveillance

Pathogen genomic data substantially enhance public-health preparedness for infectious diseases [5]. This information aids the detection and characterization of new pathogens and offers insights into their epidemiological dynamics, guiding mitigation strategies from outbreak inception.

2.3. Epidemiological Modeling and Forecasting

Epidemiological modeling forecasts the trajectory of infectious diseases, anticipating the spread of pathogens within and across populations. Mathematical models characterizing the temporal spread of disease have been instrumental in predicting epidemic dynamics for nearly a century.

3. Global Health Security: Frameworks and Innovations

Global health security encompasses efforts to prevent the emergence of infectious diseases, as well as to detect and respond when such events nevertheless occur. The high threat associated with emerging infections is borne out by their increasing incidence, the diversity of their origins.

3.1. International Health Regulations and Compliance Mechanisms

Recent global health emergencies underscore the need for systematic approaches to epidemics, with primacy given the International Health Regulations (IHR) adopted in 2005. Federal systems need to rigorously implement the new capacities and compliance mechanisms they stipulate [10]. Despite isolated pandemic assessments broadly asserting compliance—widely endorsed at the 2016 World Health Assembly with the adoption of the Global Health Emergency Preparedness Framework—performance remains patchy.

3.2. Laboratory Networks and Verification Systems

The European epidemic surveillance network of WHO focuses on national primary and referral laboratories as the first line of response to any emerging epidemic outbreak of infectious disease.

3.3. Financing and Incentive Structures for Global Preparedness

The global pandemic response has often followed cycles of panic and neglect, leaving the world vulnerable to outbreaks. Quantifying the economic costs of pandemics is challenging.

4. Pandemic Preparedness: Preparedness, Response, and Resilience

Health systems globally are ill-equipped to respond to pandemics that will occur in the coming decades. A credible scenario predicts that a new pandemic will emerge between early 2020 and 2040 with a probability greater than 60%, with the frequency of events increasing dramatically to 2030 [13].

4. Healthcare System Resilience and surge Capacity

The frequency and public health impact of infectious disease outbreaks has increased in recent decades. To prepare effectively for future pandemics and reduce their pandemic impacts, it is important to enhance healthcare system resilience and surge capacity [15]. To meet demand and support clinical care, healthcare systems must identify potential points of action to enhance surge management practices.

5. Cross-Cutting Innovations: Data Governance, Ethics, and Equity

The COVID-19 pandemic highlighted the need for widespread and effective public health interventions. Large-scale contact tracing remains unwieldy, time-consuming, and expensive for most countries. The availability of a reliable vaccine appears to be the one critical factor that could change the worldwide prospects for this virus.

5.1 Equity consider at all stages of preparedness

The COVID-19 pandemic starkly illustrated how unequal access to health resources can hamper effective response and recovery at local, national, and global levels. Biopharmaceutical countermeasures, including vaccines, therapeutics, and diagnostic tests, are often distributed through commercial markets—placing them out of reach for vulnerable populations [21].

5.2. One Health and Intersectoral Collaboration

Human modification of natural ecosystems has generated multiple hotspots of emerging infectious diseases, with linkages from wildlife to livestock and human populations. Over 70% of newly emerging diseases are of zoonotic origin, and outbreaks can threaten food security..

6. Case Studies: Recent Exemplars and Lessons Learned

The following case studies document another aspect of the organization’s engagement with the pandemic. Highlighting weaknesses in systems for the detection, containment, and mitigation of biological events, they underscore the interconnectedness of system components and the need for comprehensive analysis of their interactions. Training experiences documented at RTI International draw on in-person, online, and self-directed components to enhance the capacity of the public health workforce [25].

7. Policy Implications and Implementation Pathways

Epidemiological innovations such as digital surveillance are narrowing geographic and temporal gaps in outbreak detection, enabling more timely data-informed interventions [20].

Conclusion

The COVID-19 pandemic was associated with many impactful innovations in the fields of epidemiology, health security, and public health preparedness. Significant developments in epidemiology included enhanced digital surveillance provide better real-time data on infectious disease events, genomic epidemiology facilitating pathgen sequencing and tracking, and improved modelling and forecasting to assess transmission risk and impact.

References:

1.Singh Bedi, J., Vijay, D., Dhaka, P., Paul Singh Gill, J., & B. Barbuddhe, S. (2021). Emergency preparedness for public health threats, surveillance, modelling & forecasting. ncbi.nlm.nih.gov.

2.Velasco, E. (2018). Disease detection, epidemiology and outbreak response: the digital future of public health practice. [PDF].

3.Eckmanns, T., Füller, H., & L. Roberts, S. (2019). Digital epidemiology and global health security; an interdisciplinary conversation. [PDF].

4.Kostkova, P., Saigí-Rubió, F., Eguia, H., Borbolla, D., Verschuuren, M., Hamilton, C., Azzopardi-Muscat, N., & Novillo-Ortiz, D. (2021). Data and Digital Solutions to Support Surveillance Strategies in the Context of the COVID-19 Pandemic. ncbi.nlm.nih.govT. Ladner, J., D. Grubaugh, N., G. Pybus, O., & G. Andersen, K. (2019). Precision epidemiology for infectious disease control. ncbi.nlm.nih.gov.

5.Sinha, S. (2022). Modeling-informed policy, policy evaluated by modeling: Evolution of mathematical epidemiology in the context of society and economy. [PDF].

6.Chowell, G., Viboud, C., Simonsen, L., Merler, S., & Vespignani, A. (2017). Perspectives on model forecasts of the 2014-2015 Ebola epidemics in West Africa: lessons and the way forward. [PDF]. DOI: 10.1186/s12916-017-0811-y EDN: STPYJD

7.Nouvellet, P., Cori, A., Garske, T., M Blake, I., Dorigatti, I., Hinsley, W., Jombart, T., L Mills, H., Nedjati-Gilani, G., D Van Kerkhove, M., Fraser, C., A Donnelly, C., M Ferguson, N., & Riley, S. (2018). A simple approach to measure transmissibility and forecast incidence. [PDF].

8.PhD Huang, Y. (2016). DIPL 6277 NA Global Health, Bioterrorism, and International Security. [PDF].

9.Bennett, B. & Carney, T. (2017). Public health emergencies of international concern: Global, regional, and local responses to risk. [PDF].

10.P. Fidler, D., Wilson, K., McDougall, C., & Lazar, H. (2008). Strategies for Implementing the New International Health Regulations in Federal Countries. [PDF].

11.Albiger, B., Revez, J., Claire Leitmeyer, K., & J. Struelens, M. (2018). Networking of Public Health Microbiology Laboratories Bolsters Europe's Defenses against Infectious Diseases. ncbi.nlm.nih.gov.

12.Yamey, G., Schäferhoff, M., Kristian Aars, O., Bloom, B., Carroll, D., Chawla, M., Dzau, V., Echalar, R., Singh Gill, I., Godal, T., Gupta, S., Jamison, D., Kelley, P., Kristensen, F., Mundaca-Shah, C., Oppenheim, B., Pavlin, J., Salvado, R., Sands, P., Schmunis, R., Soucat, A., H Summers, L., El Turabi, A., Waldman, R., & Whiting, E. (2017). Financing of International Collective Action for Epidemic and Pandemic Preparedness.. [PDF].

13.Maccaro, A., Audia, C., Stokes, K., Masud, H., Sekalala, S., Pecchia, L., & Piaggio, D. (2023). Pandemic Preparedness: A Scoping Review of Best and Worst Practices from COVID-19. ncbi.nlm.nih.gov. DOI: 10.3390/healthcare11182572 EDN: EJQPMW

14.Stikova, E., Gjorgjev, D., & Karadzovski, Z. (2010). Strengthening the Early-Warning Function of the Surveillance System: The Macedonian Experience. ncbi.nlm.nih.gov.

15.R. Post, E., Sethi, R., A. Adeniji, A., J. Lee, C., Shea, S., Metcalf, R., Gaynes, J., Tripp, K., & D. Kirsch, T. (2023). A Multisite Investigation of Areas for Improvement in COVID-19 Surge Capacity Management. ncbi.nlm.nih.gov.

16.Daems, R. & Maes, E. (2022). The Race for COVID-19 Vaccines: Accelerating Innovation, Fair Allocation and Distribution. ncbi.nlm.nih.gov. DOI: 10.3390/vaccines10091450 EDN: CBIOPA

17.Dickmann, P., Bhatiasevi, A., Chaib, F., Baggio, O., Banluta, C., Hollenweger, L., & Maaroufi, A. (2016). Biological Risks to Public Health: Lessons from an International Conference to Inform the Development of National Risk Communication Strategies: Report of an international conference on risk communication strategies before, during, and after public health emergencies, Rabat, Morocco, October 22-23, 2015. ncbi.nlm.nih.gov.

18.Henderson, J., R. Ward, P., Tonkin, E., B. Meyer, S., Pillen, H., McCullum, D., Toson, B., Webb, T., Coveney, J., & Wilson, A. (2020). Developing and Maintaining Public Trust During and Post-COVID-19: Can We Apply a Model Developed for Responding to Food Scares?. ncbi.nlm.nih.gov.

19.D. Goldstein, N. & D. Sarwate, A. (2016). Privacy, security, and the public health researcher in the era of electronic health record research. ncbi.nlm.nih.gov.

20.Velasco, E. (2018). Disease detection, epidemiology and outbreak response: the digital future of public health practice. ncbi.nlm.nih.gov.

21.Hoven, H., Dragano, N., Angerer, P., Apfelbacher, C., Backhaus, I., Hoffmann, B., Icks, A., Wilm, S., Fangerau, H., & Söhner, F. (2022). Striving for Health Equity: The Importance of Social Determinants of Health and Ethical Considerations in Pandemic Preparedness Planning. ncbi.nlm.nih.gov. DOI: 10.3389/ijph.2022.1604542 EDN: QFIDCE

22.R. Kelly, T., Machalaba, C., B. Karesh, W., Zielinska Crook, P., Gilardi, K., Nziza, J., M. Uhart, M., Alandia Robles, E., Saylors, K., O. Joly, D., Monagin, C., Mulembakani Mangombo, P., Mbala Kingebeni, P., Kazwala, R., Wolking, D., Smith, W., & A. K. Mazet, J. (2020). Implementing One Health approaches to confront emerging and re-emerging zoonotic disease threats: lessons from PREDICT. ncbi.nlm.nih.gov.

23.J Degeling, C., Johnson, J., Kerridge, I., Wilson, A., P Ward, M., Stewart, C., & L Gilbert, G. (2015). Implementing a One Health approach to emerging infectious disease: Reflections on the socio-political, ethical and legal dimensions. [PDF].

24.R. Ryan, J. (2016). Case Studies. ncbi.nlm.nih.gov.

25.L. Nelson, A., Bradley, L., & D. M. MacDonald, P. (2018). Designing an Interactive Field Epidemiology Case Study Training for Public Health Practitioners. [PDF].

УДК 61:004.8

Hussain Yusra
Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN CLINICAL DIAGNOSTICS: FOUNDATIONS, METHODS, AND IMPLICATION

Abstract: Artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and deep learning (DL) are constantly changing the scope and value of clinical diagnostics, providing an opportunity to improve efficiency by providing automated analysis of images, signals, and clinical data. While these systems will not mimic thinking or reasoning like trained professionals, there are tremendous possibilities for improving clinical accuracy and efficiency in research and clinical applicability. Open-source solutions, annotated data-driven datasets, and scalable computing are helping to create a path forward to speeding up the introduction of AI, ML, and DL in the clinical specialties of radiology, pathology, dermatology, and genomics. In order to successfully deploy these technologies, standards must exist around what data is used and considered; that data must be vetted and the technology and system must meet safety and performance standards so the technology meets a globally endorsed approach, especially in an applied diagnostic context. For reproducibility and regulatory purposes, it is important to ensure that data can be traced in terms of origin and is structured in a systematic way, while annotations are clearly defined or noted. These standards are working in the background to accelerate efforts to develop robust AI-driven predictive systems that enhance the expertise of hospitals to provide quality care to patients.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, deep learning, clinical diagnostics, data validation, diagnostic standards, biomedical imaging, and algorithm performance.

1. Introduction

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML), particularly deep learning (DL), profoundly impact many scientific and industrial fields. Applied to medicine, these technologies promise to transform healthcare in ways analogous to prior revolutions in sterilization, imaging, and genomics. Their potential is particularly seen in clinical diagnostics, where automated processing is now feasible for various image, waveform, and tabular data formats. However, AI/ML cannot yet accomplish the sophisticated inductive reasoning inherent to clinical evaluation, which remains the exclusive domain of health professionals.

Research questions motivating this review include the following. How may AI and ML augment and synergize with human capabilities in clinical diagnostics? What related data, standards, and principles underpin the development, benchmarking, and deployment of diagnostic algorithms to assist clinical practice? What ML techniques support a broad spectrum of tasks within clinical diagnostics? How do these techniques manifest in real-world applications across diverse diagnostic domains? What evaluation metrics, frameworks, guidelines, and

regulatory considerations shape the development of candidate systems? What opportunities enhance system performance, accessibility, and uptake? Together, these inquiries suggest promising avenues for ongoing investigation that address critical barriers and explore considerable opportunities in the safe application of AI/ML to clinical diagnostics.

2. Foundations of AI and ML in Healthcare

Artificial Intelligence (AI) concerns the capacity of machines to mimic intelligent behavior. Machine Learning (ML) refers to the study of algorithms enabling automatic learning from data without explicit programming. Deep Learning (DL) implements ML using neural networks with sophistication layered into multiple stages, facilitating initial raw signal, feature extraction, and representation abstraction from various data types such as images, voice, text, and videos. Individually and collectively, the advances of AI, ML, and DL constitute the most transformative technological innovation to date. Further, their operational principles, practical applications, potential limitations, and future research directions have been widely investigated across many sectors, including agriculture and horticulture, banking and finance, energy, fashion, education, insurance, logistics, marketing, manufacturing, materials development, tourism, transport, and biomedicine. The associated deliverables boast prospects as yet unavailable to humanity.

AI/ML/DL in biomedicine yields diagnostic images, analysis of textual medical records, predictive genomics, among others, opening new frontiers in biological and biomedical research. Promises include early detection and prevention of diseases, selection of precise therapeutic agents, prediction of molecular target networks, discovery of generalize experimental protocols, automation of clinical procedures, and computer-aided diagnosis. Correspondingly, pertinent questions arise around the predictors of clinical decision-making and the feasibility of estimating confidence measures. Among the fastest developing AI/ML/DL applications, computer-aided diagnostic systems, particularly in pathology, radiology, and dermatology, affords an opportunity to build automated diagnostic programs. Current AI/ML/DL libraries, open-source well-annotated data sets, and freely available proficient computation facilitate prototyping, training, and validating machine-learning-based diagnostic models and distributed models to hospitals with real applications. Less than a decade after the birth of the bioimage analysis community, and expedited by the COVID-19 pandemic, potential flows indefinitely for the implementation of AI {1, 2].

3. Data, Standards, and Validation in Clinical Diagnostics

The data-driven nature of machine learning raises several issues regarding the definition, preparation, provenance, quality, and validation of the information supplied to diagnostic systems. The data used for diagnostic tasks may come from disparate sources and may take multiple forms, including structured (tabular), unstructured (text), image, signal, and graph data. Such data can originate from

electronic health records (EHRs), medical imaging devices (e.g., X-ray, MRI, CT scans), genome analysers, and wearable devices. Modern medical practice involves extensive generation and collection of information on patients' health status, laboratory tests, clinical measurements, treatment plans, and patient feedback. Multiple health databases, population-genetic repositories, and open-access databases exist. Furthermore, data preparation entails checking quality, removing unwanted artifacts, compensating for measurement deviations and extraction errors, sensitive information [3]. Validation considers whether the procedure measures what was intended and whether the acquired data meets the expectations for use. Continuous model updates impose additional challenges.

Meeting mandatory international standards for safety and accuracy whenever devices impact patient health or safety is paramount. In such cases, approval by competent authorities is a prerequisite. The choice of standards depends on the specificity of the objectives and the nature of the diagnostics, and guidance is available for selecting those appropriate for the medical sector. In diagnostics, interpretation generally lacks formal consensus, so datasets should be established and, wherever feasible, publicly shared. Consequently, clarity regarding nomenclature, structure, types, and formats enhances data usability across applications, tools, and software. Graphical representation is often advantageous for reporting comprehension, conveying no redundant information, and communicating visual features. Structured information can be represented as tables, while assessments of individual objects may be captured in structured annotations stored in separate files or databases. A conceptual overview of data provenance helps judge its appropriateness and anticipate complementary sources, ensuring acquisition from diverse perspectives and allowing temporal integration when needed.

4. Applications in Diagnostic Domains

Artificial intelligence and machine learning assist clinical diagnosis from imaging and other data types [2]. The fields of radiology, pathology, genomics, and electronic health records provide the most traction to date. These applications foster higher performance and greater ease of use than alternatives, particularly for orthogonal support such as risk stratification or phenotyping [5].

Applications consist of three imaging-based categories and two other modifies. The detection or location of a disease on a visual signal constitutes a prime diagnostic task, with lesions or anatomical structures often searched in particular. Unscreened images generally require high-quay, segmentation-free, and verified content, as observing ability hinges on the human-readable nature of the information. All considered genomics tasks fall between solely explanatory approaches and explanatory methods that advise via much additional information from the image domain. Collectively, these fields command strong acuity in their applications, and nearly every high-profile—National Institute of Health, European Union, etc.—bureau identifies such commonly. Macro-organisms classify individual proteins,

genomes segment infected bacteria, oral health gathers cleansing-turnover sequences, and psychopathologies segment irritated content.

4.1. Radiology and Medical Imaging

Given the ubiquity of medical imaging in clinical practice, radiology is one of the first domains where machine learning (ML) methods have been adopted. Radiological tasks, including detection, segmentation, and classification, represent an active area of research, covering a variety of imaging modalities, such as X-ray, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), and positron emission tomography (PET) [6].

The availability of large datasets of medical images has spurred the development and use of automated systems to mitigate the increasing burden on radiologists. Such systems enhance productivity by performing repetitive tasks, for example, detecting, counting, and measuring lesions in extensive imaging collections. Quantitative measurements provide more precise descriptions of the patient's state and, therefore, enable a more consistent comparison between and within studies. Several software programs are already used in clinical practice. Such tools allow radiologists to oversee the results and incorporate quantitative summaries in their reports. End-to-end frameworks have also been proposed that completely automate the analyses, generating diagnosis-related reports directly from the images [7].

The range of tasks being investigated for radiological images extends from standard computer-aided systems to both low-level preprocessing and high-level image understanding [8]. Acquisition optimization has been approached as an ML problem to reduce scan times, identify lesions, and select the best imaging sequences. Generative models have been proposed to augment training datasets. For under-determined inverse problems such as de-noising, de-blurring, or super-resolution, inferring images in the internal image manifold of a given collection of reference images constitutes an effective, low-parameter solution. Such performance effectively relies on the diversity of the reference images and the pre-estimation of equivalence classes.

Automated or semi-automated annotation of medical images has been addressed as well and can be viewed as a step towards a human-machine interface. The automatic annotation of images via auxiliary annotations such as the patient report can significantly reduce the need for costly expert annotations, which has led to the idea of vault training. Transductive approaches are particularly appealing with such setups since they allow for the incorporation of both image and text modalities. Among the few modalities still lacking application of ML, 2D colour images are currently being considered.

4.2. Pathology and Digital Morphology

In pathology, a historical slide-based workflow has transitioned to direct computational analysis of digitized whole-slide images. Whole-slide imaging captures histological preparations at the level of a glass microscope slide, enabling

high-fidelity reproduction of cellular structures. Digital slides facilitate diverse interactions for diagnostic, educational, and research purposes. Primary tasks include tissue identification and region-of-interest discovery, tissue segmentation and quay control, and recognition of histological patterns, anatomical entities, tumor types, and grading criteria. Various approaches, such as weakly supervised learning utilizing multicast datasets with annotation only on set-based labels, exploit large amounts of available digital pathology data to address these tasks. Recent techniques in digital morphology target domain translation from various preparation techniques and staining protocols, plug-in applications for tissue analysis, and interactive devices to supplement micronaut in situ analysis [5].

4.3. Genomics and Precision Diagnostics

Genomics and precision diagnostics capitalize on large-scale multi-omics data, including genome sequencing, to improve understanding of health and disease. Indeed, incorporated genomics leads to a better diagnosis and treatment strategy when integrated with other data types, such as image and text. Whole-genome sequencing, advanced imaging, and machine-learning/artificial-intelligence platforms may delineate disease risk in adults too. Data sharing barriers and privacy considerations challenge public health. Clinical genomics evolves from pathogenicity claims to quantitative-risks estimation, extending individualized medicine. Consequently, genomics-driven precision diagnostics aim to enable targeted therapeutics, modify current clinical practices, and ultimately boost patient outcomes.

Advanced combining outperforms each omics alone. For instance, augmenting clinical, genomics, and magnetic resonance provides a more appropriate preoperative strategy than considering genomics only [9]. The human genome consists of three bio-information layers, including DNA sequence, regulatory information, and epigenomics. Regulations are tissue- or cell-type-dependent, yet manifold different cell types and developmental processes induce extra spatial and time-media layers. Consequently, the true biological principles reside in multi-omics interaction.

5. Evaluation, Standards, and Regulatory Considerations

The performance evaluation of a diagnostic algorithm is one of the most important aspects of its development prior to clinical application. Proper assessment of such algorithms involves various metrics to quantify their discriminatory power, calibration properties, and clinical utility, as well as the establishment of independent external validation datasets suitable for monitoring generalization capabilities [3]. The systematic sampling of these data also plays a decisive role that the information contained in the fully annotated subset is representative, ensuring its diagnostic performance is adequately characterized. In addition, data bias source from sampling and differential categories, together with fairness metric computation and mitigation techniques are also critical considerations during the preparation and performance evaluation of diagnostic algorithms. Interpretable and transparent

models remain crucial for establishing reliable trust prior to deployment, while computationally expensive post-hoc explanations are often utilized once fully annotated data are available. A clear understanding about the trust calibration of their algorithms is equally important, which leads to a more when the capabilities and limitations of their systems are effectively communicated to clinicians. Finally, preparatory measures such as obtaining clear documentation regarding necessary approvals and regulatory section, and implementing post-market surveillance plans to collect usage and performance data, are pivotal for guiding the boost of diagnostic algorithms even prior to their clinical use [11].

5.1. Performance Metrics and Validation Frameworks

Performance metrics characterize the accuracy and relevance of a model's predictions across various diagnostic tasks, directly informing regulatory processes, prospective purchasers, and potential users [11]. Guidelines for AI-enabled systems advocate the inclusion of complementary metrics, such as calibration and clinical utility [12]. Furthermore, a published validation plan documenting external datasets, deployment scenarios, and evaluation protocols enhances clarity [13].

Several widely-employed metrics quantify performance for disease classification tasks. When positive labels partition the data into two mutually exclusive classes and a binary-valued probability output accompanies each prediction, accuracy (the proportion of correctly identified instances) and the area under the receiver operating characteristic curve (AUC/ROC)—the probability that the model ranks a randomly chosen positive instance higher than a randomly chosen negative example—represent standard choice metrics. Calibration of the output probabilities provides insight into the model's confidence and helps prevent over-reliance on uncertain predictions. Decision curve analysis quantifies the net benefit of applying a model compared to using the training labels alone (no model treatment) or treating all instances as positive (treatment of all). Clinical utility measures the expected outcome (such as the number of days until a non-cancerous examination) associated with applying a model given the accepted cost of a false negative and a false positive.

5.2. Bias, Fairness, and Generalize-ability

Algorithms increasingly assist clinicians in medical decision-making. However, their reliable and equitable performance across patient demographics remains critical. Such models may unintentionally propagate or amplify societal biases, risking wide-ranging repercussions. For instance, in computational medicine, distinct risk factors for cardiovascular events arise in different ethnic groups, yet algorithms trained on biased datasets deliver unequal performance levels [14]. Thus, a systematic evaluation of bias and fairness in healthcare-biology links predicated on population-wide input distributions is essential [15].

Bias—defined as the difference between expected and considered ground-truth values—can emerge from various data facets, including feature representation and operational context. Fairness—referring to equitable treatment across

population subgroups—finds definition through multiple metrics tied to distinct notions of equality. Several strategies exist to mitigate bias and enhance fairness, with pre-processing, in-processing, and post-processing frameworks targeting data, model, or output characteristics. Furthermore, approaches leveraging domain adaptation, variously termed transfer learning or domain-invariant feature learning, facilitate generalization across heterogeneous patient populations.

5.3. Explain ability, Transparency, and Clinician Trust

Clinician trust in an AI/ML system fundamentally depends on transparency [16]. Transparency denotes the extent to which the rationale for the system's decisions is understandable to users and stakeholders; it encompasses information outside the system itself regarding who was involved in developing it, which data were used, any potential conflicts of interest, and what adverse effects might result from its use. Because the design and objectives of the system have a significant impact on its functionality, transparency also includes an opportunity for the clinician to verify the objectives and clinical scenario considered before the design process began; when the system is validated and deployed, transparency should continue to provide insight into whether other criteria have been incorporated that would alter its initial intended purpose. Interactive clarification of such information during the design stages helps build trust, because stakeholders are then more certain it will accomplish the desired functions without unintended side effects.

Trustworthy systems are perceived as engaging in desirable behaviors that align with user expectations. Although an ambiguous definition exists, the term is frequently applied to imply that the system meets the confidence levels specified by its users; models qualifying as trustworthy are also commonly understood to utilize interpretable methods, allowing the reason for any given prediction to be articulated. Clinicians place considerable trust in predictive models if they are sensitive, well-calibrated, and accurate, making the provision of reliable confidence estimates a common priority during development. An integrated approach to explain-ability enables the simultaneous pursuit of predictive performance and transparency, establishing a path toward the deployment of trustworthy models in clinical environments.

6. Deployment, Integration, and Human–AI Collaboration

To realize the potential of AI and ML systems for clinical diagnostics, they must be seamlessly integrated into existing healthcare workflows [17]. Such systems may either operate within the electronic health record (EHR) environment or reside on edge devices close to the point of care. For validation, assessment of key performance indicators may be incorporated into routine processes without requiring dedicated datasets or new evaluation protocols. When integrated within EHR systems, applications should ideally deliver results within seconds of the requisition being entered to minimize the risk of disruptions to the workflow [18]. If real-time processing is not possible, the use of offline or edge processing may help, as the task is completed before the clinician intervenes. Real-time diagnostic support allows for

human–AI collaboration, which can improve decision-making and increase efficiency [19]. To achieve this, AI-generated cues or suggestions should be provided to the clinician in the manner most conducive to optimal decision-making.

The user experience (UX) design must adhere to fundamental principles of user interface (UI) and UX design, with the aforementioned decision-support information presented clearly and unambiguously without excessive cognitive load. Ideally, the clinician should be aware of the presence of an AI module without being distracted by irrelevant information. Any AI-contributed evidence must be integrated into the existing case rather than presented as a separate item. For instance, the output of an AI module that spots and delineates abnormalities on an imaging study should appear on the same screen as the study, rather than separately. Information generated by the AI system should also be presented alongside existing patient data, rather than on a distinct summary page that the clinician must remember to navigate to.

Risks associated with the incorporation of AI and ML systems into clinical practice arise at several levels. Hazards must be identified beforehand, and loss scenarios characterized by previously defined hazard analysis approaches such as the ones recommended in ISO 14971 commended. As adverse incidents occur, a reporting system offering opportunities for staff and patients to flag problems should be in place. Where possible, built-in safeguards should strive to preemptively avert predicted significant losses. Safety-critical components in support of AI diagnostics merit a thorough analysis of fallback actions that inform the clinician of the system's limitations, such as an indication of the circumstances under which the ML model has not been trained.

6.1. Workflows, Edge Computing, and Real-Time Diagnostics

The architecture of AI/ML systems for clinical diagnostics directly correlates with their integration into clinical workflows and the capacity for real-time or near-real-time diagnostics. Distinct architectural choices and considerations arise as soon as the AI or ML model is trained and ready for deployment, particularly in relation to the location at which inference occurs, the latency of the model, and the design of the workflows around making predictions and presenting them to the end user.

During training, the use of extensive polysomnographic data provides incremental, clear, and gradual understanding of the process of learning to condense long electroencephalography (EEG) signals from sleep studies into informative summaries, which focus attention on appropriate locations and accurately express the electronic sleep therapy. After zero-shot training, the latest version of a model, which combines 83,886 hours of polydrug-relevant speech from 254 drug classes comprising criminalization and politicized speech dating back as far as 1930, allows the fine-grained generation of drug representations across the entirety of the drug space. Given a drug representative in the form of a name, chemical notation, or text prompt connecting multi-drug sub-spaces, controllable bridging across entirely separate drug areas can be efficiently and coherently achieved, with verb-based

imagination completion prompting the artificial intelligence (AI) to mirror trends in illicit usage that remain only rational at a socio-economical level.

Edge device performance and lifespan can be monitored through teleradiology, either on a networked device or one connected to an AI-assisted recording panel, enabling outlier identification and the correction of analyzing discrepancies. Many intermediate consolidation approaches have been proposed to narrow the longer averaging and re-mapping periods that postpone the active usefulness of such technological installations [20].

6.2. User Interface Design and Clinician Interaction

Effective design of user interfaces for artificial intelligence (AI) systems is essential for their successful implementation in clinical practice. Succeeding despite limited deployment, AI is perceived by clinicians as valuable for enhancing the diagnostic process. However, concurrent efforts to decrease time and enhance reliability often compromise user control and the interpretability of underlying operations, compound difficulties in constructing a meaningful understanding of acquired knowledge, and fail to account for established clinician interaction patterns with traditional diagnostic systems. User experience (UX) principles emphasize the necessity of balancing these and other competing factors early in design and re-evaluating them frequently thereafter [21]. Based on early conceptual and human-computer interaction studies of the clinical deployment of AI-assisted decision support, value derived from AI tools could enhance subsequent explanatory clarity, while also potentially assuring rapid, orderly engagement without hindering clinician accessibility to traditional data.

6.3. Risk Management and Safety Considerations

Artificial Intelligence (AI) continues to receive considerable attention regarding its potential to improve healthcare systems and patient care. These prospective advancements have resulted in a growing interest in the implications of AI on clinical practice and patient safety. Healthcare systems are complex organizations within which imbalances in multiple components—environment, human factors, technology, and care quality—can compromise patient safety. Patient safety embodies the ascertainment of conditions that preserve harm and mitigation of risks of harm during the provision of care. The Global Patient Safety Action plan 2021-2030 emphasizes the worsening problem of safety incidents worldwide. Clinical risk management adopts proactive and reactive tools and methods to support the identification, monitoring, and prevention of risks, notably incident reporting, record reviews, safety walk-around, and root cause analysis. Such practices furnish the necessary information required to formulate procedures, design training programs, and construct or adopt technology aimed at improving the quality of care. The integration of new technologies, particularly AI, represents one opportunity to minimize the occurrence of harm. AI—a technology capable of simulating intelligent human behavior—comprises machine learning, deep learning, and natural language processing, aiding clinical decision-making, data analysis, and

patient management through solutions such as electronic medical records and Internet of Medical Things devices. Despite the potential of AI to enhance healthcare quality, its application is subject to multiple limitations. An examination of AI's effect on clinical risk management identifies various incident types according to the WHO's International Classification for Patient Safety and assesses how AI supports the prevention of these incidents.

7. Ethical, Legal, and Social Implications

AI and ML technologies raise important ethical, legal, and social implications for healthcare systems and artificial intelligence. Several documents raise concerns about medical machine learning as it is still nascent and constantly evolving. The ethical principles are still evolving for many applications in health. Eight different ethical concerns arise from these documents. Legal and regulations regarding patient data protection are already harmonized in Europe under GPDR. In healthcare systems at present all concerns regarding medical machine learning are still open to a certain extent. The healthcare sector has a broad spectrum of different machine learning in healthcare answers to what is morally at stake when having medical diagnosis by means of algorithms. It goes considerably beyond the question of risk and harm. The concerns regarding privacy, lack of control, data protection, data fake, non-transparency, and lack of comprehensive education in healthcare still remain an open matter. The foundation of international ethics in health either has face-to-face contact or a non-supervised contact for machine learning in healthcare as still open.

8. Future Directions and Research Frontiers

Many research gaps and bottlenecks persist around technical methodologies, ovation approaches, regulatory pathways, and clinical integration of AI/ML technologies in diagnostics. Addressing these knowledge frontiers through fundamental and applied research is crucial to enable the safe and effective use of such solutions on a scale. In the context of clinical diagnostics, the following specific research directions deserve particular attention.

First, creating large-scale and high-quay diagnostic datasets remains a major challenge, especially for structured clinical data and genomic applications [5]. Exploratory analyses of publicly available datasets to generate synthetic data and establish ground truth represent important first steps. Enabling knowledge transfer across distinct datasets under a federated-learning paradigm also holds great promise. Second, the generation and robustness of diagnostic models across clinical settings, populations, devices, image acquisition protocols, and other environments require deeper investigation. This includes the development of more diverse training data and improved theoretical understanding of aspects such as domain adaptation, continual learning, and distribution shifts [8].

Third, further methodological development of data-efficient AI/ML frameworks in the absence of extensive, diverse, and high-quay training data constitutes another important frontier. Such frameworks enable substantial knowledge transfer and hold transformative potential for diagnostics, especially in

resource-constrained settings. Fourth, although these approaches can help achieve a higher degree of data efficiency, the importance of fostering reliability, interpretability, and trustworthiness principles for system designers in diagnostic AI/ML remains paramount. Finally, integrating AI/ML technology into clinical practice requires close collaboration among a diverse range of stakeholders, including engineers, clinicians, regulatory affairs sexists, computer scientists, ethical researchers, and hospital managers.

9. Conclusion

Artificial Intelligence and Machine Learning in Clinical Diagnostics: Foundations, Methods, and Implications

The speed of development and potential of ML applications in clinical diagnostics is staggering. The McKinsey Global Institute estimates that machine learning will transform health care by creating more than $600 billion in value annually by 2026. A scan of the research literature shows that, in the past three years alone, the number of articles containing “artificial intelligence,” “deep learning,” or “machine learning” anywhere in the title has more than doubled, and other terms related to these topics have also gained currency.

Moreover, not a single week seems to pass without announcements of new products and research projects that apply the latest ML methods to clinical diagnostics. Nonetheless, recent studies describe as much as 85 percent of health data as “dark”—underutilized or ignored because it cannot be analyzed with existing approaches—and progress in translating insights from ML into diagnostic practice remains uneven. On top of this, as evidenced by headlines about algorithmic bias and national discussions about the potential impact of ML on employment, these emerging technologies may intensify long-standing legal and ethical tensions surrounding the security and use of health data.

As practitioners grapple with shifting regulatory policies and requirements at the pace of scientific advancement, it is critical for all stakeholders to examine what is already known about how wide-ranging these trends may be and what AI/ML-empowered medical diagnostics of the future might entail. To support these discussions, this effort analyzes developments at the intersection of AI, ML, and clinical diagnostics.

References:

1. Habehh, H. & Gohel, S. (2021). Machine Learning in Healthcare. ncbi.nlm.nih.gov
2. A. Lepakshi, V. (2022). Machine Learning and Deep Learning based AI Tools for Development of Diagnostic Tools. ncbi.nlm.nih.gov
3. Chen, F., Laura Lu, H., & Simonetti, A. (2023). Practical Statistical Considerations for the Clinical Validation of AI/ML-enabled Medical Diagnostic Devices. [PDF]
4. H. Rashidi, H., K. Tran, N., Vali Betts, E., P. Howell, L., & Green, R. (2019). Artificial Intelligence and Machine Learning in Pathology: The Present Landscape of Supervised Methods. ncbi.nlm.nih.gov

5. Ali Ahmed, A., Abouzid, M., & Kaczmarek, E. (2022). Deep Learning Approaches in Histopathology. ncbi.nlm.nih.gov

6. Langs, G., Röhrich, S., Hofmanninger, J., Prayer, F., Pan, J., Herold, C., & Prosch, H. (2018). Machine learning: from radiomics to discovery and routine. ncbi.nlm.nih.gov

7. Zhang, Z. & Sejdic, E. (2019). Radiological images and machine learning: trends, perspectives, and prospects. [PDF]

8. Zeeshan Hameed, B. M., Prerepa, G., Patil, V., Shekhar, P., Zahid Raza, S., Karimi, H., Paul, R., Naik, N., Modi, S., Vigneswaran, G., Prasad Rai, B., Chłosta, P., & K. Somani, B. (2021). Engineering and clinical use of artificial intelligence (AI) with machine learning and data science advancements: radiology leading the way for future. ncbi.nlm.nih.gov

9. Ahmed, Z. (2020). Practicing precision medicine with intelligently integrative clinical and multi-omics data analysis. ncbi.nlm.nih.gov

10. Golden, G., Popescu, C., Israel, S., Perlman, K., Armstrong, C., Fratila, R., Tanguay-Sela, M., & Benrimoh, D. (2023). Applying Artificial Intelligence to Clinical Decision Support in Mental Health: What Have We Learned? [PDF]

11. Westphal, M., Zapf, A., & Brannath, W. (2019). A multiple testing framework for diagnostic accuracy studies with co-primary endpoints. [PDF]

12. Mahmood, U., Shrestha, R., D. B. Bates, D., Mannelli, L., Corrias, G., Erdi, Y., & Kanan, C. (2021). Detecting Spurious Correlations with Sanity Tests for Artificial Intelligence Guided Radiology Systems. [PDF]

13. Mercolli, L., Rominger, A., & Shi, K. (2022). Towards Quality Management of Machine Learning Systems for Medical Applications. [PDF]

14. Xu, J., Xiao, Y., Hui Wang, W., Ning, Y., A. Shenkman, E., Bian, J., & Wang, F. (2022). Algorithmic fairness in computational medicine. ncbi.nlm.nih.gov

15. K. Paulus, J. & M. Kent, D. (2020). Predictably unequal: understanding and addressing concerns that algorithmic clinical prediction may increase health disparities. ncbi.nlm.nih.gov

16. Mesinovic, M., Watkinson, P., & Zhu, T. (2023). Explainable AI for clinical risk prediction: a survey of concepts, methods, and modalities. [PDF]

17. Sujan, M., Furniss, D., Grundy, K., Grundy, H., Nelson, D., Elliott, M., White, S., Habli, I., & Reynolds, N. (2019). Human factors challenge for the safe use of artificial intelligence in patient care. ncbi.nlm.nih.gov

18. Arora, A. (2020). Conceptualising Artificial Intelligence as a Digital Healthcare Innovation: An Introductory Review. ncbi.nlm.nih.gov

19. Yu, F., Moehring, A., Banerjee, O., Salz, T., Agarwal, N., & Rajpurkar, P. (2024). Heterogeneity and predictors of the effects of AI assistance on radiologists. ncbi.nlm.nih.gov

20. Kharat, A., Duddalwar, V., Saoji, K., Gaikwad, A., Kulkarni, V., Naik, G., Lokwani, R., Kasliwal, S., Kondal, S., Gupte, T., & Pant, A. (2020). Role of Edge Device and Cloud Machine Learning in Point-of-Care Solutions Using Imaging Diagnostics for Population Screening. [PDF]

21. Hah, H. & Shevit Goldin, D. (2021). How Clinicians Perceive Artificial Intelligence–Assisted Technologies in Diagnostic Decision Making: Mixed Methods Approach. ncbi.nlm.nih.gov

УДК 616-089.843

Gupta Pranav, Kumar Punit
Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

REGENERATIVE MEDICINE AND ADVANCED BIOTECHNOLOGIES: FOUNDATIONS, INNOVATIONS, AND CLINICAL TRAJECTORIES

Annotation: Regenerative medicine is an emerging multidisciplinary field that restores normal functions by regenerating human or animal cells, tissues, and organs. Regenerative medicine employs multiple strategies, such as tissue engineering, stem cell therapy, and biomaterials for tissue recovery, reconstruction, or replacement. Moreover, the progress of regenerative medicine depends on the synergies between advancements in chemistry, biology, and engineering. Additionally, scientific advancements in gene therapy, gene editing technologies, biomaterials, and bioengineering are enhancing our capabilities in the field. Regenerative medicine has shown the potential to address a broad spectrum of clinical needs, such as skin and wound repair, organ failure (kidney, liver, and pancreas), cardiac valve repair, and orthopaedic interventions. This article explores the cellular and molecular mechanisms underlying tissue regeneration, the role of biomaterials, and scaffolds. Including this, cutting-edge technologies such as gene editing, bio-fabrication, 3D Bio-printing, and nanotechnology in regenerative medicine are also discussed.

Keywords: Regenerative medicine; Tissue engineering; 3D Bio-printing; Gene editing; Bio-fabrication; Stem cells

1. Introduction

Regenerative medicine supports the intrinsic regenerative ability of cells and tissues in multicellular organisms, which comprises two large domains—biomedical engineering and cell biology—that interact with various disciplines considered essential for this field. These domains emphasized scaffold-based tissue and organ augmentation, specialized stem cell-based regenerative medicine approaches that perform complete restoration of tissue and organ [18]. Regenerative medicine applies tissue engineering combined with the principles of life sciences and engineering to achieve regeneration.This interdisciplinary field covers a large spectrum of medical sciences and molecular engineering.Stem cells' regenerative potential offersenormous therapeutic opportunities in different diseases, including tissue damage [9].

The development of regenerative medicine is driven by advances in stem cell research, and continued advancement hinges on a better understanding of the mechanisms regulating stem cell stimulation, enhancement, and restoration of the body's innate regenerative capabilities.Thestudy reveals three distinct complementary paradigms of tissue regeneration: asintrinsicparadigm, the extrinsic paradigm,and the fundamental replacement paradigm.

Stem and progenitor cell types, signaling pathways, and regulatory factors are widely implicated across a range of regeneration phenomena. Five major stem and

progenitor cell classes have emerged within the regeneration field, including embryonic stem cells (ESCs), somatic stem cells, tissue resident stem cells, induced pluripotent stem cells (iPSCs), and other lineage-committed progenitor cells. Self-renewal and multipotent differentiation abilities of stem cells are considered therapeutic foundations for the repair and replacement of damaged tissues and organs [23].

In addition to cell types, various morphogens (bone morphogenetic protein-5, Wnt-3a, etc.) and epigenetic regulators (e.g., polycomb proteins) are also known to modulate transcription and repair process across multiple species.

2. Biomaterials and Scaffolds for Tissue Engineering

Biomaterials play a pivotal role in reconstruction and regeneration. The choice of materials and their propertiessignificantly impact the outcome of the tissue-engineering project. Scaffold is a base material comprising cells and growth factors to construct a substitute tissue [11].A biocompatible biomaterial fulfills multiple requirements, such as biodegradable nature, mechanically similar to the regenerated tissue, porosity allowing cell growth, and bioactive that has the ability to promote cell adhesion and differentiation [15].

Scaffold materials are natural and synthetic. Natural biomaterials include chitosan, alginate, gelatin, collagen, and proteins. These materials are biodegradable and bioresorbable but exhibit low mechanical properties and stability. Synthetic polymers are controllable and scalable but may benon-biocompatible. Generally, natural materials are preferredas they promote cell-adhesion, cell proliferation, and growth.

3. Advanced Biotechnologies for Regeneration

The identification of cellular and molecular pathways that enable regeneration in various species and tissues has provided insights into the fundamental mechanisms of tissue repair. In parallel, Advanced biotechnological techniques like gene editingand 3D bioprintingare improving the regenerative processes.

3.1. Gene Editing and Gene Therapy Applications

Gene editing technologies like CRISPR/Cas9 have emerged key tool for scientific research andfor the development of medicinal products [19]. A traditional gene delivery system, such as retroviruses and adeno-associated viruses,offers the advantages of an effective delivery method. Other technologies, such as linearized plasmid, messenger RNA (mRNA), liposomes, nanoparticles, and gene editing tools, are also playing key roles. The strategies forgene editing technologies, delivery of gene-editing nucleases,represent major obstacles in gene-editing therapies. Currently, viral and non-viral vectors are also being explored for the delivery of nucleases into cells in the form of DNA, mRNA, or proteins [20]. Recently, CRISPR-related technologies have become a promising component of future gene therapies.

3.2. Induced Pluripotent Stem Cells and Cellular Reprogramming

Induced pluripotent stem cells (iPSCs), generated through the reprogramming of somatic cells, hold great promise for regenerative medicine. Optimizing iPS-based methodology offers opportunities for the development of targeted therapeutics and personalized diagnostics. iPSC methods vary, with integration and non-integration strategies and a broad array of experimental conditions influencing safety and efficiency [10] [13].

3.3. Biofabrication and 3D Bioprinting

3D bioprinting is rapidly advancing, enabling the production of bioengineered tissues, organ grafts, and prosthetics to meet the high demand for transplants and remediate the insufficiency in regenerative medicine. Progress relies on improving extrusion techniques, bioink formulations, and scaffold stability to support regenerative therapies, drug delivery, and bioengineering applications [22]. 3D-bioprinting contains elements necessary to overcome the limitations of conventional tissue engineering approaches [6]. 3D bio-printing also facilitates controlled drug delivery through embedded microcarriers and capsules, and stem cell-based bioinks promote the formation of functional tissue units.

3.4. Regenerative Nanotechnologies

Regenerative nanotechnology plays a crucial role in targeted therapy by promoting tissue repair and regeneration and enabling the development of novel biomaterials. Recently, the integration of nanomaterials into bioactive materials has given rise to nanomedicine, a multidisciplinary area that applies nanomaterials for drug delivery, diagnosis, or therapy. Nanotechnology is playing a key role in regenerative medicine and inthe development of new materials to restore and support damaged tissues and organs[1].

4. Translational Pathways and Clinical Translation

Despite the successful outcomes of the tissue-engineered medical products in preclinical translational research, limited observed commercial success. This gap is due to the large number of ventures that did not attract investors, and the clinical acceptance of products [14]. Additionally, 86% of all clinical trials did not obtain Federal Drug Administration approval.

4.1. Preclinical Models and Regulatory Considerations

Regenerative medicine represents one of the new frontiers in biomedical research that could lead to breakthroughs in treating debilitating diseases such as neurodegeneration and the repair of damaged tissues. The translation of regenerative technologies from bench to market has been low [14]. Many concerns, such as ethical concerns, price, time, and place in the workflow.

Novel animal models are required to understand the spectrum of stem cell actions and pre-clinical studies for efficacy and safety of therapeutic agents [7].

Regulatory agencies, such asthe USFDA and European Medicines Agency (EMA), have formulated guidelines designed to promote both product innovation while maintaining public health protection.

4.2. Clinical Trials Landscape for Regenerative Therapies

The clinical trials landscape for regenerative therapies encompasses a wide-ranging mapping of trial designs, endpoints, phases, registration, and reporting standards, in addition to a description of the consideration of clinical-indication staging and guideline documents that inform the design of clinical trials for specific indications. Moreover, 70.9% of clinical trials are classified as late preclinical, 27.3% as early preclinical, and only 0.6%—a single gene-correction therapy for congenital blindness—as designated proof-of-concept trials.Despite the suggestions that regenerative medicines will transform the future of healthcare, eight medicines have obtained EU marketing approval [2].

4.3. Manufacturing, Quality Control, and Scalability

Human stem cells are capableof transforminghealthcare. Still, many hurdlesremainto ensure the safety and effectiveness of manufacturing processes [21]. Development of regenerative medicines and biotechnologies has to contend with scale-up, manufacturing, and deployment challenges that have plagued the biopharmaceutical field for decades. The journey from bench to bedside requires an understanding of both regulatory and technical requirements, which can vary greatly depending on the therapy and its mechanism of action.

Regenerative and stem-cell-based therapeutics frequently lack the broad corporate interest required for serious process development, scale-up studies, and cost-exploration initiatives. The costs for generating iPSCs or similar highly engineered cells from human somatic cells are high.

5. Therapeutic Modalities in Regenerative Medicine

The future development of therapies relies on an understanding of mechanisms regulating stem cell stimulation, enhancement, and replacement of the body’s innate regenerative capabilities.Approaches to regenerative therapies vary across organ systems. Bone and cartilage promotion is a predominant focus in orthopaedic medicine, encompassing bioactive materials, isolated cells, immature tissue implants, and related strategies. Regenerative interventions support the neural system to address conditions such as spinal cord injury, degenerative disorders, and ischemic stroke.

5.1. Tissue- and Organ-Specific Regenerative Strategies

Various regeneration strategies—which can be classified as replacement of the lost tissue or enhancement of the body’s ability to regenerate—continue to be investigated. In the case of cartilage, the three basic components of articular cartilage, namely chondrocytes, extracellular matrix, and water, are all involved in the maintenance of cartilage in a homogeneous state and nutrient metabolism. The common regenerative strategies generally include cartilage cell-based therapy (or the use of chondrocytes), bone-marrow-derived mesenchymal stem cell-based therapy, cartilage extracellular matrix-covered therapy (matrix-assisted technique), and bone-marrow-derived suitable cell-type cell-based therapy.Cardiac regeneration therapies repair damaged heart tissue [5]. Additionally, the strategy for the regeneration of neural tissue, chiefly the optic nerve and spinal cord of mammalian

central nervous system, is presently a very prominent research focus due to the high ratio of untreated patients worldwide.

5.2. Immunomodulation and the Microenvironment

The immune system is an integral part of wound healing and tissue regeneration. A precisely coordinated immune response can steer a conducive healing process, inducing diverse molecular and cellular repairs to restore tissue architecture and functionality after injury [25]. Tissue repair declines with age partly due to the deterioration of this orchestrated process; hence, immune system modulation is an effective strategy to ameliorate regenerative failure. Studies have suggested that the immune system plays a key role in the outcome of the healing process. Immunomodulation has become a novel approach to develop pro-regenerative scaffolds for skin regeneration [24].

5.3. Cellular Therapies and Exosome-Based Approaches

Many pre-clinical and clinical trials have shown the robust potential of cellular therapies, such as extracellular vesicles, immune cells, and stem cells, to modulate inflammatory immune responses and promote regeneration in damaged grafts, diseased organs, and inflammatory diseases, including COVID-19 [16]. Exosomes are assumed as a promising agent for cell-free therapy for tissue engineering.Additionally, mesenchymal stem cell-derived exosomes are recognized as a promising cell-free therapy for tissue engineering [17].

6. Safety and Risk Assessment

Therapies in regenerative medicine (RM) hold great promise to improve human health. However, rigorous biosafety measures are required for development and clinical application [12]. Regulatory systems widely vary across countries and institutions, incorporating different approaches for advanced therapeutic medicinal products (ATMPs) or cell- and gene-based medicines within RM. A special programme of the US Food and Drug Administration (FDA) called the Regenerative Medicine Advanced Therapy (RMAT) designation enables priority analysis and suggests concurrence with standard supervision for expedited assessment of regeneration techniques. In Europe, the European Medicines Agency (EMA) oversees a regulatory paradigm for investigational ATMPs that aligns closely with the FDA’s approach.

7. Future Directions and Emerging Paradigms

The need for regenerative medicine technology to be implemented sustainably and responsibly has gained prominence as the field has entered the clinic. Artificial intelligence is expected to further drive biomedicine by revealing on- and off-target candidates for intervention or underlying mechanisms of therapeutic action. Machine-learning algorithms are being developed to predict new candidates, identify potential biomarkers, reduce data dimensionality, characterize biological processes, model responsive systems, segment biological images, assess activity, relate structure and properties during discovery, and virtually screen molecules while increasing the probability of experimental success. Such innovation strategies

encompass understanding the environmental impact of native and engineered microorganisms, tissues, and materials at different life-cycle stages, regulation through a broad collaborative governance framework that considers comparative risk and safety assessments, and engagement with various stakeholders.

7.1. Bioelectronic Interfaces and Regenerative Systems

Recent attention on bioelectronic medicine stems from its promise to provide noninvasive, precise control of physiological processes for better management of diseases and conditions. Bioelectronic Medicine is an emerging field offering clinical benefits, alongside unique challenges [4]. Regenerative medicine enhances the possibilities of bioelectronic medicine. Engineering science can facilitate the development of bioelectronic systems to regenerate existing tissues and organs, as well as stimulate tissue growth through activation of endogenous regenerative pathways via electrical or chemical means.

7.2. AI-Driven Discovery and Personalized Regenerative Medicine

Regenerative medicine aims to tackle heterogeneity in therapeutic response and broaden its application. Population-validated datasets spanning the entire regenerative medicine ecosystem are progressively curated through digital transformation. Digital technologies are capable of transforming the healthcare industry [3]. Additionally, identification of tailored biomarkers, targeted repair strategies, and AI-driven decision-support systems for clinicians is anticipated to reshape the clinical landscape and improve patient outcomes. AI is pivotal to the ongoing transformation of medicine toward individualized treatments, enabling more effective management of complex diseases and multi-morbidities.

7.3. Sustainable and Responsible Innovation

Advancements in biomedicine, genomics, synthetic biology, and other fields are gaining traction and offer myriad potential solutions, yet they also give rise to ever more complex ethical and governance challenges. The WHO Global Observatory on Health R&D, for example, recognizes that about 95% of drug research and development investments target only 6% of the world's disease-related health problems. It has been observed that in Europe, regulation of research with human stem cells has shaped innovation in regenerative medicine [8].

8. Conclusion

Concerns about the limited success of regenerative breakthrough technologies in the clinic and the limited knowledge about the cellular and molecular mechanisms of regeneration are motivating researchers to investigate new biotechnologies and closely associated systems. Progress towards functional regeneration will require the design and engineering of bioreactor systems with device-like properties that foster robust cellular behaviour, including environmental and mechanotransductive cues, and facilitate vessel integration and engineered periphery connectivity's for large-scale regeneration. The desired properties of, and systematic approaches for, developing these integrated regenerative bioreactor intervention systems are beginning to emerge.

References:

1. Carton F., Malatesta M. Special Issue: Application of Nanotechnology in Regenerative Medicine // Int. J. Mol. Sci. 2025. Vol. 26, No. 6393. https://doi.org/10.3390/ijms26136393

2. Corbett M.S., Webster A., Hawkins R., Woolacott N. Innovative regenerative medicines in the EU: a better future in evidence? // BMC Med. 2017. Vol. 15, No. 49. https://doi.org/10.1186/s12916-017-0818-4

3. Corridon P.R., Wang X., Shakeel A., Chan V. Digital Technologies: Advancing Individualized Treatments through Gene and Cell Therapies, Pharmacogenetics, and Disease Detection and Diagnostics // Biomedicines. 2022. Vol. 10, No. 2445. https://doi.org/10.3390/biomedicines10102445

4. González-González M.A., Conde S.V., Latorre R., Thébault S.C., Pratelli M., Spitzer N.C., Verkhratsky A., Tremblay M.È., Akcora C.G., Hernández-Reynoso A.G., Ecker M., Coates J., Vincent K.L., Ma B. Bioelectronic Medicine: a multidisciplinary roadmap from biophysics to precision therapies // Front IntegrNeurosci. 2024. Vol. 18, No. 1321872. https://doi.org/10.3389/fnint.2024.1321872

5. Goto T., Nakamura Y., Ito Y., Miyagawa S. Regenerative medicine in cardiovascular disease // Regen Ther. 2024. Vol. 26, No. 859-866. https://doi.org/10.1016/j.reth.2024.09.004

6. Gu Y., Forget A., Shastri V.P. Biobridge: An Outlook on Translational Bioinks for 3D Bioprinting // Adv Sci (Weinh). 2021. Vol. 9. No. 2103469. https://doi.org/10.1002/advs.202103469

7. Harding J., Roberts R.M., Mirochnitchenko O. Large animal models for stem cell therapy // Stem Cell Res Ther. 2013. Vol. 4, No. 23. https://doi.org/10.1186/scrt171

8. Hauskeller C. Can harmonized regulation overcome intra-European differences? Insights from a European Phase III stem cell trial // Regen Med. 2017. Vol. 12, No. 6. P. 599-609. https://doi.org/10.2217/rme-2017-0064

9. Hussen B.M., Taheri M., Yashooa R.K., Abdullah G.H., Abdullah S.R., Kheder R.K., Mustafa S.A. Revolutionizing medicine: recent developments and future prospects in stem-cell therapy // Int J Surg. 2024. Vol. 110, No. 12. No. 8002-8024. https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000002109

10. Jin Y., Cho S.W. Bioengineering platforms for cell therapeutics derived from pluripotent and direct reprogramming // APL Bioeng. 2021. Vol. 5. No. 031501. https://doi.org/10.1063/5.0040621

11. Krishani M., Shin W.Y., Suhaimi H., Sambudi N.S. Development of Scaffolds from Bio-Based Natural Materials for Tissue Regeneration Applications: A Review // Gels. 2023. Vol. 9, No. 100. https://doi.org/10.3390/gels9020100

12. Leonov G.E., Grinchevskaya L.R., Makhnach O.V., Samburova M.V., Goldshtein D.V., Salikhova D.I. Safety Assessment of Stem Cell-Based Therapies: Current Standards and Advancing Frameworks // Cells. 2025. Vol. 14, No. 1660. https://doi.org/10.3390/cells14211660

13. Nelson T.J., Martinez-Fernandez A., Yamada S., Ikeda Y., Perez-Terzic C., Terzic A. Induced pluripotent stem cells: advances to applications // Stem Cells Cloning 2009. Vol. 3. P. 29–37. https://doi.org/10.2147/SCCAA.S4954

14. O'Donnell B.T, Ives C.J., Mohiuddin O.A., Bunnell B.A. Beyond the Present Constraints That Prevent a Wide Spread of Tissue Engineering and Regenerative Medicine Approaches // Front BioengBiotechnol. 2019. Vol. 7, No. 95. https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00095

15. Parisi L., Toffoli A., Ghiacci G., Macaluso G.M. Tailoring the Interface of Biomaterials to Design Effective Scaffolds // J FunctBiomater. 2018. Vol. 9, No. 50. https://doi.org/10.3390/jfb9030050

16. Petrosyan A., Martins P.N., Solez K., Uygun B.E., Gorantla V.S., Orlando G. Regenerative medicine applications: An overview of clinical trials // Front BioengBiotechnol. 2022. Vol. 10, No. 942750. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.942750

17. Roszkowski S. Therapeutic potential of mesenchymal stem cell-derived exosomes for regenerative medicine applications // Clin Exp Med. 2024. Vol. 24, No. 46. https://doi.org/10.1007/s10238-023-01282-z

18. Sampogna G., Guraya S.Y., Forgione A. Regenerative medicine: Historical roots and potential strategies in modern medicine // J MicroscUltrastruct. 2015. Vol. 3, No. 3. P. 101-107. https://doi.org/10.1016/j.jmau.2015.05.002

19. Schacker M., Seimetz D. From fiction to science: clinical potentials and regulatory considerations of gene editing // Clin Transl Med. 2019. Vol. 8, No. 27. https://doi.org/10.1186/s40169-019-0244-7

20. Shim G., Kim D., Park G.T., Jin H., Suh S.K., Oh Y.K. Therapeutic gene editing: delivery and regulatory perspectives // Acta Pharmacol Sin. 2017. Vol. 38. No. 6. P. 738-753. https://doi.org/10.1038/aps.2017.2

21. Stacey G.N., Andrews P.W., Barbaric I., et al. Stem cell culture conditions and stability: a joint workshop of the PluriMes Consortium and Pluripotent Stem Cell Platform // Regen Med. 2019. Vol. 14, No. 3. P. 243-255. https://doi.org/10.2217/rme-2019-0001

22. Verma S., Khanna V., Kumar S., Kumar S. The Art of Building Living Tissues: Exploring the Frontiers of Biofabrication with 3D Bioprinting // ACS Omega. 2023. Vol. 8, No. 50. P. 47322-47339. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c02600

23. Wang J., Deng G., Wang S., Li S., Song P., Lin K., Xu X., He Z. Enhancing regenerative medicine: the crucial role of stem cell therapy // Front Neurosci. 2024. Vol. 18, No. 1269577. https://doi.org/10.3389/fnins.2024

24. Wu P., Liang Y., Sun G. Engineering immune-responsive biomaterials for skin regeneration // Biomater Transl. 2021. Vol. 2, No. 1. P. 61-71. https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.2096-112X.2021.01.008

25. Xiong Y., Mi B.B., Lin Z., Hu Y.Q., Yu L., Zha K.K., Panayi A.C., Yu T., Chen L., Liu Z.P., Patel A., Feng Q., Zhou S.H., Liu G.H. The role of the immune microenvironment in bone, cartilage, and soft tissue regeneration: from mechanism to therapeutic opportunity // Mil Med Res. 2022. Vol. 9, No. 65. https://doi.org/10.1186/s40779-022-00426-8

УДК 616.379-008.64

Ишкова С. М., Балакина С. С., Михайлова П. А., Фролов В. К.
Тульский государственный университет, Тула, Россия

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯРНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАПИТКОВ НА РОСТ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в последние десятилетия в Российской Федерации и, в частности, в Тульской области наблюдается значительный рост распространённости сахарного диабета 2-го типа (СД2), что соответствует общемировым тенденциям. По данным на 2024 год, в Тульской области на диспансерном учёте состоит около 80 тысяч пациентов с СД, из которых более 93% составляют случаи СД2. Параллельно с этим отмечается рост популярности энергетических напитков (ЭН), содержащих высокие дозы быстроусвояемых сахаров, кофеина и других биологически активных веществ. Целью данной работы является анализ роли регулярного потребления энергетических напитков как модифицируемого фактора риска в структуре роста заболеваемости СД2 в Тульской области. На основе анализа эпидемиологических данных и патофизиологических механизмов показано, что компоненты ЭН (сахара, фруктоза, кофеин) оказывают синергетическое негативное воздействие на метаболизм глюкозы, способствуя развитию инсулинорезистентности, дисфункции β-клеток и абдоминального ожирения. Делается вывод о необходимости включения рекомендаций по ограничению потребления ЭН в региональные программы профилактики СД2.
Ключевые слова: энергетические напитки, сахарный диабет 2 типа, эпидемиология, Тульская область, инсулинорезистентность, ожирение, фактор риска.

Актуальность

Сахарный диабет 2 типа (СД 2) представляет собой одну из наиболее значимых медико-социальных проблем современного здравоохранения. Согласно данным Международной диабетической федерации (IDF), численность пациентов с сахарным диабетом (СД) в мире достигла 537 млн человек и к 2045 году может увеличиться до 783 млн [1, 2]. В Российской Федерации также отмечается устойчивый рост заболеваемости: по данным Федерального регистра сахарного диабета, общая численность пациентов превысила 5,5 млн человек, причём за период с 2000 года этот показатель увеличился более чем в 2 раза [3, 4].
Тульская область отражает общероссийские тренды. Если в 2023 году на диспансерном учёте в области состояло более 73 тысяч пациентов с СД, то к 2025 году их количество достигло порядка 80 тысяч [3, 5]. Подавляющее большинство случаев (около 93%) составляет СД2 [5]. При этом сохраняется проблема поздней диагностики: по данным исследования NATION, доля недиагностированного СД2 в России составляет около 54%, что означает, что

реальное число больных может быть почти в два раза выше официальных данных [6].

Параллельно с эпидемией СД2 наблюдается стремительная популяризация энергетических напитков (ЭН), особенно среди молодёжи и трудоспособного населения. ЭН представляют собой комплексный продукт, содержащий высокие дозы сахаров (50-65 г на банку 0.5 л), кофеина (до 160 мг), а также таурин, глюкуронолактон и витамины группы В. Их регулярное потребление ассоциировано с прямыми метаболическими нарушениями и опосредованным влиянием на развитие ожирения. Это делает энергетические напитки значимым модифицируемым фактором риска в формировании и росте заболеваемости СД2 в регионе.

Целью настоящей работы является систематизация данных о влиянии регулярного потребления энергетических напитков на риск формирования заболеваемости сахарного диабета 2 в Тульской области.
Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать эпидемиологическую ситуацию по СД2 в Тульской области и РФ.
2. Оценить эпидемиологические данные о связи потребления ЭН и риска СД2.
3. Изучить прямые и опосредованные (через ожирение) патофизиологические механизмы воздействия основных компонентов ЭН на метаболизм глюкозы.
4. Обосновать синергетический эффект компонентов ЭН в патогенезе СД2.
5. Сформулировать рекомендации для региональной системы здравоохранения.

Материалы и методы:

Материалами исследования служили данные Федерального и региональных регистров сахарного диабета, официальные статистические сборники Министерства здравоохранения Российской Федерации и Тульской области, а также публикации в российских и зарубежных научных журналах за период 2000–2024 гг. [3, 5, 7, 8].

Вся анализируемая информация была систематизирована по следующим тематическим блокам:

Блок эпидемиологических данных: динамические показатели заболеваемости и распространенности СД2 на глобальном, федеральном и региональном (Тульская область) уровнях.

Блок биохимического состава: данные о содержании ключевых компонентов (сахара, кофеина, таурина, витаминов группы В) в популярных марках энергетических напитков, представленных на рынке РФ.

Блок экспериментальных и наблюдательных исследований: результаты крупных когортных исследований, мета-анализов и рандомизированных контролируемых trials (РКИ), изучающих связь потребления

сахаросодержащих и энергетических напитков с риском развития СД2, ожирения и инсулинорезистентности [7, 8, 9].

Для оценки соответствия содержания компонентов в энергетических напитках физиологическим нормам их потребления использовались действующие нормативные документы:

Для сахаров – руководство Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [10].

Для кофеина – научное заключение Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA) [11].

Для витаминов – Методические рекомендации Роспотребнадзора РФ МР 2.3.1.0253-21 [12].

Статистическая обработка данных в рамках анализа литературы не проводилась, так как работа является аналитическим обзором. Для обобщения и визуализации данных о составе энергетических напитков и нормах потребления была построена сводная таблица (Таблица 1). Анализ полученной информации и формулировка выводов выполнены с использованием методов сравнительного анализа, синтеза и логического обобщения.

Результаты и обсуждение:

Проведённый анализ позволяет констатировать, что эпидемиологическая ситуация по СД2 в Тульской области развивается в соответствии с общероссийскими и глобальными трендами, характеризующимися значительным и прогрессирующим ростом заболеваемости [1, 2, 3, 5]. Одним из потенциально значимых, но недостаточно контролируемых факторов, способствующих этому росту, особенно среди молодого и трудоспособного населения, является регулярное потребление энергетических напитков.

Эпидемиологические данные крупных когортных исследований и мета-анализов демонстрируют устойчивую дозозависимую связь между потреблением сахаросодержащих напитков, включая ЭН, и риском развития СД2. Потребление одной порции таких напитков в день ассоциировано с повышением относительного риска на 26% [1, 6]. При этом для ЭН эта связь может быть сильнее благодаря синергетическому эффекту их компонентов. Важно, что эта связь сохраняется после поправки на смешивающие факторы, такие как ИМТ и общий образ жизни [6].

Патогенное влияние ЭН реализуется через несколько взаимосвязанных механизмов. Во-первых, прямое метаболическое воздействие: высокие дозы быстроусвояемых углеводов вызывают резкие скачки глюкозы в крови и компенсаторную гиперинсулинемию, что со временем приводит к истощению β-клеток поджелудочной железы и инсулинорезистентности [2, 3]. Фруктоза, входящая в состав кукурузного сиропа, метаболизируется в печени, стимулируя denovo липогенез и способствуя развитию неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) – ключевого фактора печеночной

инсулинорезистентности [2, 3]. Кофеин, входящий в состав ЭН, в отличие от его эффектов при потреблении в составе кофе, вызывает острую инсулинорезистентность через антагонизм аденозиновых рецепторов [2, 3]. Во-вторых, опосредованное влияние через ожирение. ЭН являются источником «жидких калорий» (200-260 ккал на порцию 0.5 л), которые не вызывают адекватного чувства сытости, что приводит к пассивному перееданию и положительному энергетическому балансу [2, 3]. Это способствует развитию абдоминального ожирения. Висцеральная жировая ткань, в свою очередь, выступает как эндокринный орган, секретируя провоспалительные цитокины (TNF-α, IL-6) и снижая уровень противовоспалительного адипонектина, что закрепляет состояние системного воспаления и инсулинорезистентности [2, 3].

В приведенной ниже таблице дана характеристика энергетических напитков и связанных с ними рисков для здоровья.

Таблица 1. Сводная таблица: содержание компонентов в энергетических напитках и нормы суточного потребления этих компонентов.

Компонент	Типичное содержание в ЭН (на 500 мл)	Суточная норма для взрослых [11, 12, 13]	Превышение нормы при потреблении 500 мл ЭН	Основные риски, связанные с превышением
Кофеин (общий)	150-200 мг	До 400 мг. Для подростков: не более 2.5-3 мг/кг массы тела	~50-100% от нормы подростка, ~40-50% от взрослой нормы. Риск суммирования с кофеином из других источников	Бессонница, тревожность, тахикардия. Острая инсулинорезистентность.
Сахар	**50-65 г**	**Не более 50 г**	**более 100% от максимальной нормы ВОЗ.**	**Резкий скачок глюкозы и инсулина в крови, риск развития инсулинорезистентности, кариес, ожирение.**
Фруктоза	**~25-32 г**	**Рекомендуется ограничивать.**	**Потребление дозы, напрямую связанной с denovo липогенезом.**	**Основной драйвер развития неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП) и висцерального ожирения.**

Компонент	Типичное содержание в ЭН (на 500 мл)	Суточная норма для взрослых [11, 12, 13]	Превышение нормы при потреблении 500 мл ЭН	Основные риски, связанные с превышением
Таурин	**1000-2000 мг**	**Не установлена. Обычный рацион даёт 123-178 мг/сут.**	**В 6-16 раз превышает обычное потребление**	**В высоких дозах может провоцировать аритмии, оказывать токсическое влияние на поджелудочную железу.**
Витамин B3	**~40 мг**	**14-18 мг/сут. Верхний допустимый уровень – 60 мг/сут.**	**~250% от адекватного уровня потребления**	**При длительном превышении: нарушение толерантности к глюкозе.**
Витамин B6	**~5-10 мг**	**1.8-2.0 мг/сут. Верхний допустимый уровень – 25 мг/сут.**	**250-500% от нормы потребления.**	**Нейротоксичность при длительном приёме высоких доз.**
Витамин B12	**~3-10 мкг**	**3.0 мкг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен.**	**100-300% от нормы потребления.**	**Регулярное многократное превышение не является физиологичным.**

Критически важным аспектом является суммарный эффект компонентов ЭН. Комбинация кофеина и сахаров потенцирует выброс дофамина в центрах удовольствия головного мозга, формируя поведенческую зависимость и способствуя регулярному потреблению [2, 3]. Совместное действие сахара и кофеина приводит к более выраженной и продолжительной гипергликемии и гиперинсулинемии, чем действие каждого компонента в отдельности.

Таким образом, регулярное потребление энергетических напитков представляет собой значимый модифицируемый фактор риска развития СД2. В условиях Тульской области, где отмечается стабильный рост заболеваемости СД2, а проблема недиагностированного диабета остаётся острой [3, 6], мероприятия, направленные на ограничение потребления ЭН, могут внести существенный вклад в сдерживание эпидемии.

На основании изложенного выше предлагается:

1. Спланировать работу по внедрению рекомендованных программами по ограничению или отказу от потребления энергетических напитков, особенно среди подростков и молодёжи.

2. Разработать образовательные программы, разъясняющие степень негативного влияния ЭН на здоровье.

3. Усиление скрининговых мероприятий среди групп риска (активные потребители ЭН) для раннего выявления нарушений углеводного обмена.

Заключение:

Проведённый анализ позволяет сделать однозначный вывод: регулярное потребление энергетических напитков является значимым и опасным фактором риска в развитии эпидемии сахарного диабета 2 типа, что в полной мере актуально для ситуации в Тульской области.

Для снижения риска распространения сахарного диабета 2-го типа необходимо разработать образовательные программы, разъясняющие степень негативного влияния ЭН на здоровье и проводить скрининговые мероприятия среди групп риска (активные потребители ЭН) с целью раннего выявления нарушений углеводного обмена.

Список литературы:

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium; 2021. Электронный ресурс. Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35914061/(дата обращения 03.12.2025).

2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Эпидемиология и ключевые клинико-терапевтические показатели сахарного диабета в Российской Федерации... // Сахарный диабет.–2025.– Т.28.– №1(S):–С.4–17

3. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Сахарный диабет в Российской федерации: динамика эпидимологических показателей по данным федерального регистра сахарного диабета ха период 2010-2022 гг. // Сахарный диабет.–2023.–Т.26.–№2(S).–С.104-123

4. Российский статистический ежегодник. 2024: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2024. С. 226.

5. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К. и др. Сахарный диабет в Российской Федерации: динамика эпидемиологических показателей за 2015-2023 гг. и перспективы развития диабетологической службы // Сахарный диабет. – 2024. – Т.27. – №2(S). – С. 4–123.

6. Дедов И.И., Шестакова М.В., Галстян Г.Р. Распространенность сахарного диабета 2 типа у взрослого населения России (исследование NATION) // Сахарный диабет. 2016.– Т. 19. – № 2. – С. 104–112.

7. Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J.-P., & Hu, F. B. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: A meta-analysis // Diabetes Care. – 2010. – Vol. 33. – № 11. – P. 2477–2483. Электронный ресурс. Режим доступа: https://diabetesjournals.org/care/article/33/11/2477/26589/Sugar-Sweetened-Beverages-and-Risk-of-Metabolic(дата обращения 03.12.2025).

8. Stanhope, K. L., Schwarz, J. M., Keim, N. L., Griffen, S. C., Bremer, A. A., Graham, J. L., Hatcher, B., Cox, C. L., Dyachenko, A., Zhang, W., McGahan, J. P., Seibert, A., Krauss, R. M., Chiu, S., Schaefer, E. J., Ai, M., Otokozawa, S., Nakajima, K., Nakano, T., …

Havel, P. J. Consuming fructose-sweetened, not glucose-sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans // The Journal of Clinical Investigation. – 2009. – Vol. 119. – № 5. – P. 1322–1334. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.jci.org/articles/view/37385 (дата обращения 03.12.2025).

9. World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children. – Geneva: World Health Organization, 2015. – 56 p. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549028 (дата обращения 03.12.2025).

10. Всемирная организация здравоохранения. Рекомендации по потреблению сахаров взрослыми и детьми: Резюме. — Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2015. — 10 с.

11. EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific Opinion on the safety of caffeine. EFSA Journal.–2015–Т.13.–№5.–4102.

12. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021). – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), 2021. – 72 с. Электронный источник. Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/ (дата обращения 03.12.2025).

УДК 613:575

Бояринцева У. Н., Гофман А. В., Максакова В. В., Юскаева Г. И.
Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются медико-биологические детерминанты здоровья населения в контексте современных социально-экономических и экологических условий. Анализируется влияние генетических, физиологических и возрастных факторов на состояние здоровья человека, а также роль наследственных заболеваний, иммунного статуса и уровня адаптационных возможностей организма. Особое внимание уделено взаимодействию биологических факторов с внешней средой, стрессом и образом жизни. Рассматриваются современные подходы к мониторингу и оценке здоровья населения, основанные на биомедицинских исследованиях и профилактических программах. Полученные результаты могут быть использованы для разработки комплексных стратегий укрепления здоровья и профилактики заболеваний.

Ключевые слова: здоровье населения, детерминанты здоровья, биологические факторы, медико-биологические показатели, адаптация, профилактика заболеваний.

В условиях стремительных демографических, климатических и технологических изменений вопросы сохранения и укрепления здоровья населения приобретают приоритетное значение для государственной и мировой политики. На фоне роста хронических заболеваний, ускоренного старения населения и повышенной уязвимости перед новыми инфекционными угрозами формируется потребность в переосмыслении роли медико-биологических детерминант как системообразующего фактора общественного здоровья. Проблема становится особенно значимой в контексте постпандемического периода, когда на первый план выходят вопросы адаптационных возможностей организма, генетической предрасположенности к заболеваниям и устойчивости иммунной системы.

Современные социально-экономические условия и экологическая нестабильность усиливают воздействие неблагоприятных факторов на биологическое состояние человека. Как отмечает О.П. Щепин, «структура заболеваемости населения всё в большей степени детерминируется хроническими неинфекционными заболеваниями, имеющими биосоциальную природу» [5, с. 92]. Таким образом, анализ медико-биологических детерминант здоровья становится не только теоретически значимым, но и практически необходимым инструментом для выработки стратегий профилактики, сохранения трудового потенциала и повышения качества жизни.

В условиях цифровизации медицины, широкого применения биоинженерных и генетических технологий возрастает потребность в точной идентификации факторов, влияющих на физиологическую устойчивость и адаптационные механизмы человека. В.И. Кант подчеркивает, что «использование математического моделирования в здравоохранении позволяет не только прогнозировать развитие патологий, но и выявлять закономерности их формирования на уровне популяции» [2, с. 84]. Таким образом, интеграция биологических, технологических и социальных подходов формирует новую методологию изучения здоровья населения.

Современное понимание здоровья населения в значительной степени трансформировалось под воздействием комплексных изменений биосоциального и экологического характера. Категория здоровья перестала восприниматься как исключительно медицинская или физиологическая константа, она приобрела междисциплинарное содержание, интегрируя биологические, психологические и правовые аспекты. Как отмечает Г.Э. Улумбекова, современная система здравоохранения «отражает институциональные основы социального государства и степень реализации права граждан на охрану здоровья» [4, с. 131].

Здоровье как социально-биологическая категория представляет собой результат взаимодействия совокупности факторов, включающих наследственность, состояние иммунной системы, гормональный и метаболический баланс, а также адаптационные механизмы организма. Эти параметры формируют устойчивость человека к физическим и психическим стрессорам, а также способность к саморегуляции. В.Ф. Москаленко писал, что «современная профилактическая стратегия в здравоохранении должна исходить из понимания биологических закономерностей функционирования организма в социально активной среде» [3, с. 76].

К числу ключевых медико-биологических детерминант относятся наследственные и генетические особенности, уровень обмена веществ, качество питания, физическая активность, состояние иммунной и эндокринной систем. На макроуровне существенное значение приобретают экологические факторы – загрязнение воздуха, химические нагрузки, радиационное воздействие.

Генетический фон формирует базовый риск-профиль индивида: конституционные варианты, полиморфизмы и редкие моногенные мутации определяют восприимчивость к сердечно-сосудистым, метаболическим, онкологическим и иммунным заболеваниям, скорость старения и реакцию на внешние воздействия [6, с. 2586]. Современные достижения популяционной генетики и геномики позволяют выявлять как крупные эффекты отдельных генов, так и полигенетические риски, которые в совокупности объясняют значительную долю межиндивидуальной вариабельности здоровья и отклика на вмешательства. Благодаря развитию секвенирования и биоинформатических инструментов повышается доступность целевой профилактики, персонализированной фармакотерапии и скрининга.

Базовый метаболизм и метаболическая гибкость — способность переключаться между окислением углеводов и жиров — влияют на энергетический баланс, массу тела и восприимчивость к метаболическим заболеваниям. Отклонения обмена веществ, такие как гипотиреоз, инсулинорезистентность, нарушения митохондриальной функции, повышают риск ожирения, диабета 2-го типа и атеросклероза, снижают толерантность к нагрузкам. Метаболические нарушения также модифицируют иммунные ответы, усиливают хроническое низкоуровневое воспаление и ухудшают восстановление тканей после повреждений.

Диета — один из ключевых модифицируемых факторов: её макро- и микронутриентный состав формирует энергетический статус, микробиоту кишечника, снабжение антиоксидантами и кофакторами для ферментов [7, с. 6856]. Неполноценное или избыточное питание увеличивает риск дефицитов, ожирения и сопутствующих заболеваний. Диетические паттерны по-разному влияют на маркеры воспаления, липидный профиль и глюкозный гомеостаз. Качество питания тесно связано с социальными детерминантами здоровья и доступом к безопасной пище.

Регулярная аэробная и силовая нагрузка улучшает функцию сердечно-сосудистой системы, повышает инсулиночувствительность, усиливает митохондриальный биогенез и способствует нормализации массы тела [8, С. 352]. Физическая активность оказывает выраженный иммуномодулирующий эффект: умеренные нагрузки повышают устойчивость против инфекций и снижают хроническое воспаление, тогда как чрезмерные нагрузки без адекватной регенерации могут временно подавлять некоторые параметры иммунитета. Таким образом, физическая активность является мощным инструментом первичной и вторичной профилактики.

Иммунная система обеспечивает защиту от патогенов и поддержание тканевого гомеостаза. Её дисфункция — иммунодефицит, аутоиммунитет, хроническое системное воспаление — существенно повышает заболеваемость и смертность. Эндокринная система регулирует метаболизм, рост, репродукцию и стресс-ответ. Эндокринные нарушения часто взаимосвязаны с метаболическими и иммунными нарушениями, например, гипергликемия стимулирует провоспалительные пути. В совокупности дисфункции этих систем определяют восприимчивость к широкому спектру острых и хронических заболеваний.

Загрязнение воздуха связано с повышенной смертностью от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, ухудшением функции лёгких и ускоренным когнитивным старением. Длительное действие низкоинтенсивных загрязнений в масштабах популяции даёт значимый вклад в бремя болезней [9, с. 12769]. Химические нагрузки — пестициды, эндокринные дизрапторы, тяжёлые металлы — способны нарушать гормональную регуляцию, репродуктивную функцию и увеличивать риск онкологических и нейродегенеративных заболеваний. Радиационное воздействие, включая медицинские и экологические

източники, даёт дозозависимый риск повреждений ДНК и канцерогенеза. Важны как индивидуальные экспозиции, так и кумулятивный эффект на популяцию. На уровне общественного здравоохранения уменьшение экологических нагрузок — один из наиболее эффективных путей снижения общей заболеваемости.

Медико-биологические детерминанты действуют не изолированно, а во взаимосвязи с социально-экономическими условиями и культурой поведения населения. В.И. Акопов справедливо отмечает, что «реализация конституционного права граждан на охрану здоровья предполагает государственную ответственность за создание условий, минимизирующих воздействие вредных факторов окружающей среды» [1, с. 54]. Этот тезис подчеркивает, что медико-биологические детерминанты не могут рассматриваться вне правового и институционального контекста.

Современная наука всё активнее обращается к междисциплинарным подходам, объединяющим методы биостатистики, эпидемиологии, биохимии и математического моделирования. Именно такой подход позволяет объективно оценить влияние отдельных детерминант на здоровье населения. В.И. Кант указывает, что «моделирование в здравоохранении становится не просто аналитическим инструментом, но и основой стратегического прогнозирования медико-демографических процессов» [2, с. 118].

Не менее важной является роль профилактической медицины, ориентированной на раннее выявление предрасположенностей и факторов риска. В.Ф. Москаленко подчеркивает необходимость перехода «от профилактики медицинской к профилактике социальной», где главным объектом становится не болезнь, а человек в системе жизненных условий [3, с. 143]. Такая переориентация отражает мировую тенденцию к синтезу медицинских и социальных наук в сфере здравоохранения.

Г.Э. Улумбекова указывает, что повышение качества здоровья населения возможно только при условии «создания межведомственной системы, объединяющей ресурсы медицины, образования, экологии и социальной защиты» [4, с. 248]. Это утверждение соотносится с принципами Всемирной организации здравоохранения, где здоровье рассматривается как интегральный результат биологических, социальных и экономических факторов.

Современные биологические науки демонстрируют, что организм человека представляет собой открытую адаптивную систему, реагирующую на изменения внешней среды через нейроэндокринные и иммунные механизмы. В этой связи всё большую актуальность приобретают исследования в области генетической медицины, эпигенетики и биоинформатики. Именно эти направления обеспечивают научную базу для прогнозирования здоровья на популяционном уровне.

О.П. Щепин подчеркивает, что «приоритетом современной медицины становится не лечение заболеваний, а управление здоровьем региона и населения в целом» [5, с. 207]. Этот тезис отражает суть современного биополитического

подхода, согласно которому здоровье рассматривается как общественный ресурс, требующий системного управления и межсекторального взаимодействия.

Современная парадигма общественного здоровья выдвигает на первый план необходимость комплексного анализа медико-биологических детерминант, формирующих адаптационный и жизненный потенциал человека. В эпоху нарастающих экологических рисков, биотехнологических трансформаций и демографических вызовов здоровье перестает быть исключительно медицинской категорией и становится стратегическим ресурсом национальной безопасности. Состояние здоровья населения является индикатором социального благополучия, эффективности государственной политики и качества институциональных механизмов охраны здоровья.

Таким образом, медико-биологические детерминанты здоровья представляют собой многоуровневую систему взаимосвязанных факторов, определяющих потенциал человеческого организма и устойчивость социума. Их исследование требует сочетания естественнонаучных, социальных и правовых методов, что обусловливает междисциплинарный характер современной медицины и общественного здравоохранения.

Список литературы:

1. Акопов В.И. Медицинское право. Современное здравоохранение и право граждан на охрану здоровья. – М.: Феникс, 2020. – 378 с.
2. Кант В.И. Математические методы и моделирование в здравоохранении. – М.: Медицина, 2022. – 224 с.
3. Москаленко В.Ф. Концептуальные подходы к формированию современной профилактической стратегии в здравоохранении. От профилактики медицинской к профилактике социальной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 240 с.
4. Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать. Научное обоснование «Стратегии развития здравоохранения РФ до 2020 года». – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 594 с.
5. Щепин О.П. Здоровье населения региона и приоритеты здравоохранения. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 377 с.
6. Manolio T.A. et al. Genomic medicine year in review: 2024. *Am J Hum Genet,* 2024, vol. 111, no. 12, pp. 2585-2588. DOI: 10.1016/j.ajhg.2024.11.002
7. Мифтахов А.Ф. Правильное питание в формировании здорового образа жизни // Научный аспект. – 2024. – Т. 51, № 5. – С. 6854-6860.
8. Халимова А.М. Влияние физической активности на здоровье: исследования в области спорта и здорового образа жизни // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2025. – Т. 20, № 1. – С. 349-355.
9. Boogaard H. et al. Assessing Adverse Health Effects of Long-Term Exposure to Low Levels of Ambient Air Pollution: The HEI Experience and What's Next? *Environ Sci Technol*, 2024, vol. 58, no. 29, pp. 12767-12783. DOI: 10.1021/acs.est.3c09745

УДК 615.2:612.33

Белова О. Л., Абуева З. А., Азракулиева А. З.
Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского, Саратов, Россия

РОЛЬ МИКРОБИОТЫ В МЕТАБОЛИЗМЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ: ВЛИЯНИИЕ КИШЕЧНОЙ ФЛОРЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРАПИИ

Аннотация: Кишечная микробиота участвует во многих аспектах гомеостаза организма, включая метаболизм лекарств. В данной статье на основе анализа современной литературы (последние 5 лет) и клинических примеров рассмотрены механизмы взаимодействия микрофлоры с лекарственными препаратами. Показано, что микробы кишечника способны как активировать пролекарства (например, сульфасалазин), так и инактивировать препараты (например, дигоксин и L-ДОФА), а также влиять на побочные эффекты (например, иринотекан, нестероидные противовоспалительные средства). Приведены примеры из клинической практики, иллюстрирующие типичные сценарии изменений эффективности терапии под влиянием кишечной флоры. Обсуждаются потенциальные преимущества «фармакомикробиомики» для персонализации терапии, а также существующие ограничения и перспективы дальнейших исследований. Выводы подтверждают необходимость учёта состояния микробиоты при подборе и дозировке лекарственных препаратов с целью повышения эффективности и безопасности лечения.

Ключевые слова: микробиота, метаболизм ЛС, эффективность терапии, активация пролекарств, персонализированная терапия, ингибиторы бактериальных ферментов, побочные эффекты.

Введение

Обширные сообщества микробов в кишечнике человека обладают чрезвычайно большим генетическим потенциалом: их геном по оценкам в сотни раз превосходит геном хозяина. Микроорганизмы кишечника продуцируют белковые ферменты, способные проводить уникальные химические реакции, недоступные организму человека [1]. В контексте фармакотерапии это означает, что микробиота может метаболизировать многие перорально принимаемые лекарства, изменяя их структуру и, соответственно, фармакологическую активность [1]. В литературе подчёркивается как прямое разложение лекарственных веществ бактериями (действие их ферментов), так и косвенное влияние: метаболиты микробов (короткоцепочечные жирные кислоты, конъюгаты желчных кислот и др.) регулируют активность печёночных и кишечных ферментов-хозяина [2].

Следовательно, вариабельность состава микробиоты между людьми является одним из ключевых факторов межиндивидуальной изменчивости фармакокинетики и фармакодинамики препаратов [2]. Известно, что определённые кишечные бактерии могут оказывать двойственное влияние:

например, азоредуктазы бактерий активируют *пролекарства*-азосоединения (например, сульфасалазин превращается в активный 5-аминосалицилат), а кардиогликозиды (такие как дигоксин) могут инактивироваться путём восстановления кольца бактерией *Eggerthella lenta* [3]. Подобные метаболические превращения объясняют, почему у части пациентов эффективность одних и тех же лекарств резко различается. В частности, лишние метаболиты могут повышать токсичность или, наоборот, снижать терапевтический эффект лекарства.

Наша цель – всесторонне проследить роль кишечной флоры в метаболизме лекарств и влиянии на исход терапии, опираясь на последние исследования и собственный опыт. Мы рассматриваем эмпирические данные и клинические случаи, анализируем имеющуюся литературу за последние пять лет, связывая её с практическими наблюдениями. Такой подход позволяет получить целостное представление о потенциальных преимуществах учёта микробиоты при назначении терапии. При этом важно подчеркнуть, что наряду с позитивными примерами (например, активация пролекарств) существуют и негативные (внутри-кишечная инактивация, вызов побочных эффектов). **Лично мы**, как практикующие врачи-исследователи с многолетним опытом, убеждены: глубокое понимание этих механизмов позволит повысить точность и безопасность лечения в будущем.

Методы

Для подготовки обзора проведён систематический поиск в базах PubMed, Scopus и Google Scholar публикаций за 2018–2024 годы по ключевым словам «микробиота», «метаболизм лекарств», «pharmacomicrobiomics», «drug microbiome interactions» и их русскоязычным эквивалентам. В анализ включены рецензируемые статьи, обзоры, метаанализы и рецензируемые данные об клинических исследованиях и доклинических экспериментах. Особое внимание уделено статьям, в которых описаны механизмы метаболизма лекарств кишечной флорой и клинические исходы терапии (пробные данные, наблюдения, испытания с учетом состояния микробиоты). Дополнительно проанализированы стандарты клинической практики и руководства (в том числе международные клинические рекомендации), чтобы выяснить, насколько учитываются данные о микробиоте.

Параллельно нами были отобраны и описаны **клинические примеры** из собственной практики. Критерий выбора случаев – выявление явной связи между изменениями в терапии и предполагаемым влиянием микрофлоры. Так, был проанализирован один клинический случай «плохого ответа» на стандартную терапию при язвенном колите (сульфасалазином) и один случай нарушенного ответа на L-ДОФА при болезни Паркинсона. Случаи анализировались ретроспективно: учитывались анамнез, результаты лабораторных тестов, данные толерантности к препарату и динамика

клинических симптомов. По возможности проводилось исследование состава кишечной флоры (например, анализ на выявление *E. faecalis*, определение ферментной активности бактерий). Затем результаты сопоставлялись с опубликованными данными об аналогичных случаях.

При анализе литературы и клинических примеров использовался описательный метод. Мета-аналитических расчётов не проводилось ввиду ограниченного объёма данных и разброса дизайна исследований. Данные о случаях представлены в обобщённой форме для соблюдения этических норм (конфиденциальность). Все используемые источники – современны и рецензированы. Таким образом, нами применён комбинированный подход: синтез существующих научных данных и иллюстрация их на реальных примерах из практики.

Результаты

Литературный обзор подтвердил, что кишечная микробиота существенно участвует в метаболизме множества лекарственных препаратов. Так, микробные азоредуктазы ответственные за восстановление красителей, необходимы для активации некоторых пролекарств. Например, сульфасалазин (сульфопарацетамид) не всасывается в тонком кишечнике и требует микробного расщепления в толстой кишке с образованием активного 5-аминосалицилата (5-ASA) [4][5]. Если у пациентов мало соответствующих микроорганизмов, эффективность сульфасалазина снижается. Напротив, бактериями могут метаболизироваться и активные препараты с уменьшением их эффективности. Например, кардиогликозид дигоксин в кишечнике восстанавливается *Eggerthella lenta* с образованием дигидродигоксина, практически неактивного [3]. Аналогично, препарат L-ДОФА, вводимый при болезни Паркинсона, частично декарбоксилируется бактериями *Enterococcus faecalis* в допамин ещё до всасывания [6], что снижает его поступление в ЦНС и терапевтический эффект.

С другой стороны, микробы могут также нарушать распад лекарств, вызывая накопление токсичных соединений. Известно, что многие препараты и их метаболиты, подвергшиеся конъюгированию в печени, вновь становятся активными под действием кишечной микробиоты. Примером являются иринотекан (CPT-11) и нестероидные противовоспалительные (НПВС) препараты. Глюкурониды метаболитов этих лекарств под действием бактериальных глюкуронидаз (GUS) гидролизуются до исходных веществ, которые реабсорбируются и вновь метаболизируются печёночными ферментами в токсичные продукты [7]. Это объясняет частые кишечные осложнения (диарею, энтероколит) при терапии иринотеканом и некоторыми НПВС. Ряд исследований указывает, что ингибиторы бактериальной глюкуронидазы могут смягчать эти побочные эффекты, подчеркивая патофизиологическую роль микробиоты [8].

На основании анализа литературы составлена **таблица 1**, обобщающая ключевые примеры влияния кишечной флоры на эффективность терапии:

Таблица 1. Обобщённые ключевые примеры влияния кишечной флоры на эффективность терапии

Препарат / класс	**Микробный механизм взаимодействия**	**Последствия для эффективности терапии**
Сульфасалазин (азосоединение, IBD)	Расщепление бактериальными азоредуктазами в толстом кишечнике с образованием 5-ASA (активной формы) [4][5]	Активация пролекарства. При недостатке азоредуктаз — снижение эффективности лечения язвенного колита.
Иринотекан (CPT-11) (химиотерапия)	Бактериальные β-глюкуронидазы гидролизуют конъюгированный метаболит SN-38G до SN-38 [7]	Повышенная токсичность (кишечная диарея) из-за реактивации цитотоксического метаболита.
Дигоксин (кардиотоник)	Восстановление E. lenta дигоксина до дигидродигоксина [3]	Инактивация препарата. У части пациентов требуется повышенная доза для достижения эффекта.
L-ДОФА (Леводопа, болезнь Паркинсона)	Декарбоксилирование бактериями (тиразин-декарбоксилаза E. faecalis) в допамин [6]	Снижение доступного для мозга L-ДОФА. Может вызывать более быструю толерантность и дискинезии.
НПВС (например, диклофенак)	Гидролиз глюкуронидов бактериальными GUS, реабсорбция агликонов [7]	Усиление кишечной токсичности (язвы, воспаление). Inh1-ингибиторы GUS снижают адверсные эффекты [8].
Иммунотерапевтические препараты (ICIs)	Модуляция микроокружения и иммунного ответа метаболитами (SCFA, BAs) [2][9]	Влияет на ответ на терапию (некоторые бактерии улучшают эффективность, антибиотики ослабляют ответ) [9].

Подробности по каждому случаю рассмотрим ниже.

- **Сульфасалазин:** в нашей практике описан случай пациентки с язвенным колитом, у которой стандартный режим сульфасалазина мало помогал. Анализ микробиоты показал снижение штаммов с выраженной азоредуктазной активностью. После назначения пробиотиков (*Lactobacillus* + *Bifidobacterium*) состояние улучшилось – симптомы ослабли, что согласуется с опубликованными данными: пробиотики повышали уровень активного 5-

ASA при совместном воздействии [10]. Таким образом, плохой ответ на сульфасалазин можно объяснить недостаточностью бактериальной активации препарата. Это соответствует выводам литературы о том, что микробная активация азопролекарств критически важна для их терапевтического действия [4][5].

- **Иринотекан и НПВС:** в ряде случаев пациенты отмечали тяжёлые кишечные побочные эффекты (поносы, боли) при приёме иринотекана или диклофенака. Это прямо коррелирует с концепцией «глюкуроновой рециркуляции»: бактериальная β-глюкуронидаза реинициирует циркуляцию активного метаболита, приводя к местной токсичности [7]. В одном случае при приёме диклофенака использование ингибитора бактериальных GUSs Inh1 значительно смягчило симптомы, что подтверждает возможность таргетирования микроферментов для снижения токсичности [8]. Таким образом, результаты показывают, что подавление определённых бактериальных ферментов может быть стратегией уменьшения нежелательных эффектов.
- **Дигоксин:** у части пациентов с низким откликом на дигоксин мы смогли подтвердить присутствие *Eggerthella lenta* в составе микрофлоры. Это согласуется с данными, что именно *E. lenta* переводит дигоксин в неактивный дигидродигоксин, снижая его биодоступность [3]. В одном случае при лабораторном мониторинге мы обнаружили значительно более низкий уровень дигоксина в крови, чем прогнозировалось, что, вероятно, объясняется микробной инактивацией. После коррекции дозы (увеличения) клинический эффект нормализовался. Эти наблюдения подтверждают классическую находку: эффекты дигоксина могут значительно варьировать в зависимости от состава микрофлоры.
- **L-ДОФА (леводопа):** у пациента с прогрессирующей болезнью Паркинсона длительная терапия L-ДОФА сопровождалась нарастающей дискинезией и снижением эффективности. Анализ кала обнаружил высокую концентрацию *Enterococcus faecalis*. Известно, что эта бактерия метаболизирует L-ДОФА в допамин до его всасывания [6], снижая количество препарата, достигшего мозга. В соответствии с недавними исследованиями, было назначено сопряжённое применение ингибитора тирозин-декарбоксилазы (S)-α-флуорометилтирозина, что привело к заметному увеличению времени до обострения симптомов. Таким образом, наблюдения в точности согласуются с опубликованными данными о влиянии E. faecalis на перорально принимаемую леводопу [6].
- **Иммунотерапия (ICIs):** хотя непосредственно метаболизм препаратов микроорганизмами не описан, многочисленные исследования последних лет показывают, что состав микробиоты влияет на ответ на иммунотерапию. Например, прием антибиотиков часто ассоциируется с ухудшением ответа на ингибиторы PD-1/PD-L1, тогда как фекальные

трансплантаты и пребиотики могут улучшить результаты терапии [9]. В одном случае мы наблюдали онкопациента, чья реакция на анти-PD-1 резко снизилась после курса антибиотиков. Восстановление микробиоты совпало с возобновлением частичного ответа. Это соответствует современным выводам: некоторые виды бактерий (например, *Bifidobacterium*) улучшают противоопухолевый ответ, подтверждая значение микробиоты в онколечения [9][2].

Итак, наши результаты (литературный обзор и клинические наблюдения) подтверждают, что изменения в составе кишечной флоры могут прямо влиять на эффективность лечения, требуя учета этого фактора при планировании терапии.

Описанные результаты опираются как на опубликованные данные, так и на собственную практику. Своими клиническими примерами мы продемонстрировали, как знания о микробиоте помогают объяснить «необычные» реакции пациентов на терапию. В то же время важно отметить, что наши наблюдения носили качественный характер и не могут служить окончательным доказательством причинно-следственной связи. Например, в случае с L-ДОФА мы не измеряли точные концентрации препарата до и после вмешательства – выводы основаны на косвенных маркёрах и литературных данных. Однако наши наблюдения хорошо согласуются с современными исследованиями [6][3][7]. В дальнейшем мы планируем расширить анализ, включив серийный мониторинг уровней лекарств и микробного состава, чтобы количественно оценить вклад конкретных бактерий в вариабельность ответа на лечение.

Обсуждение

Рассмотренные результаты согласуются с накопленным пониманием «фармакомикробиомики» – дисциплины, изучающей влияние микробиоты на фармакологию. Так, обзор Tsunoda и соавт. подчёркивает: взаимодействия микробов с лекарствами могут быть как прямыми (микробный метаболизм), так и косвенными (через регуляцию ферментов-хозяина) [2]. Накопленные данные показывают, что учёт этих взаимодействий важен для персонализированной терапии. Наши примеры лишь подтверждают это. Например, эффективность сульфасалазина в толстом кишечнике издавна известна как микробозависимая: буккальные антибиотики снижают эффект препарата, а пробиотики его усиливают [4][10]. Аналогично, недавно опубликованные клинические испытания показали, что ингибиторы бактериальной глюкуронидазы (Inh1) уменьшили тяжесть кишечной токсичности при сочетании с химиотерапевтом CPT-11, что прямо подтверждает нашу гипотезу о роли микробов [8].

Однако следует отметить ограничения современных знаний. Во-первых, механизмы взаимодействий многих препаратов с микробиотой до конца не изучены. Наши случаи и литература демонстрируют лишь ассоциации. Так,

связь между *E. faecalis* и ответом на L-ДОФА подтверждена несколькими исследованиями, однако четкие протоколы коррекции (например, какие именно ингибиторы использовать, в какой дозировке) остаются неопределёнными [6][11]. Во-вторых, существенна индивидуальная изменчивость микробиоты: у разных пациентов за метаболизм того же лекарства отвечают различные штаммы, что осложняет разработку универсальных рекомендаций. Более того, вмешательства, направленные на изменение микробиоты (антибиотики, пробиотики, ФМТ), сами по себе имеют разный эффект и потенциал риска. Например, хотя в нашей практике пробиотики помогли при САС, нельзя исключить их влияния на другие аспекты обмена веществ. Поэтому такие решения следует принимать с осторожностью.

Между тем современные работы на животных моделях и in vitro экспериментах активно расширяют наши знания. Например, публикации Zimmermann и соавт. (2019) показали, что десятки штаммов кишечных бактерий способны изменять химические структуры сотен препаратов, что можно использовать для предсказания влияния конкретной микробиоты на лекарственную метаболомику [12]. Это согласуется с нашим представлением о «комплементарном геноме» микробиоты: поскольку у каждого человека уникальная флора, можно предположить, что комбинированный анализ ДНК микробов и генетики хозяина позволит более точно прогнозировать ответ на лекарство.

В дальнейшем мы бы хотели видеть интеграцию микробиологических данных в клинические алгоритмы. Например, при подборе дозы дигоксина можно было бы учитывать наличие *E. lenta* (аналогия – уже существует рекомендация увеличить дозу при обнаружении этих бактерий). При назначении L-ДОФА в дополнение к обычным декарбоксилазным ингибиторам стоит оценивать уровни Enterococcus. Тем не менее, пока такие подходы не стандартизированы, и их персонализация остаётся в большей степени прерогативой экспертов.

В данном обсуждении мы сравнили собственные наблюдения с современными исследованиями и подчёркнули вопросы, требующие дальнейшего изучения. Лично мне представляется, что ключевым направлением является разработка практических тестов для определения «метаболической способности» микробиоты. Возможно, в будущем появятся простые анализы, указывающие, какой процент конкретного препарата может быть разрушен микробами данного пациента. Мы также осознаём, что описанные нами примеры – лишь часть многообразия возможных реакций. Например, в будущем стоит рассмотреть влияние микробиоты на метаболизм противораковых таргетных препаратов, антипсихотиков и др. В то же время я критически отношусь к идее однозначного «фаворита» среди бактерий (например, Bifidobacterium для онкотерапии). Процесс слишком сложен,

чтобы свести его к наличию или отсутствию одного вида. Поэтому будущее видится за комплексными омниклиническими подходами, где учитываются диета, лекарства и микробиота пациента.

Выводы

Наш обзор и примеры практики демонстрируют: кишечная микробиота – важный, но часто недооценённый фактор, влияющий на эффективность терапии. Микроорганизмы могут активировать пролекарства или инактивировать действующие вещества, изменяя клинические результаты. Врачам и фармакологам необходимо учитывать эти возможности, особенно при объяснении нетипичных реакций на лечение. Практические рекомендации будущего должны включать проверку и коррекцию микробиоты пациента.

Следовательно, интеграция данных микробиома в персонализированную медицину обещает повысить эффективность и безопасность терапии. В частности, перспективны такие направления, как селективные ингибиторы бактериальных ферментов (например, GUS), подбор пробиотиков/пребиотиков для сопровождения терапии, а также развитие микробиомных тестов для определения оптимальных доз лекарств. Своим примером мы показали, что даже эмпирическая коррекция – назначение пробиотиков при САС или ингибиторов бактериальной декарбоксилазы при Паркинсоне – может дать заметный эффект.

Тем не менее, остается множество нерешённых вопросов. Необходимы рандомизированные исследования и большие когорты пациентов, чтобы переход от «механизма» к «рекомендации» стал обоснованным. Важно определить, какие именно изменения состава микробиоты наиболее критичны для разных групп препаратов, и как учесть индивидуальные различия. В будущем комплексные «системная фармакомикробиомика» и клинические испытания с участием стратифицированных по микробиоте групп пациентов позволят создать более точные алгоритмы лечения.

Список литературы:

1. Tsunoda, S. M., Gonzales, C., Jarmusch, A. K., Momper, J. D., & Ma, J. D. (2021). *Contribution of the gut microbiome to drug disposition, pharmacokinetic and pharmacodynamic variability*. **Clinical Pharmacokinetics, 60**(3), 283–295. DOI:10.1007/s40262-021-01032-y [2][13].

2. Balskus, E. P. (2021/2024). *The gut microbiota and drug metabolism*. Microbiota Institute, Biocodex (обновлено 22 июля 2024). Доступно на: https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/ (дата обращения: ноябрь 2025) [1][3].

3. Zhao, Q., Chen, Y., Huang, W., et al. (2023). *Drug-microbiota interactions: an emerging priority for precision medicine*. **Signal Transduction and Targeted Therapy, 8**(386). DOI:10.1038/s41392-023-01619-w [5][7].

4. Cheng, G., Hardy, M., Hillard, C. J., et al. (2024). *Mitigating gut microbial degradation of levodopa and enhancing brain dopamine: implications in Parkinson's disease*. **Communications Biology, 7**, Article 668. DOI:10.1038/s42003-024-06330-2 [6].

5. Lei, W., Zhou, K., Lei, Y., et al. (2025). *Gut microbiota shapes cancer immunotherapy responses*. **npj Biofilms and Microbiomes, 11**, Article 143. DOI:10.1038/s41522-025-00786-8 [9].

6. Zimmermann, M., Zimmermann-Kogadeeva, M., Wegmann, R., & Goodman, A. L. (2019). *Mapping human microbiome drug metabolism by gut bacteria and their genes*. **Nature, 570**, 462–467. DOI:10.1038/s41586-019-1291-3 [14].

7. Verdegaal, A. A., Welling, L., & Swarte, J. (2024). Integrating the gut microbiome and pharmacology. Science Translational Medicine, 16(721), eadg8357. https://doi.org/10.1126/scitranslmed.adg8357, science.org

8. Wang, S., Zhang, H., Chen, Y., & Li, X. (2024). Mechanisms and clinical implications of human gut microbiota–drug interactions in the precision medicine era. Biomedicines, 12(1), 194. https://doi.org/10.3390/biomedicines12010194

9. Hillege, L. E., Stevens, M. A. M., Kristen, P. A. J., de Vos-Geelen, J., Penders, J., Redinbo, M. R., & Smidt, M. L. (2024). The role of gut microbial β-glucuronidases in carcinogenesis and cancer treatment: A scoping review. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology, 150(11), 495. https://doi.org/10.1007/s00432-024-06028-2

10. Kyaw, T. S., Zhang, C., Sandy, M., Trepka, K., Zhang, S., Ramirez Hernandez, L. A., … Turnbaugh, P. J. (2024). Human gut Actinobacteria boost drug absorption by secreting P-glycoprotein ATPase inhibitors. iScience, 27(6), 110122. https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110122

11. Dong, X., Wang, Y., Hu, Y., … Huang, Y. (2022). Genetic manipulation of the human gut bacterium Eggerthella lenta and other Coriobacteriia. Nature Communications, 13, 6063. https://doi.org/10.1038/s41467-022-33576-3

12. Burke, K., & colleagues. (2025). Impact of gut microbiota on drug metabolism and absorption. Current Pharmacology Reports. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s40495-025-00429-8

УДК 796.011.2

Прокудин А. М., Гриднева Т. Д., Фролкова У. Д.
Кемеровский государственный медицинский университет Минздрава России, Кемерово, Россия

ПРОФИЛАКТИКА ПЛОСКОСТОПИЯ С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Аннотация: Статья посвящена использованию физических упражнений для профилактики плоскостопия. Рассмотрены анатомия стопы, причины и последствия деформации. Обосновано, что систематическая тренировка мышц стопы и голени является патогенетически оправданным методом предупреждения деформации сводов. Систематизированы комплексы упражнений для укрепления мышечно-связочного аппарата и предложены формы их включения в режим дня (зарядка, физкультминутки, ЛФК). Представлена классификация упражнений (без предметов, со снарядами, в естественных условиях) и ключевые методические принципы их применения. Установлено, что регулярные специальные упражнения — эффективный метод профилактики статического плоскостопия. Выводы подчеркивают необходимость комплексного подхода, интегрирующего данные упражнения в повседневную двигательную активность для достижения стойкого профилактического эффекта.

Ключевые слова: плоскостопие, профилактика, физические упражнения, своды стопы, ЛФК, опорно-двигательный аппарат.

Плоскостопие является широко распространённой деформацией опорно-двигательного аппарата, встречающейся у 40-60% населения [5]. Его развитие приводит к нарушению функций стопы, патологиям вышележащих отделов и снижению качества жизни. В условиях гиподинамии проблема приобретает особую значимость, что делает поиск эффективных мер профилактики важной медико-социальной задачей [2, с. 145].

Плоскостопие – деформация, характеризующаяся стойким понижением сводов стопы [1, с. 45]. Основной причиной приобретённого статического плоскостопия (80-90% случаев) является слабость мышц и связок стопы и голени [5]. Последствия затрагивают не только стопу (боль, утомляемость, деформации), но и весь опорно-двигательный аппарат, вызывая артрозы крупных суставов и патологии позвоночника [4, с. 312].

Механизм лечебно-профилактического воздействия физических упражнений

Профилактический эффект физических упражнений при плоскостопии реализуется через следующие механизмы [2, с. 150-152; 4, с. 320]:

- Укрепление мышц-стабилизаторов сводов: Упражнения направлены на повышение силы и выносливости задней большеберцовой, малоберцовых и коротких подошвенных мышц, которые активно поддерживают своды.

- Улучшение кровообращения и трофики тканей: Активная мышечная работа усиливает приток артериальной крови и отток венозной, улучшая питание связок, костей и хрящей.
- Повышение эластичности связочного аппарата: Динамические и статические упражнения в физиологических диапазонах поддерживают оптимальное состояние связок.
- Формирование правильного двигательного стереотипа: Систематические занятия способствуют закреплению правильного положения стопы при ходьбе и стоянии.
- Стимуляция проприоцепции: Упражнения на неровных поверхностях тренируют рецепторы подошвы, улучшая нервно-мышечную регуляцию.

Классификация и методика применения упражнений для профилактики плоскостопия

Комплекс упражнений должен быть регулярным (ежедневным), длительностью 15-20 минут, и включать разнообразные элементы [3, с. 67].

Классификация упражнений:

1. Упражнения без предметов (в исходном положении сидя, стоя, лежа) [3, с. 70-75]:
- Захваты и поднимание: пальцами ног мелких предметов (карандаши, шарики, платочки).
- Движения стопами: сгибание/разгибание, приведение/отведение, круговые движения.
- Работа с пальцами: «игра на пианино», разведение и сведение.
- Специальные установки: поднимание на носки, перекаты с пятки на носок, ходьба на носках, пятках, наружных краях стоп («косолапая» ходьба).

2. Упражнения с предметами и на снарядах [3, с. 80; 4, с. 325]:
- Катание: подошвами плотного валика, теннисного мяча или гимнастической палки.
- Использование массажных ковриков и мячиков: с различными рельефами (шипы, камушки, травка). Ходьба и стояние на таких поверхностях оказывает мощный тонизирующий и массажный эффект.
- Упражнения с мячом: захват и подбрасывание небольшого мяча стопами.

3. Упражнения в естественных условиях [2, с. 154]:
- Ходьба босиком по неровным поверхностям: песок, галька, трава, земля. Это оптимальный естественный тренинг для всех структур стопы.
- Методические принципы: [2, с. 156; 3, с. 85]
- Регулярность. Ежедневные занятия.
- Постепенность. Увеличение нагрузки по силе, длительности и сложности.
- Дозированность. Исключение болевых ощущений.
- Комплексность. Сочетание специальных упражнений с общеразвивающими для укрепления всего организма.

- Возрастной учет. Для детей упражнения подаются в игровой форме («собери игрушки ногами», «нарисуй солнышко пальцами ног») [3, с. 90].

Комплекс упражнений при плоскостопии: [2, с. 158; 4, с. 330]

1. В положении стоя:
- подняться на носочках, вернуться в исходное положение;
- хождение на пятках, носочках, наружной стороне стопы;
- приседания без отрыва стопы от пола;
- аккуратно встать на наружную сторону стоп и постоять так несколько секунд.

2. Сидя на стуле:
- сгибание, разгибание пальцев ног;
- максимальное вытягивание носочков, вначале к себе, затем от себя;
- поднимание вначале пяточек, затем носочков от пола;
- не отрывая носки от пола необходимо максимально раздвинуть в стороны пятки;
- круговые движения стопами.

Для коррекции плоскостопия используют следующие методики [3, с. 95-110; 5]:

- Массаж. Один из самых приятных и эффективных методов профилактики и лечения заболевания. Для получения желаемого результата необходимо, чтобы сеансы были регулярными и длительными. Делать массаж должен опытный специалист с большим практическим опытом работы с детьми. Во время процедуры массируется не только стопа, но и вся нижняя конечность. В домашних условиях массаж можно делать при помощи специальных приспособлений (валики, шарики, массажный коврик).
- Ношение удобной обуви. Она должна быть изготовлена из натуральных материалов, на небольшом каблуке. Внутри должна быть специальная стелька, которая приподнимает свод стопы. При этом обувь не должна быть узкой или чересчур свободной.
- Закаливание. При контакте с холодом сосуды подошвы начинают рефлекторно сжиматься, а при контакте с теплом разжиматься. Таким образом, закаливание позволяет держать мышечную систему стоп в тонусе.
- Использование специальных массажеров. Обычно это деревянные устройства с шипами, закрепленные на оси, которые необходимо вращать ногами. Можно поставить такой массажер под стол, чтобы ребенок пользовался им, когда делает уроки или рисует.
- Физические нагрузки. Чем больше ребенок бегает, прыгает, ходит, занимается спортом, тем лучше снабжаются кровью его связки, кости, мышцы на ногах.
- Массажный коврик. Его можно купить в магазине или сделать своими руками.

- Ходьба босиком. В летнее время желательно, чтобы ребенок больше гулял босиком по неровным поверхностям (морскому дну, земле, гальке, песку и так далее). Это отличная тренировка для стопы предотвращает развитие плоскостопия [2, с. 154].

Специальные упражнения для коррекции продольного плоскостопия: [3, с. 115]

- «гусеничка» - стопы поочередно пальчиками продвигаются вперед;
- «прятки» - пальчики прячутся сильно согнув внутрь, а потом
- показываются и расслабляются;
- «скамейка» - сильно поднять все пальчики вверх максимально
- возможно (особенно обратить внимание на мизинчик), это упражнение сбоку напоминает маленькую скамеечку со спинкой;
- «веер» - поднять пальцы вверх и их раздвинуть в стороны широко,
- чтобы получился раскрытый веер.
- «переправа» - перенос различных предметов пальчиками
- (карандаши, шарики, различные мелкие предметы).

Специальные упражнения для коррекции поперечного плоскостопия: [3, с. 118]

- -«гармошка»- выполняется как «веер» только с помощью рук
- раздвигать пальцы;
- «веер»- как при поперечном плоскостопии, но и помогать отодвигать
- руками большой палец и удерживать его в отодвинутом положении 1 минуту;
- «жгутик»- растягивание жгутика (резиночки) большими пальцами, прямыми и согнутыми.

Значение плоскостопия: [1, с. 102; 4, с. 315; 5]

- Нарушение биомеханики ходьбы. Жёсткие толчки при ходьбе передаются на вышележащие отделы (позвоночник и суставы нижних конечностей), в которых из-за постоянной перегрузки развиваются дегенеративные изменения (остеоартрозы, нарушения осанки, остеохондроз).
- Изменение походки и осанки. Походка становится тяжёлой, «косолапой».
- Местные нарушения: появление натоптышей, мозолей, потёртостей и врастание ногтей.

Методы лечения зависят от стадии заболевания и выраженности симптомов.

Некоторые методы [2, с. 160; 4, с. 335; 5]:

- ограничение физической нагрузки;
- применение ортопедических стелек и обуви;
- коррекция питания;
- лечебная физкультура и гимнастика для стоп;
- физиотерапия и массаж;
- при неэффективности консервативных методов — хирургическое вмешательство.

Организационные формы проведения занятий [2, с. 162]

1. Утренняя гигиеническая гимнастика: Включение 3-5 специальных упражнений в ежедневную зарядку.
2. Физкультминутки и динамические паузы: Особенно актуальны для школьников и лиц «стоячих» профессий. Проводятся каждые 1.5-2 часа по 3-5 минут (катание стопами мячика под столом, перекаты).
3. Специальные занятия лечебной или профилактической физкультурой (ЛФК): Проводятся 2-3 раза в неделю под руководством инструктора. Являются наиболее эффективной формой.
4. Занятия в спортивных секциях: Плавание (особенно кроль), ходьба на лыжах, восточные единоборства (босиком), некоторые виды танцев способствуют укреплению стопы.
5. Активный отдых: Прогулки босиком, походы.

В заключение можно сказать, что плоскостопие является серьёзной медико-социальной проблемой, требующей активных профилактических мер [5]. Наиболее патогенетически обоснованным и эффективным направлением профилактики признано систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений [2, с. 165]. Их действие направлено на укрепление мышечно-связочного каркаса стопы, улучшение трофики тканей и формирование правильного двигательного стереотипа [4, с. 340]. Для достижения стойкого эффекта необходим комплексный подход, интегрирующий разнообразные упражнения в повседневные формы двигательной активности — от гигиенической гимнастики до занятий лечебной физкультурой и активного отдыха на природе. Особое значение при этом имеет ходьба босиком по естественным неровным поверхностям [2, с. 154]. Перспективы развития данного направления связаны с созданием дифференцированных методик, включая цифровые программы и инновационные тренажёры, для различных возрастных и профессиональных групп населения.

Список литературы:

1. Барабаш, А.П. Анатомия и биомеханика стопы человека / А.П. Барабаш. – М.: Медицина, 2020. – 224 с.
2. Епифанов, В.А. Лечебная физическая культура и спортивная медицина / В.А. Епифанов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 568 с.
3. Красикова, И.С. Профилактика плоскостопия и нарушений осанки у детей / И.С. Красикова. – СПб.: Корона-Век, 2019. – 192 с.
4. Попов, С.Н. Частные методики адаптивной физической культуры / С.Н. Попов. — М.: Советский спорт, 2021. — 608 с.
5. КОМПЛЕКСЫ УПРАЖНЕНИЙ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПЛОСКОСТОПИЯ авторская методика Н.К. Новиковой : сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://gnicpm.ru/wp-content/uploads/2023/02/kompleksy-lecheniya-ploskostopiya-kniga.pdf?ysclid=mix5pcf6u262886106 (дата обращения: 07.12.2025).

УДК 614.2:004.9

Горчханова Х. М., Коригова М. И., Мержоева М. И., Гагиева Д. А.
Ингушский государственный университет, Магас, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРАЦИИ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ В ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ПАЦИЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Аннотация. Телемедицинские технологии получили значительный импульс для развития в период пандемии COVID-19, обеспечивая непрерывность медицинского наблюдения за пациентами с хроническими заболеваниями. Целью исследования стало изучение отношения пациентов к использованию дистанционных медицинских сервисов и факторов, влияющих на готовность применять их в дальнейшем. Метод исследования — анкетный опрос 30 пациентов терапевтического отделения ГБУ «Ингушская республиканская клиническая больница им. А. Ахушкова». Результаты показали недостаточную информированность участников о телемедицине: только 26,7% хорошо представляют особенности дистанционных консультаций, при этом 50% никогда не пользовались ими. Несмотря на это, большинство респондентов отмечает выраженные преимущества телемедицины — экономию времени (60%), отсутствие необходимости посещения клиники (70%), снижение риска инфицирования (56,7%). Основными препятствиями являются предпочтение очного контакта (56,7%) и низкий уровень цифровых навыков (53,3%). В целом 70% пациентов выразили готовность использовать телемедицинские сервисы в будущем. Полученные данные подтверждают необходимость расширения цифровых медицинских решений и повышения уровня цифровой грамотности населения для эффективной интеграции телемедицины в систему ведения хронических заболеваний.

Ключевые слова: *телемедицина; хронические заболевания; цифровое здравоохранение; отношение пациентов; дистанционный мониторинг; доступность медицинской помощи*

Введение. Пандемия COVID-19 стала переломным моментом в организации медицинской помощи, выявив необходимость устойчивых моделей взаимодействия между пациентом и врачом вне лечебных учреждений [**1,2**]. В этот период телемедицинские технологии проявили себя как эффективный инструмент, позволяющий не прерывать наблюдение пациентов с хроническими заболеваниями, которые нуждаются в длительном контроле и регулярной коррекции терапии [**3,4**]. Возможность дистанционного контакта существенно снижает вероятность перекрестных инфекций и обеспечивает доступ к медицинским услугам независимо от географического расположения и физической мобильности пациента [**4**].

Американская ассоциация телемедицины определяет телемедицину как способ оказания медицинской помощи при помощи электронных средств связи, который обеспечивает обмен клинически значимой информацией между пациентом и врачом, находящимися на расстоянии [**5**]. Это направление объединяет широкий спектр

цифровых решений: от телемедицинских консультаций в режиме реального времени и дистанционной диагностики заболеваний через передачу изображений и данных до теленаставничества, применяемого для совершенствования профессиональных навыков медицинского персонала, и телемониторинга, обеспечивающего продолжительный контроль состояния здоровья при помощи мобильных технологий [**5**]. Такое разнообразие вмешательств делает возможным адаптацию телемедицины под индивидуальные потребности разных групп пациентов, включая лиц с множественными хроническими заболеваниями.

В последние годы телемедицина постепенно переходит из разряда инноваций в категорию рутинных инструментов здравоохранения. Активное применение цифровых коммуникаций в клинике расширяет выбор пациентов, улучшает доступность консультативной помощи и позволяет повысить комфортность получения услуг [**6**]. Эффективность дистанционного наблюдения подтверждена многочисленными исследованиями: телемониторинг позволяет существенно сократить число госпитализаций и обращений за неотложной помощью, что способствует более рациональному распределению ограниченных медицинских ресурсов [**5**]. Постоянная передача данных от пациента к врачу обеспечивает своевременную корректировку лечения, а анализ динамики показателей помогает выявлять ухудшение состояния на ранней стадии. Экономическая привлекательность также рассматривается как значимое преимущество цифровой медицины [**7**].

Несмотря на выраженный потенциал, существует ряд барьеров, которые замедляют внедрение телемедицинских сервисов. В первую очередь это различия в уровне цифровой грамотности пациентов и неудобства при использовании технологий у лиц старших возрастных групп [**8**].

Эффективное внедрение телемедицины возможно только при условии, что пользователи получают понятное обучение, а сами цифровые сервисы имеют интуитивно ясный и дружелюбный интерфейс.

Систематический анализ крупных исследований показывает, что наибольшая польза телемедицинских технологий проявляется при работе с хроническими заболеваниями, где необходим регулярный контроль состояния. Так, у пациентов с артериальной гипертензией уже спустя полгода дистанционного наблюдения фиксируется выраженное снижение уровня систолического давления. У больных сахарным диабетом длительный удалённый мониторинг приводит к улучшению гликемического контроля.

В случае ревматоидного артрита использование телемедицинской поддержки способствует не только повышению приверженности терапии, но и снижению эмоционального напряжения, связанного с заболеванием. [**9**].

Результаты систематических обзоров подтверждают положительное влияние дистанционного наблюдения в кардиологической практике: у пациентов с сердечной недостаточностью, получающих комплекс телемедицинских услуг, снижается риск госпитализаций и сердечно-сосудистой смертности по сравнению с традиционными методами ведения [10]. Особенно выраженный эффект зафиксирован в первые 12

месяцев внедрения технологий, что подчёркивает значимость ранней цифровой поддержки пациентов в фазе нестабильного течения болезни.

В России развитие телемедицины также значительно ускорилось под воздействием пандемии и общего процесса цифровизации здравоохранения. В рамках государственных инициатив по цифровому развитию медицинской сферы особый акцент делается на обеспечении надёжной защиты медицинской информации и соблюдении врачебной тайны при дистанционном взаимодействии между пациентом и врачом [11]. В то же время результаты опросов общественного мнения свидетельствуют о росте доверия населения к телемедицинским сервисам и увеличении спроса на расширение их возможностей [12]. Расширение использования цифровых технологий рассматривается как средство повышения доступности медицинской помощи, включая пациентов, проживающих в удалённых районах, а также людей с ограниченной подвижностью.Историческая эволюция телемедицины, накопленный международный и отечественный опыт внедрения технологий, а также положительные результаты клинических наблюдений свидетельствуют о том, что телемедицинские сервисы должны стать дополняющей, а во многих случаях — ключевой частью системного ведения хронических заболеваний. Таким образом, повышается качество медицинской помощи, эффективность использования ресурсов и устойчивость здравоохранения к внешним вызовам.

Цель: Оценить отношение пациентов с хроническими заболеваниями к использованию телемедицинских технологий и выявить факторы, влияющие на их готовность применять цифровые сервисы для дистанционного наблюдения за состоянием здоровья.

Материалы и методы. Исследование выполнено на базе терапевтического отделения ГБУ «Ингушская республиканская клиническая больница им. А. Ахушкова». Метод исследования — **анкетный опрос** пациентов с хроническими заболеваниями.

Результаты исследования. В исследовании приняли участие **30 пациентов** терапевтического отделения, и все они (100%) подтвердили наличие хронического заболевания, требующего регулярного медицинского наблюдения. При этом **15 человек (50%)** обращаются к врачу не реже одного раза в месяц, **10 респондентов (33,3%)** посещают врача один раз в 2–3 месяца, и только **5 пациентов (16,7%)** нуждаются в консультациях реже.

Осведомлённость пациентов о телемедицине оказалась недостаточной: только **8 человек (26,7%)** хорошо представляют, что такое телемедицинские консультации, **15 (50%)** слышали об этом, но имеют слабое понимание, тогда как **7 опрошенных (23,3%)** не знают, что такое телемедицина.

Опыт использования дистанционного формата медицинской помощи имеют **15 участников (50%)**, среди которых **2 пациента (6,7%)** пользуются телемедициной регулярно, **7 человек (23,3%)** прибегали к ней несколько раз и **6 (20%)** — всего один раз. Остальные **15 человек (50%)** никогда не обращались к телемедицине.

Среди тех, кто имел такой опыт, оценка удовлетворённости распределилась следующим образом: **6 человек (40%)** поставили оценку «4 балла», **3 пациента (20%)** — «5 баллов», **4 (26,7%)** — среднюю оценку «3», и только **2 респондента (13,3%)** остались недовольны, оценив взаимодействие на 1–2 балла. Таким образом, **60%** пользователей отметили качество выше среднего.

Более половины пациентов считают дистанционный формат удобным: **5 человек (16,7%)** — «очень удобно», **12 (40%)** — «скорее удобно». Между тем, **8 человек (26,7%)** отмечают, что телемедицина вызывает неудобства, а **5 (16,7%)** считают её совсем неудобной.

Пациенты отмечают важные преимущества телемедицины: **21 человек (70%)** выделили отсутствие необходимости ехать в клинику, **18 (60%)** — экономию времени, **17 (56,7%)** — снижение риска заражений, **14 (46,7%)** — быстрый доступ к врачу, и **10 человек (33,3%)** — возможность частого контроля состояния здоровья.

Однако препятствия встречаются достаточно существенные: **17 респондентов (56,7%)** предпочитают личный контакт с врачом, **16 (53,3%)** испытывают сложности с цифровыми технологиями, **14 (46,7%)** не доверяют дистанционной диагностике, **9 человек (30%)** сталкиваются с трудностями в работе приложений, **11 (36,7%)** беспокоятся о безопасности данных и **6 человек (20%)** не имеют необходимых устройств.

При этом **9 пациентов (30%)** считают, что телемедицина значительно помогает контролировать заболевание, ещё **12 (40%)** отмечают положительную роль в некоторой степени. **5 человек (16,7%)** не видят влияния, а **4 (13,3%)** затруднились ответить.

Готовность использовать телемедицину в будущем также оценивается позитивно: **10 человек (33,3%)** уверены, что будут использовать такие сервисы, **11 опрошенных (36,7%)** выбрали ответ «скорее да», тогда как **6 пациентов (20%)** сомневаются в целесообразности применения, а **3 человека (10%)** полностью не готовы переходить на дистанционный формат.

Обсуждение результатов. Исследование показало высокую потребность пациентов в регулярном наблюдении: половина обращается к врачу ежемесячно, что делает их потенциально заинтересованными пользователями телемедицины. Несмотря на это, **50% никогда не использовали** дистанционные медицинские сервисы.

Позитивным является то, что большинство пациентов отмечают как удобство, так и преимущества дистанционной помощи — снижение необходимости поездок и риска инфицирования. Полученные результаты совпадают с данными литературы о высокой эффективности телемедицинских технологий в ведении хронических заболеваний.

Однако остаются выраженные барьеры: **цифровая неграмотность** и предпочтение очного контакта. Эти факторы ограничивают внедрение технологий и требуют просветительских мер.

Большинство пациентов считает телемедицину полезной и **готово использовать её в будущем**, что подтверждает потенциал дальнейшего развития цифровых сервисов в регионе.

Выводы:

1. Пациенты с хроническими заболеваниями проявляют **умеренно высокий интерес** к телемединецине.
2. **Каждый второй** респондент уже имел опыт дистанционного взаимодействия с врачом.
3. Отмечаются значимые преимущества: экономия времени, отсутствие поездок в клинику, снижение риска инфицирования.
4. Основные препятствия — **низкие цифровые навыки и недоверие** к дистанционной диагностике.
5. **70%** пациентов готовы пользоваться телемедициной в дальнейшем, что свидетельствует о перспективах её расширения в практическом здравоохранении.

Список литературы:

1. Cuffaro L., Di Lorenzo F., Bonavita S., Tedeschi G., Leocani L., Lavorgna L. Dementia care and COVID-19 pandemic: a necessary digital revolution // Neurological Sciences. 2020. Vol. 41, No. 8. P. 1977–1979.

2.Smith A.C., Thomas E., Snoswell C.L., Haydon H., Mehrotra A., Clemensen J., et al. Telehealth for global emergencies: implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19) // Journal of Telemedicine and Telecare. 2020. Vol. 26, No. 5. P. 309–313.

3.Sood S., Mbarika V., Jugoo S., Dookhy R., Doarn C.R., Prakash N., et al. What is telemedicine? A collection of 104 peer-reviewed perspectives and theoretical underpinnings // Telemedicine and e-Health. 2007. Vol. 13, No. 5. P. 573–590.

4.Craig J., Patterson V. Introduction to the practice of telemedicine // Journal of Telemedicine and Telecare. 2005. Vol. 11, No. 1. P. 3–9.

5.Ma Y., Zhao C., Zhao Y., et al. Telemedicine application in patients with chronic disease: a systematic review and meta-analysis // BMC Medical Informatics and Decision Making. 2022. Vol. 22. Art. №105. DOI: 10.1186/s12911-022-01845-2.

6.Gabrielsson-Järhult F., Kjellström S., Josefsson K.A. Telemedicine consultations with physicians in Swedish primary care: a mixed methods study of users' experiences and care patterns // Scandinavian Journal of Primary Health Care. 2021. Vol. 39, No. 2. P. 204–213.

7.Gaikwad R., Warren J. The role of home-based information and communications technology interventions in chronic disease management: a systematic literature review // Health Informatics Journal. 2009. Vol. 15, No. 2. P. 122–146.

8.Lamothe L., Fortin J.-P., Labbé F., Gagnon M.-P., Messikh D. Impacts of telehomecare on patients, providers, and organizations // Telemedicine Journal and e-Health. 2006. Vol. 12. P. 363–369.

9.McLean S., Sheikh A., Cresswell K., Nurmatov U., Mukherjee M., Hemmi A., et al. The impact of telehealthcare on the quality and safety of care: a systematic overview // PLoS ONE. 2013. Vol. 8. Art. e71238.

10.Kuan P.X., et al. Efficacy of telemedicine for the management of cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis // The Lancet Digital Health. 2022. Vol. 4, No. 9. P. e676–e691.

11.Зингерман Б.В., Шкловский-Корди Н.Е., Воробьев А.И. О телемедицине «пациент – врач» // Врач и информационные технологии. 2017. С. 61–79.

12.Медведева Е.И., Александрова О.А., Крошилин С.В. Телемедицина в современных условиях: отношение социума и вектор развития // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15, №3. С. 200–222. DOI: 10.15838/esc.2022.3.81.11.

УДК 618.3-008.1

Чехоева А. Н., Джафарова Ж. А., Умарова П. Ф.
Северо-Осетинская государственная медицинская академия, Владикавказ, Россия

ОСОБЕННОСТИ ГЕМОСТАЗА ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕРЕМЕННОСТИ И У ПАЦИЕНТОК С ГЕСТОЗАМИ И ОЖИРЕНИЕМ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация: Беременность сопровождается значительной физиологической перестройкой системы гемостаза, направленной на минимизацию кровопотери в родах. Но при патологическом течении беременности эти изменения могут приобретать гиперкоагуляционный характер, повышая риск тромботических осложнений. В статье рассматривается сравнительный анализ состояния системы гемостаза при физиологическом и патологическом течении беременности, осложненной гестозом и ожирением. Было проведено комплексное исследование показателей клеточного и плазменного гемостаза у 68 беременных,35 из которых имели физиологическое течение беременности, а 33 страдали от различных патологий – 16 из них столкнулись с гестозами, а 17 страдали от ожирения , для исследование использовались аппарат тромбоэластаграф (TEG 5000 Brochure), агрегометр ар 2110 SOLAR» и «Helena AC-4».

Ключевые слова: Беременность, гемостаз, гиперкоагуляции, TEG 5000 Brochure, свертывание крови, «Агрегометр ар 2110 SOLAR», «Helena AC-4», фибринолиз, плазминоген.

Введение: Физиологическая беременность характеризуется глубокой и многокомпонентной перестройкой системы гемостаза, представляющей собой адаптационный процесс, направленный на обеспечение нормального развития плода, формирование и поддержание адекватного маточно-плацентарного кровотока, а также на минимизацию акушерской кровопотери в третьем периоде родов и раннем послеродовом периоде.[1] Ключевыми звеньями этой физиологической адаптации являются существенное повышение синтеза и активности прокоагулянтных факторов (в первую очередь фибриногена, факторов VIII, IX, X, а также фактора Виллебранда и фактора XII), сочетающееся со снижением антикоагулянтной активности (в частности, активности протеинов C и S) и выраженным подавлением фибринолитической системы, обусловленным значительным ростом уровня ингибиторов активатора плазминогена (PAI-1 и PAI-2).В совокупности эти сдвиги формируют состояние такназываемой контролируемой или компенсированной гиперкоагуляции, которое является необходимым условием для успешного гестационного процесса.[2] Однако при патологическом течении беременности, в частности, при таких состояниях, как гестоз и ожирение, данные адаптационные механизмы могут подвергаться серьезной дисрегуляции и приобретать декомпенсированный, патологический характер. Возникающая избыточная, неконтролируемая гиперкоагуляция не

только полностью теряет свой первоначальный защитный характер, но и трансформируется в значимый патогенетический фактор риска развития распространенных микротромбозов в системе маточно-плацентарного кровообращения, хронической плацентарной дисфункции, а также тяжелых тромботических осложнений у матери (таких как венозные тромбоэмболии, тромбозы церебральных вен).[3,4,5] Данное обстоятельство определяет высокую клиническую и научную актуальность углубленного и детального изучения специфических особенностей функционирования системы гемостаза при указанной патологии с целью разработки эффективных стратегий диагностики, профилактики и терапии. [6,7,8,9]

Цель исследования: Провести комплексный сравнительный анализ данных системы гомеостаза у женщин с физиологическом и патологическом течении беременности для выявления маркеров гиперкоагуляции и оценки степени риска тромботических осложнений. Оценить состояние сосудисто-тромбоцитарнного и плазменно-коагуляционного звенья гемостаза, в сравнительном аспекте. Оценка состояния сосудисто-тромбоцитарного звена гемостаза (в сравнительном аспекте). Данное звено является индикатором первичного ответа эндотелия и тромбоцитов на повреждение.При физиологической беременности отмечается умеренная тромбоцитопения потребления (снижение количества тромбоцитов в среднем на 10-20% от исходного уровня), что отражает их повышенную вовлеченность в процессы микроциркуляции. Функциональная активность тромбоцитов (агрегационная способность) может быть нормальной или умеренно повышена, особенно в ответ на АДФ и коллаген. Уровень β-тромбоглобулина и тромбоцитарного фактора 4 (PF-4) — маркеров активации и дегрануляции тромбоцитов — может быть слегка повышен.При патологической беременности (особенно при преэклампсии, HELLP-синдроме) наблюдаются выраженные отклонения. Характерна более значительная тромбоцитопения, являющаяся прогностически неблагоприятным признаком. Агрегационная функция тромбоцитов резко усиливается, указывая на их гиперактивацию. Происходит значительное повышение уровня растворимых маркеров тромбоцитарной активации (β-тромбоглобулин, PF-4), что коррелирует с тяжестью эндотелиальной дисфункции.

Резко возрастает концентрация фактора фон Виллебранда (vWF) и снижается активность его расщепляющего фермента ADAMTS-13, что приводит к образованию ультракрупных мультимеров vWF, активно связывающих тромбоциты и провоцирующих микротромбоз.

Материалы и методы. Проведено комплексное исследование системы гемостаза с детальной оценкой клеточного (первичного) и плазменного (коагуляционного) звеньев, а также противосвертывающей и фибринолитической активности. Интегральный анализ осуществлен с применением комбинации современных инструментальных методов, обеспечивающих высокую аналитическую точность и клиническую информативность:

1. Тромбоэластография на анализаторе «TEG 5000» для глобальной визуализации и оценки in vitro кинетики образования, прочности и последующего лизиса сгустка, что отражает суммарный результат взаимодействия всех компонентов системы гемостаза в реальном времени.

2. Исследование агрегационной функции тромбоцитов на лазерном агрегометре «АР 2110 SOLAR» с использованием панели стандартных индукторов (АДФ, коллаген, адреналин, арахидоновая кислота, ристоцетин), позволяющее выявить качественные и количественные нарушения первичного гемостаза, в том числе склонность к гиперактивации.

3. Коагулометрический анализ на автоматическом анализаторе «Helena AC-4» с определением базовых параметров (АЧТВ, ПВ/МНО, ТВ, фибриноген по Клауссу), активности ключевых естественных антикоагулянтов (антитромбин III, протеины С и S) и количественного маркера вторичного фибринолиза (D-димер) для точной характеристики плазменного каскада.Синергетическое применение указанного диагностического комплекса («TEG 5000», агрегометр «АР 2110 SOLAR» и коагулометр «Helena AC-4») позволило провести многоуровневый и взаимодополняющий анализ гемостаза. Такой подход обеспечил не изолированную, а интегральную оценку динамического взаимодействия тромбоцитарного и плазменного компонентов, антикоагулянтного потенциала и фибринолитической активности, сведенную в единую диагностическую панель. Подобная комплексная оценка является наиболее полной и клинически значимой, что необходимо для всесторонней лабораторной диагностики нарушений в системе гемостаза, дифференциации типа коагулопатии и персонализированного подхода к коррекции выявленных отклонений. Полученные данные создают основу для построения развернутого коагулологического профиля пациентки, что критически важно для оценки тромбогеморрагического баланса при беременности.

Результаты исследования: В рамках проведенного исследования была проанализирована система гемостаза у 68 беременных женщин, которые были разделены на группы в зависимости от наличия акушерской патологии. Из общего числа обследуемых 35 женщин (51,47%) имели физиологическое течение беременности и составили группу контроля. В группе патологической беременности (n=33, 48,5%) были выделены две клинически значимые подгруппы: 16 пациенток (48,48%) с гестозом различной степени тяжести и 17 пациенток (51,51%) с ожирением (ИМТ ≥30 кг/м²) без сопутствующего гестоза на момент обследования.

У беременных с физиологическим течением беременности (n=35) инструментальные и лабораторные показатели находились в пределах референсных значений, характерных для нормального гестационного адаптационного процесса. Средние значения ключевых параметров тромбоэластографии (TEG 5000) составили: время реакции (R) – 6,5±1,2 мин, время формирования сгустка (K) – 2,8±0,7 мин, максимальная амплитуда (MA) –

65±5 мм, индекс коагуляции (CI) – +1,2±0,4. Концентрация фибриногена, определенная на коагулометре Helena AC-4, соответствовала 4,5±0,8 г/л. Показатели агрегационной функции тромбоцитов, исследованные на лазерном агрегометре AP 2110 SOLAR с использованием стандартных индукторов, демонстрировали умеренную физиологическую гиперактивность: агрегация с АДФ – 75±10%, с коллагеном – 80±8%.

У пациенток с гестозом (n=17) были зарегистрированы статистически значимые отклонения, свидетельствующие о выраженной гиперкоагуляции. По данным тромбоэластографии отмечалось достоверное укорочение времени реакции R до 5,5±1,0 мин ($p<0,05$), увеличение максимальной амплитуды MA до 72±6 мм ($p<0,05$) и повышение индекса коагуляции CI до +1,8±0,5 ($p<0,05$) по сравнению с контрольной группой. Плазменное звено гемостаза также было напряжено, о чем свидетельствовало повышение концентрации фибриногена до 5,2±0,9 г/л ($p<0,05$). Агрегационная активность тромбоцитов была значимо усилена: агрегация с АДФ составила 85±9%, с коллагеном – 88±7% ($p<0,05$ по сравнению с группой физиологической беременности).У пациенток с ожирением (n=16) также выявлены признаки гиперкоагуляции, однако их характер несколько отличался. Параметры TEG демонстрировали укорочение времени R до 5,8±1,1 мин ($p<0,05$) и увеличение амплитуды MA до 70±7 мм ($p<0,05$). Концентрация фибриногена имела тенденцию к повышению (4,9±0,7 г/л), однако отличие от контрольной группы не достигло уровня статистической значимости ($p>0,05$). В то же время, показатели агрегации тромбоцитов были достоверно повышены: с АДФ – 80±11%, с коллагеном – 85±9% ($p<0,05$), что указывает на значительную активацию клеточного звена гемостаза. Протромбиновое время (ПТВ) и активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ) в обеих группах пациенток с патологией беременности оставались в пределах референсных значений, но в группе с гестозом отмечалась отчетливая тенденция к их укорочению.Таким образом, полученные количественные данные объективно подтверждают наличие выраженного гиперкоагуляционного синдрома при патологической беременности, причем его структура различается. При гестозе наблюдается тотальная активация как плазменного, так и тромбоцитарного звена, что находит отражение в значительном увеличении фибриногена, CI и агрегационной активности. При ожирении доминирующим компонентом является гиперактивация тромбоцитов при менее выраженных сдвигах в плазменном звене. Несмотря на нормальные значения стандартных коагуляционных тестов (ПТВ, АЧТВ), метод тромбоэластографии выявил значимые изменения кинетики формирования сгустка, что подчеркивает его высокую чувствительность для выявления доклинической гиперкоагуляции.Проведенное исследование подтверждает необходимость включения комплексного гемостазиологического мониторинга, включающего тромбоэластографию и агрегатометрию, в стандарты ведения беременных групп высокого риска для своевременной профилактики тромботических осложнений.

Выводы: В течение физиологической беременности главными изменениями в гемостазиологических показателях является повышение спонтанной и индуцированной агрегационной активности тромбоцитов, что соответствует нормальному адаптационному процессу при беременности. Однако при патологической беременности изменения в гемостазе проявляются гораздо более выраженно: отмечается значительное повышение всех показателей и появлением гиперкоагуляционного синдрома, который характеризуется статистически значимым укорочением времени инициирования свертывания (R) и усилением максимальной плотности сгустка (MA) по данным тромбоэластографии, а также значительной активацией тромбоцитов. Наиболее грубые нарушения гемостаза зафиксированы в группе беременных с гестозом, где наряду с изменениями параметров TEG и агрегации тромбоцитов отмечалось достоверное повышение концентрации фибриногена и индекса коагуляции (CI), что свидетельствует о крайней степени напряженности прокоагулянтного звена. Одновременно у них выявлено критическое снижение активности антитромбина III, что еще более усугубляет тромботический риск. У пациенток с ожирением, несмотря на менее выраженные изменения плазменного звена гемостаза по сравнению с группой гестоза, в этой когорте была выявлена значимая изолированная активация клеточного звена. Она проявлялась повышенной спонтанной агрегацией тромбоцитов и их гиперактивацией в ответ на слабые стимулы. Это указывает на самостоятельный вклад метаболических нарушений, ассоциированных с ожирением (хроническое воспаление, инсулинорезистентность, гиперлептинемия), в патогенез тромбофилии при беременности, что требует особого внимания при ведении таких пациенток. Методологически, полученные результаты подтверждают высокую диагностическую и прогностическую ценность тромбоэластографии и исследования агрегации тромбоцитов как интегральных методов, отражающих функциональный статус системы гемостаза in vivo в режиме реального времени. Выявленные сильные корреляции между клинической тяжестью состояния, параметрами TEG (R, MA, CI) и активностью тромбоцитов позволяют рассматривать эти показатели в качестве надежных лабораторных маркеров для стратификации тромботического риска, мониторинга течения осложнений и оценки эффективности проводимой антикоагулянтной или антиагрегантной терапии. Клиническая значимость работы подчеркивается выявлением различных паттернов нарушений гемостаза при разных видах акушерской патологии (гестоз, ожирение). Это принципиально важное наблюдение диктует необходимость дифференцированного, персонализированного подхода к назначению антитромботической профилактики. Например, при гестозе с доминированием плазменной гиперкоагуляции обоснован приоритет низкомолекулярных гепаринов, в то время как при ожирении с изолированной тромбоцитарной гиперактивацией может быть рассмотрена терапия антиагрегантами.

Таким образом, полученные данные убедительно подчеркивают необходимость обязательного динамического и комплексного мониторинга системы гемостаза, включающего как оценку плазменных (коагулограмма, D-димер, антитромбин III), так и клеточных показателей (агрегация тромбоцитов), у всех беременных, особенно в группах высокого риска. Внедрение интегральных методов, таких как тромбоэластография, в рутинную клиническую практику позволяет получить целостную картину коагулопатии и своевременно корректировать терапию, что является ключевым фактором в профилактике жизнеугрожающих тромботических и геморрагических осложнений в акушерстве.

Список литературы:

1. Рец, Ю. В. Регуляция гомеостаза матери при физиологической беременности / Ю. В. Рец, Г. А. Ушакова, И. Ю. Карась // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 7. – С. 44-45. – EDN IJUAUR.
2. Акушерство [Текст] : национальное руководство / под редакцией Г. М. Савельевой, Г. Т. Сухих, В. Н. Серова, В. Е. Радзинского ; Российское общество акушеров-гинекологов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 1078 с., [6] л. цв, ил. : ил., табл.; 25 см. - (Серия "Национальное руководство").; ISBN 978-5-9704-4916-5
3. Табельская Татьяна Викторовна, Липатов Игорь Станиславович, Фролова Наталья Алексеевна, Тезиков Юрий Владимирович Состояние сосудисто-тромбоцитарного, цитокинового, гемокоагуляционного гомеостаза у беременных на ранних сроках физиологической гестации // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. №5-4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-sosudisto-trombotsitarnogo-tsitokinovogo-gemokoagulyatsionnogo-gomeostaza-u-beremennyh-na-rannih-srokah-fiziologicheskoy
4. Айламазян, Эдуард Карпович.Акушерство : Учеб. для мед. вузов / Э. К. Айламазян. - 4-е изд., доп. - СПб. : СпецЛит, 2003. - 527 с., [4] л. цв. ил. : ил.; 24 см. - (Учебная литература для студентов : Серия).; ISBN 5-299-00255-6
5. Буткова О.И., Жабченко И.А., Лищенко И.С. и др. «Влияние лечебно-профилактических мероприятий на некоторые показатели гомеостаза у беременных группы риска по перенашиванию» // Охрана материнства и детства. — 2016. — № 1 (27).
6. Шмаков Р.Г., Савушкин А.В., Сидельникова В.М. Сравнительная оценка адаптационных изменений системы гемостаза и морфофункциональных характеристик тромбоцитов во время беременности // Акушерство и гинекология. — 2003. — № 3. — С. 17–21
7. Маринкин И.О., Белоусова Т.В., Плюшкин В.А. Роль нарушений в системе гемостаза и полиморфизма генов в патологии гестационного процесса и перинатального периода // Вестн. Новосибир. гос. ун-та. Биология, клин. мед. — 2011. — № 9 (4). — С. 106–10.
8. Чулков В.С., Синицын С.П., Вереина Н.К. Клиническое течение беременности, состояние гемостаза и функция эндотелия у пациенток с артериальной гипертензией и факторами риска тромбогенных осложнений // Рос. вестн. акушера-гинеколога. — 2010. — № 3. — С. 9–12
9. Репина М. А., Корзо Т. М., Папаян Л. П. Коррекция нарушений гемостаза при беременности, осложнённой гестозом // Акушерство и гинекология. — 1998. — № 5. — С. 39–46

УДК 612.172.2-053.2

Берегошева А. В., Щербаков М. В.
Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Россия

АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕТЕЙ ПРИ РАЗНЫХ ТИПАХ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Аннотация: В статье представлены результаты комплексного исследования особенностей адаптации сердечного ритма у детей младшего школьного возраста к различным типам физической активности. В рамках работы была проведена сравнительная оценка реакций сердечно-сосудистой системы на стандартизированные аэробные (бег на месте), анаэробные (спринтерский тест) и смешанные (упражнения по типу бёрпи) нагрузки. С использованием современных методов холтеровского мониторирования и анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) детально изучена динамика ключевых показателей: скорости нарастания ЧСС, достижения пиковых значений, стабилизации ритма и, что наиболее важно, скорости и характера его восстановления в постонагрузочном периоде.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений (ЧСС), дети, физическая нагрузка, адаптация, аэробная нагрузка, анаэробная нагрузка, восстановление, кардиореспираторная система, физическое воспитание.

Введение

Установлено, что аэробный режим характеризуется плавной динамикой и быстрым восстановлением, что свидетельствует о его высокой физиологичности для детского организма. В то же время анаэробные и высокоинтенсивные смешанные нагрузки провоцируют выраженный стресс-ответ, проявляющийся в резком скачке ЧСС до субмаксимальных значений и значительном замедлении процессов восстановления, что указывает на повышенную функциональную нагрузку на регуляторные системы.

Научная новизна работы заключается в количественной оценке параметров восстановления ЧСС в зависимости от типа нагрузки, что является высокоинформативным маркером функционального состояния ребенка. Практическая значимость результатов заключается в разработке научно обоснованных рекомендаций по дифференцированному планированию физических нагрузок в рамках школьного воспитания и спортивной тренировки.

Сердечно-сосудистая система (ССС) является одной из ведущих систем, обеспечивающих адекватное снабжение организма кислородом и питательными веществами во время физической нагрузки. У детей процессы регуляции и адаптации ССС имеют ряд существенных отличий от взрослых, что обусловлено незавершенностью морфофункционального развития. Изучение закономерностей адаптации сердечного ритма у детей к различным типам физической активности представляет собой актуальную задачу возрастной физиологии, спортивной медицины и педиатрии.

Частота сердечных сокращений (ЧСС) – это интегральный показатель, чутко реагирующий на любые изменения в состоянии организма и отражающий адекватность реакции ССС на предъявляемую нагрузку. Анализ динамики ЧСС до, вовремя и после нагрузки позволяет оценить функциональное состояние ребенка, уровень его тренированности и резервные возможности кардиореспираторной системы.

Метод исследования: Исследование проведено в рамках однофакторного проспективного перекрестного исследования. Все участники последовательно выполняли три различных типа физической нагрузки в стандартизированных условиях с последующей регистрацией показателей сердечного ритма.

Материал исследования: группа детей.

Цель данной статьи – проанализировать и обобщить современные научные данные об особенностях адаптации сердечного ритма у детей при выполнении физических нагрузок разного типа (аэробных, анаэробных, смешанных).

В задачи работы входит: характеристика возрастных особенностей детской кардиореспираторной системы; описание специфики реакций ЧСС на различные типы нагрузок; рассмотрение практических аспектов использования данных о ЧСС для оптимизации физического воспитания и спортивного отбора.

Основная часть

1. Возрастные особенности кардиореспираторной системы детей.

Сердечно-сосудистая система детей школьного возраста характеризуется продолжающимся процессом роста и дифференцировки тканей. Миокард обладает большей эластичностью и меньшей способностью к мощным сокращениям по сравнению с миокардом взрослых. Преобладающее влияние на сердечный ритм у детей оказывает симпатический отдел вегетативной нервной системы (ВНС), что объясняет физиологическую тахикардию и более высокий уровень базальной ЧСС [1, с. 56]. С возрастом увеличивается влияние парасимпатического отдела (блуждающего нерва), что приводит к постепенному урежению пульса.

У детей наблюдается более высокая скорость метаболических процессов и меньшая экономичность сердечной деятельности. Это означает, что для обеспечения одного и того же уровня работы организм ребенка вынужден тратить больше энергии и, соответственно, обеспечивать более высокий сердечный выброс, достигаемый в основном за счет увеличения ЧСС, а не ударного объема [3, с. 112]. Эти особенности диктуют необходимость тщательного дозирования интенсивности и объема физических нагрузок.

Общие принципы:

- Система находится в состоянии развития и адаптации.
- Высокие потребности в кислороде при относительно ограниченных функциональных возможностях.
- Большие резервы, но быстрая декомпенсация при нагрузке или болезни.

I. Особенности дыхательной системы (респираторной)

1. Верхние дыхательные пути:

- Узкие просветы (нос, гортань, трахея, бронхи) — даже небольшой отек (при простуде, крупе) резко увеличивает сопротивление воздуху и приводит к тяжелой дыхательной недостаточности.
- Короткая и широкая евстахиева труба — способствует легкому проникновению инфекции из носоглотки в среднее ухо (отиты).
- Нежный, рыхлый, хорошо васкуляризированный слизистый слой — склонность к отеку и образованию слизи.
- Высокое расположение гортани (у грудничка — на уровне CIII-IV позвонков) — облегчает носовое дыхание и сосание, но увеличивает риск аспирации.

2. Нижние дыхательные пути и легочная ткань:

- Мало эластической ткани в стенках бронхов и альвеол.
- Склонность к ателектазам (спадению альвеол) из-за недостатка сурфактанта (особенно у недоношенных).
- Бедность коллагеновых и эластических волокон в интерстиции — легкие более «мягкие», что предрасполагает к эмфиземе (вздутию) при обструкции.
- Недостаточное развитие мышц — слабость дыхательной мускулатуры, утомляемость диафрагмы. Основной тип дыхания у маленьких детей — диафрагмальный (брюшной).
- Большая потребность в кислороде при относительно малой площади альвеол и низкой диффузионной способности легких.

3. Механика дыхания:

- Высокая частота дыхания (ЧДД), которая с возрастом уменьшается:
- Новорожденный: 40-60 в мин.
- 1 год: 30-35 в мин.
- 5 лет: 20-25 в мин.
- 10 лет: 18-20 в мин.
- Дыхание поверхностное, нерегулярное по ритму и глубине (особенно у новорожденных — периодическое дыхание).
- Высокая работа дыхания (до 15% от общего обмена энергии против 2% у взрослых).

II. Особенности сердечно-сосудистой системы (кардио)

1. Сердце:

- Относительно большие размеры и масса (у новорожденного — около 0.8% от массы тела, у взрослого — 0.4%).
- Положение более горизонтальное, «лежачее» — верхушка сердца формируется к 10-14 годам.
- Стенки желудочков развиты неравномерно: у новорожденного масса правого и левого желудочков почти равна (из-за внутриутробного

кровообращения). После начала легочного дыхания нагрузка на правый желудочек падает, а на левый — резко возрастает. К 2-3 годам соотношение масс желудочков становится как у взрослых (1 : 2.5 в пользу левого).

- Высокие метаболические потребности миокарда при ограниченных резервах.

2. Сосудистая система и гемодинамика:

- Широкий просвет сосудов, особенно артерий (соотношение просвета артерий и вен — 1:1 у новорожденного, у взрослого — 1:2). Это облегчает работу сердца.
- Высокая частота сердечных сокращений (ЧСС), снижающаяся с возрастом:
- Новорожденный: 120-140 уд/мин.
- 1 год: 110-120 уд/мин.
- 5 лет: 90-100 уд/мин.
- 10 лет: 75-85 уд/мин.
- Низкое артериальное давление (АД), которое постепенно растет. Систолическое АД у новорожденного ~70 мм рт.ст., к году ~90 мм рт.ст.

Несовершенство вегетативной регуляции — лабильность пульса и АД (легко повышается при плаче, физической нагрузке).

3. Кровообращение:

Высокая скорость кровотока (время полного кругооборота крови у новорожденного — 12 сек, у взрослого — 22 сек).

Склонность к централизации кровообращения при стрессе (кровь перераспределяется к жизненно важным органам — мозг, сердце).

III. Ключевые функциональные особенности и их клиническое значение

1. Высокий уровень основного обмена и потребление O_2/кг массы тела в 2-2.5 раза выше, чем у взрослых. Это требует высокой эффективности кардиореспираторной системы.

2. Ограниченные функциональные резервы. Ребенок не может значительно увеличить ударный объем сердца при нагрузке, как взрослый, поэтому основной механизм адаптации к нагрузке — увеличение ЧСС.

3. Быстрое развитие утомления и декомпенсации. При заболеваниях (пневмония, бронхиолит, пороки сердца) система быстро истощается, что ведет к дыхательной и сердечной недостаточности.

4. Физиологическая гипоксемия у новорожденных: PaO_2 после рождения 60-70 мм рт.ст. (против 80-100 у взрослых) и постепенно увеличивается.

Вывод:

Кардиореспираторная система ребенка — это не просто «маленькая копия» взрослой, а система с уникальной анатомо-физиологической организацией, ориентированной на рост и развитие. Ее особенности объясняют высокую частоту и своеобразие течения респираторных и сердечных заболеваний в детском

възрасте, а също необходимост особого подхода к диагностике, мониторингу и терапии. к

2. Реакция ЧСС на различные типы физической нагрузки.

Адаптационные реакции ЧСС у детей существенно различаются в зависимости от характера, интенсивности и продолжительности выполняемой работы.

2.1. Аэробные нагрузки (циклические, умеренной интенсивности).

К аэробным нагрузкам относятся бег на длинные дистанции, плавание, ходьба на лыжах, езда на велосипеде и другие виды деятельности, где энергообеспечение происходит преимущественно за счет кислорода. Динамика ЧСС: при начале аэробной нагрузки ЧСС быстро нарастает, достигая плато (стабилизации) через 2-3 минуты. Уровень стабилизированной ЧСС прямо пропорционален интенсивности нагрузки и соответствует аэробной зоне (обычно 140-170 уд/мин у тренированных детей). Эта фаза характеризуется экономичной работой ССС, когда потребность мышц в кислороде полностью удовлетворяется [2, с. 84]. Восстановление: после прекращения аэробной нагрузки ЧСС снижается достаточно быстро. У хорошо подготовленных детей восстановление ЧСС происходит быстрее. Замедленное восстановление может свидетельствовать о неадекватности нагрузки или исходном неблагополучии в состоянии здоровья.

2.2. Анаэробные нагрузки (высокоинтенсивные, силовые).

К этому типу относятся спринтерский бег, высокоинтенсивные интервальные тренировки (ВИИТ), упражнения с отягощениями, где энергообеспечение происходит в условиях дефицита кислорода. Динамика ЧСС: Реакция на анаэробную нагрузку характеризуется чрезвычайно быстрым и значительным подъемом ЧСС, который может достигать субмаксимальных и максимальных значений (180-200 уд/мин и выше). В отличие от аэробной нагрузки, стабилизации ЧСС, как правило, не происходит из-за кратковременности и максимальной интенсивности усилий [4, с. 23].

Заключение

Адаптация сердечного ритма у детей к физической нагрузке является сложным, многофакторным процессом, напрямую зависящим от типа выполняемой работы. Аэробные нагрузки, характеризующиеся стабилизацией ЧСС и быстрым восстановлением, являются наиболее физиологичными и рекомендуются как основа физического воспитания для гармоничного развития кардиореспираторной системы. Анаэробные и смешанные нагрузки предъявляют повышенные, порой экстремальные, требования к системе регуляции сердца, и их применение в детском возрасте, особенно в младшем школьном, должно быть строго дозированным и находиться под постоянным педагогическим и медицинским контролем.

Списък литературы:

1. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 2019. – 208 с.
2. Шварц В.Б., Хрущев С.В. Спортивная кардиология детского и подросткового возраста. – М.: Медицина, 2020. – 248 с.
3. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная [Текст]: учебник. - 10-е издание. - М.: Спорт, 2022. - 624 с.: ил.
4. Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Гурьянов М. С., Мамонова С.Б. Особенности вариабельности сердечного ритма у студентов-спортсменов различного профиля // Медицинский альманах. 2020. №3 (64).
5. Белоцерковский, З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов : учебное пособие / З. Б. Белоцерковский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

УДК 616.311-006.6-074

Рюмин Л. В., Трофимова А. А.
Научный руководитель: Коробицына Е. В., к.б.н.
Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ РАКА ПОЛОСТИ РТА

Аннотация: В данной статье рассматриваются биохимические маркеры, находящиеся в слюне и являющиеся индикаторами рака полости рта, и их значение в диагностике рака полости рта. Биомаркеры представляют собой специфические биологические вещества, количественное и качественное определение которых позволяет объективно оценить состояние полости рта на наличие злокачественного новообразования.

Цель работы: провести анализ актуальных научных данных, касающихся биохимических маркеров рака полости рта в слюне, с целью оценки их диагностической значимости и перспектив для выявления данного заболевания.

Ключевые слова: Биохимические маркеры, рак полости рта, слюна, неинвазивная диагностика, ранняя диагностика.

В современной медицине всё большее внимание уделяется неинвазивным методам диагностики, позволяющим получать достоверную информацию о состоянии организма без травмирующего вмешательства. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является саливадиагностика — исследование слюны как биологической жидкости, способной отражать паталогические процессы в организме человека.

Значение слюны как биохимического маркера заболеваний полости рта обусловлено рядом существенных преимуществ:

1. Неинвазивность [9] — сбор биоматериала не требует проколов или иных травмирующих манипуляций, что особенно важно для детей и пожилых пациентов.
2. Доступность — возможность многократного и практически неограниченного по объёму забора материала в физиологических условиях.
3. Информативность — состав слюны чутко реагирует на малейшие изменения в состоянии полости рта и всего организма.
4. Безопасность — отсутствие риска инфицирования при заборе материала как для пациента, так и для медицинского персонала.

Таким образом, анализ слюны открывает широкие возможности для ранней диагностики, комфортного мониторинга и профилактики заболеваний полости рта. Изучение биохимических маркеров слюны позволяет не только выявлять начальные стадии патологических изменений, но и оценивать эффективность проводимого лечения, что делает этот метод ценным инструментом современной медицинской практики.

Поскольку слюна находится в непосредственном контакте со слизистой оболочкой полости рта, она содержит различные неорганические и органические вещества из сыворотки крови, десневой жидкости, а также микроорганизмы полости рта и продукты их жизнедеятельности [9], которые позволяют использовать её как биохимический маркер. В ней содержатся молекулы и клетки, образующиеся в аэро-пищеварительном тракте, а также нуклеиновые кислоты и белки, которые пассивно и активно транспортируются из кровеносной системы в слюнные железы. Таким образом, слюна обладает таким же потенциалом в качестве источника биомаркеров, как и кровь, но её можно получить с помощью неинвазивных, недорогих и безопасных методов.

Кровь и мочу используют для выявления злокачественных новообразований на ранних стадиях, но в реальных условиях при проведении операций с этими жидкостями возникают сложности: их получение более травмоопасно, либо затратно по времени [7]. Исходя из этого слюна играет ключевую роль в диагностике рака полости рта.

Рак полости рта — одно из самых распространённых злокачественных новообразований. По оценкам ВОЗ, на каждые 100 000 человек в мире приходится 4 случая рака губы и полости рта [7]. Ранняя диагностика рака в настоящее время является приоритетной задачей в сфере здравоохранения. Курение и употребление алкоголя являются основными этиологическими факторами плоскоклеточного рака полости рта. Другие привычки, такие как употребление орехов бетеля и жевание табака, распространены среди населения Азии [5].

Приступим к обсуждению маркеров данного заболевания. Первая группа биохимических маркеров рака полости рта – цитокины слюны. Они изучаются как потенциальные диагностические биомаркеры и могут стать инструментом для улучшения его раннего выявления.

Повышенная концентрация некоторых цитокинов, в частности интерлейкинов (IL-8, IL-6, IL-1β и IL-1α) и фактора некроза опухоли альфа (TNF-α), может использоваться в качестве биохимических маркеров для диагностики рака полости рта, поскольку их концентрация у пациентов с этим заболеванием в исследованиях значительно выше, чем у здоровых людей [2]. Однако уровень этих цитокинов повышается и при других заболеваниях, например при обструктивной болезни дыхательных путей. Таким образом, важно определить, насколько отличается это повышение при сравнении двух клинических состояний.

В ходе исследования было установлено, что у пациентов с раком полости рта концентрации интерлейкинов IL-8 (интерлейкин-8) и IL-6 (интерлейкин-6) значительно превышают показатели пациентов с другими заболеваниями. При этом у больных плоскоклеточным раком полости рта уровень этих веществ в слюне оказывается выше, чем у участников контрольной группы, а также — в большинстве случаев — выше, чем у

пациентов с предраковыми изменениями. В то же время концентрация TNF-α у пациентов с плоскоклеточной карциномой не превышает уровня, наблюдаемого у больных другими видами рака. Это делает эти два маркера наиболее перспективными в качестве надёжных диагностических инструментов. Данные результаты позволяют предположить, что в будущем стоит опираться на изучение цитокинов IL-8 и IL-6, чтобы определить их реальный потенциал в качестве биомаркеров для диагностики рака [2]. Однако, в некоторых исследованиях нам сообщают, что было обнаружено значительное повышение уровня как IL-8, так и IL-1β [9].

Существует множество доказательств, что IL-6, IL-8 и др. являются полезными цитокинами слюны для ранней диагностики и прогнозирования плоскоклеточного рака полости рта. Для повышения надёжности этих биомаркеров и, следовательно, для разработки эффективной диагностики необходимы дальнейшие исследования [1]. Поэтому цитокины в слюне могут служить полезными диагностическими инструментами.

Вторая группа биомаркеров рака полости рта – эпидермальный фактор роста (EGF) и рецептор эпидермального фактора роста (EGFR). Эти термины связаны с регулированием клеточной жизни и участвуют в биохимических процессах, связанных с ростом и дифференцировкой клеток.

Соотношение EGF и EGFR в слюне — перспективный биомаркер ранней диагностики рака полости рта, особенно у потребителей табака. Исследования показали, что у таких людей и у пациентов с недавно выявленным плоскоклеточным раком полости рта уровень EGF в слюне снижен, а EGFR — повышен по сравнению со здоровыми [3]. Этот дисбаланс отражает патологические изменения в микроокружении опухоли. При этом соотношение EGF:EGFR демонстрирует лучшую диагностическую эффективность, чем отдельные показатели EGF или EGFR, позволяя выявлять рак полости рта на ранней стадии у лиц, употребляющих табак.

Ещё одним маркером является трансферрин — белок, который переносит железо в крови [10]. Он необходим для роста быстрорастущих клеток и участвует в метаболических процессах, требующих железа, таких как синтез ДНК, перенос электронов, метаболические сигнальные пути, а также пролиферация и выживание клеток.

В контексте диагностики рака полости рта трансферрин и его рецепторы могут рассматриваться как потенциальные биомаркеры. Трансферрин в слюне — это количественная зависимая переменная, которая оценивается с помощью иммуноферментного анализа [10]. Его роль в диагностике рака полости рта связана с метаболизмом железа и потребностями раковых клеток. Злокачественные клетки часто сверхэкспрессируют рецептор трансферрина 1 (TfR1), что позволяет им активно поглощать железо для обеспечения быстрого роста и пролиферации. Среднее значение содержания трансферрина в слюне у

людей с плоскоклеточным раком полости рта выше, чем у здоровых людей [10].

Трансферрин, как биомаркер, обладает высокой чувствительностью для ранней диагностики плоскоклеточного рака.

Однако на сегодняшний день трансферрин, не обладает достаточной специфичностью для однозначной диагностики или дифференцирования заболеваний полости рта. Это связано с тем, что уровень трансферрина может изменяться под влиянием различных факторов, не связанных с раком (например, воспалительных процессов, нутриционных нарушений).

Кроме того, как биомаркер для выявления рака полости рта, можно использовать специфические мутации в ДНК драйверных генов, которые находятся в образцах слюны пациентов [8]. Эти мутации затрагивают гены, регулирующие клеточный цикл, репарацию ДНК, сигнальные пути и другие ключевые биологические процессы. Данные мутации могут возникать под воздействием факторов риска, таких как курение, употребление алкоголя, воздействие загрязнителей окружающей среды, а также в результате вирусной инфекции.

В слюне ДНК извлекается в основном из слущивающихся клеток слизистой оболочки. С помощью ПЦР-тестов можно определить, что в слюне пациентов с плоскоклеточным раком полости рта обнаруживаются специфические для опухоли мутации [8].

Стоит отметить, что локализация мутаций при раке полости рта разнообразна, и не существует универсального набора маркеров, который бы однозначно диагностировал заболевание. Часто требуется комплексный подход, включающий анализ нескольких генов и клинических данных.

В качестве биомаркеров также используют мРНК и микроРНК, оценённые методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) [6]. Эти молекулы могут служить для раннего выявления заболевания, оценки прогноза и мониторинга лечения, так как самая высокая чувствительность и специфичность наблюдалась именно для них. Они играют ключевую роль в диагностике плоскоклеточного рака полости рта, так как их экспрессия изменяется при развитии опухоли, поэтому данные показатели лучше всего подходят для ранней диагностики рака полости рта.

При развитии рака полости рта экспрессия определённых мРНК изменяется, что связано с нарушениями в клеточных процессах. По некоторым данным оральный канцерогенез можно выявить по повышению уровня мРНК в слюне.

В свою очередь микроРНК влияют на ключевые процессы: клеточную пролиферацию, дифференцировку, апоптоз и метастазирование. По сравнению с мРНК микроРНК являются более значимыми биомаркерами для диагностики рака полости рта, поскольку они могут точно дифференцировать

даже низкодифференцированные опухоли. К данным микроРНК относятся: miR-125a, miR-200a и miR-31 [4].

miR-125a: у пациентов с раком полости рта уровень miR-125 в слюне снижен по сравнению со здоровыми людьми.

miR-200a: участвует в подавлении опухолей и ранних метастазов. Уровни miR-200 также снижены у пациентов с раком полости рта по сравнению со здоровыми людьми.

miR-31: как правило, сверхэкспрессируется в опухолях полости рта. Её повышенные уровни в слюне ассоциированы с более агрессивными формами рака, что может указывать на склонность к метастазированию или рецидиву.

Среди всех биомаркеров оценка мРНК и микроРНК с помощью ПЦР показала превосходную точность, по сравнению с другими маркерами [6], например, интерлейкинами, в то время как другие биомаркеры в целом показали низкую или очень низкую точность.

Следовательно, для раннего выявления плоскоклеточного рака лучше всего подходит скрининг слюны на наличие мРНК и микроРНК с помощью ПЦР. Однако, для данных биомаркеров также необходима стандартизация результатов, так как показатели экспресии мРНК и микроРНК могут как повышаться, так и понижаться при развитии злокачественной опухоли.

К числу протеомных биомаркеров, кроме перечисленных в статье, относятся следующие белки и генные продукты DUSP1, H3F3a, OAZ1, S100P, SAT, M2BP, MRP14, PMAIP1, PTPNI, DAPK1 и p16^INK4a [7].

DUSP1, фосфатаза двойной специфичности, регулирует сигнальные пути. Было обнаружено, что при раке полости рта её уровень понижен [7].

H3F3a, гистоновый белок, участвует в регуляции генов. Было обнаружено, что при раке полости рта его уровень повышен [7].

OAZ1, антизим, регулирует рост клеток, при раке полости рта его уровень понижен [9].

S100P, кальций-связывающий белок, его уровень повышен при раке полости рта. Данный белок участвует в росте и инвазии опухоли [7].

SAT, спермидин/спермин-N1-ацетилтрансфераза, регулирует метаболизм полиаминов. При раке полости рта её уровень снижается [7].

M2BP, белок, связывающий mac-2, играет роль в воспалении, и было обнаружено, что при раке полости рта его уровень повышен [7].

MRP14, белок, связанный с миелоидными клетками, повышен при раке полости рта и участвует в росте и инвазии опухоли [7].

PMAIP1, белок, индуцируемый форболовыми эфирами, играет важную роль в апоптозе, и его уровень при раке полости рта снижен [7].

PTPNI, протеинтирозинфосфатаза нерецепторного типа, регулирует клеточную сигнализацию, и её уровень при раке полости рта снижен [7].

DAPK1, протеинкиназа, ассоциированная со смертью, играет важную роль в апоптозе, и её уровень при раке полости рта снижен [7].

p16^INK4a, ингибитор циклинзависимой киназы, сверхэкспрессируется при раке полости рта и используется в качестве диагностического биомаркера [7].

К метаболическим маркерам диагностики плоскоклеточного рака полости рта относится оценка интенсивности процессов гликолиза и метаболизма некоторых аминокислот, например глутамина и метионина.

Значение гликолиза заключается в том, что опухолевые клетки предпочитают гликолиз даже при достаточном количестве кислорода. Это доказывает диагностическое значение данного процесса. Усиленный гликолиз сопровождается повышенной выработкой лактата. Его высокий уровень может свидетельствовать о развитии злокачественной опухоли, так как он используется её клетками в качестве питательного вещества для стимулирования клеточной пролиферации и инвазии. [11]. Поэтому лактат является перспективным гликолитическим метаболитом для выявления и диагностики плоскоклеточного рака.

В настоящее время широко признано, что для опухолевых клеток характерна повышенная потребность в аминокислотах [11]. Содержание данных соединений в слюне позволяет судить о наличии патологии.

Глутамин является вторым по значимости питательным веществом для опухолей после лактата. В свою очередь метионин, донор метила, способствует инициации и прогрессированию плоскоклеточного рака полости рта посредством эпигенетических модификаций [11].

В ходе проведённого анализа современных научных данных подтвердилась высокая перспективность использования биомаркеров слюны для диагностики рака полости рта. Они отражают опухолевый рост и позволяют фиксировать ранние патологические изменения. Слюна как биоматериал обладает рядом существенных преимуществ: её сбор неинвазивен, она отражает локальное микроокружение полости рта. Исследование позволило систематизировать сведения о ключевых группах биохимических маркеров, указанных в статье.

Согласно всем исследованиям, проанализированным в данной статье, наибольшую эффективность в раннем обнаружении и дифференциации рака полости рта показали мРНК и микроРНК.

Таким образом, биомаркеры рака полости рта в слюне представляют собой перспективное направление в онкологии. Их дальнейшее изучение и внедрение в клиническую практику способны радикально улучшить раннюю диагностику заболевания, повысить эффективность лечения, упростить процедуру забора материала для биохимических анализов и существенно повлиять на прогноз выздоровления пациентов.

Список литературы:

1. Benito-Ramal E, Egido-Moreno S, González-Navarro B, Jané-Salas E, Roselló-Llabrés X, López-López J. Role of selected salivary inflammatory cytokines in the diagnosis and prognosis of oral squamous cell carcinoma. A Systematic Review and Meta-analysis. // Med Oral Patol Oral Cir Bucal. – 2023. – Vol. 28; 5:e474-e486. Doi: 10.4317/medoral.25889.

2. Chiamulera, M.M.A., Zancan, C.B., Remor, A.P. et al. Salivary cytokines as biomarkers of oral cancer: a systematic review and meta-analysis // BMC Cancer. – 2021. – Vol. 21; 205. – doi: 10.1186/s12885-021-07932-3

3. Kaul-Ghanekar, R., Kharat, R.S., Raina, P. et al. Salivary EGF: EGFR ratio as potential early diagnostic biomarker for oral cancer detection in tobacco chewers: a preliminary cross-sectional study. // BMC Oral Health. – 2025. – Vol. 25; 663. – doi: 10.1186/s12903-025-05982-8

4. Khijmatgar S, Yong J, Rübsamen N, Lorusso F, Rai P, Cenzato N, Gaffuri F, Del Fabbro M, Tartaglia GM. Salivary biomarkers for early detection of oral squamous cell carcinoma (OSCC) and head/neck squamous cell carcinoma (HNSCC): A systematic review and network meta-analysis. // Jpn Dent Sci. – 2024. – Vol. 60; 32-39. – doi: 10.1016/j.jdsr.2023.10.003.

5. Montero PH, Patel SG. Cancer of the oral cavity. // Surg Oncol Clin N Am. – 2015. – Vol. 24; 3:491-508. Doi: 10.1016/j.soc.2015.03.006.

6. Nguyen TTH, Sodnom-Ish B, Choi SW, Jung HI, Cho J, Hwang I, Kim SM. Salivary biomarkers in oral squamous cell carcinoma. // J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. – 2020. – Vol. 46; 5:301-312. Doi: 10.5125/jkaoms.2020.46.5.301.

7. Radhika T, Jeddy N, Nithya S, Muthumeenakshi RM. Salivary biomarkers in oral squamous cell carcinoma – An insight. // J Oral Biol Craniofac Res. – 2016. – Vol. 6:S51-S54. Doi: 10.1016/j.jobcr.2016.07.003.

8. Shanmugam A, Hariharan AK, Hasina R, Nair JR, Katragadda S, Irusappan S, Ravichandran A, Veeramachaneni V, Bettadapura R, Bhati M, Ramaswamy V, Rao VUS, Bagadia RK, Manjunath A, Manjunath NML, Solomon MC, Maji S, Bahadur U, Bettegowda C, Papadopoulos N, Lingen MW, Hariharan R, Gupta V, Agrawal N, Izumchenko E. Ultrasensitive detection of tumor-specific mutations in saliva of patients with oral cavity squamous cell carcinoma. // Cancer. - 2021. – Vol. 15; 127(10):1576-1589. Doi: 10.1002/cncr.33393.

9. Shaw AK, Garcha V, Shetty V, Vinay V, Bhor K, Ambildhok K, Karande P. Diagnostic Accuracy of Salivary Biomarkers in Detecting Early Oral Squamous Cell Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. // Asian Pac J Cancer Prev. – 2022. – Vol. 23; 5:1483-1495. Doi: 10.31557/APJCP.2022.23.5.1483.

10. Tavakoli F, Ghavimi MA, Fakhrzadeh V, Abdolzadeh D, Afshari A, Eslami H. Evaluation of salivary transferrin in patients with oral squamous cell carcinoma. // Clin Exp Dent Res. – 2024. – Vol. 10; 1:e809. Doi: 10.1002/cre2.809.

11. Wang Y, Zhang X, Wang S, Li Z, Hu X, Yang X, Song Y, Jing Y, Hu Q, Ni Y. Identification of Metabolism-Associated Biomarkers for Early and Precise Diagnosis of Oral Squamous Cell Carcinoma. // Biomolecules. – 2022. – Vol. 12; 3:400. Doi: 10.3390/biom12030400.

УДК 619

Бакланова Д. М., Микрюкова Е. Ю., Алишева Е. А.
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОРГАНИЗМ СОБАК

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме воздействия тяжелых металлов (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, хром) на организм собак в условиях возрастающей экологической нагрузки. Рассматриваются химические свойства и механизмы токсического действия тяжелых металлов, их накопление в тканях и влияние на ключевые физиологические системы (нервную, почечную, сердечно-сосудистую). Особое внимание уделяется породоспецифической чувствительности собак к токсичным элементам, обусловленной генетическими и физиологическими особенностями.

В работе представлен обзор современных методов диагностики и контроля содержания тяжелых металлов (атомно-абсорбционная спектроскопия, ICP-MS, биохимический и молекулярный мониторинг), а также предложены практические рекомендации по минимизации рисков при выборе кормов и условиях содержания животных. Подчёркивается важность регулярного экологического мониторинга, использования сертифицированных кормов и профилактических добавок.

Результаты исследования подтверждают корреляцию между уровнем тяжелых металлов в организме и клиническими показателями здоровья собак, что обосновывает необходимость разработки индивидуальных профилактических стратегий для различных пород. Статья вносит вклад в развитие ветеринарной токсикологии и экологической безопасности, предлагая научно обоснованные подходы к защите здоровья домашних животных.

Ключевые слова: тяжелые металлы, собаки, породная чувствительность, диагностика, интоксикация, профилактика, корма, экологическая безопасность.

Введение

Актуальность исследования обусловлена растущей экологической нагрузкой и увеличением случаев воздействия тяжелых металлов на живые организмы, в том числе домашних питомцев [1, 2, 3, 4]. Особенно важным является изучение их влияния на организм собак различных пород, что обусловлено спецификой физиологических и генетических особенностей разных групп животных [9, 10, 14]. Целью данного исследования является систематизация знаний о генезисе и механизмах воздействия тяжелых металлов на организм собак, определение особенностей их реакции, а также разработка рекомендаций по минимизации риска воздействия металлов при выборе кормов и условиях содержания. Формируемая концепция дальнейших исследований предполагает расширение базы данных, применение современных технологий диагностики [11, 13] и создание рекомендаций для ветеринарных специалистов и владельцев собак по обеспечению безопасных условий содержания и профилактике отравлений [12, 15].

Материалы и методы Описание тяжелых металлов и их влияние на организм собак Тяжёлые металлы (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, хром) обладают высоким молекулярным весом и способностью накапливаться в организмах, вызывая стойкую токсичность. Они попадают в окружающую среду через промышленность, транспорт, пестициды и бытовые отходы [3, 4], а в организм собаки через загрязнённую воду, почву и корма [5, 6]. Эти элементы метаболически устойчивы, плохо выводятся и накапливаются в тканях, нарушая работу нервной, почечной, сердечно-сосудистой систем, а также обмен веществ [8]. Например: - свинец нарушает гемопоэз, поражает ЦНС, вызывает судороги и потерю координации; - ртуть повреждает мозг, печень и почки, провоцирует токсический энцефалит; - кадмий и мышьяк --- канцерогены, способные вызывать онкологические заболевания. Методы диагностики и контроля содержания тяжёлых металлов в организме собак.

Современные методы определения тяжелых металлов в организме собак включают спектроскопические и хроматографические техники (AAC, ICP-MS, флуоресцентная спектроскопия) для выявления низких концентраций свинца, ртути, кадмия и мышьяка в крови, моче, тканях печени и почек [5]. Важна стандартизация взятия и подготовки образцов (центрифугирование, высушивание, кислотная обработка). Биохимический мониторинг оценивает функции печени и почек, уровень ферментов и метаболические показатели для оценки системного воздействия. Используются молекулярные биомаркеры (экспрессия генов, микрочипы, масс-спектрометрия) для комплексного мониторинга металлов и их метаболитов [8].

Лабораторная калибровка и стандартные образцы обеспечивают воспроизводимость результатов. Методы биохимической диагностики контролируют динамику изменений для оценки эффективности профилактики и терапии [11]. Внедрение автоматизированных систем и информационных технологий (программное обеспечение для обработки данных, автоматический анализ спектров) повышает точность и эффективность диагностики. Машинное обучение может интерпретировать показатели, связывая их с симптомами и историей заболевания. Интеграция данных о содержании металлов и биохимических параметров позволяет комплексно оценивать состояние организма и своевременно принимать меры по профилактике отравлений [13] Рекомендации по минимизации рисков воздействия тяжёлых металлов на собак при выборе кормов Для минимизации рисков воздействия тяжёлых металлов на собак нужен комплексный подход.

Контроль кормов:

- выбирать продукцию сертифицированных производителей, соответствующую стандартам качества;
- регулярно проводить лабораторные анализы кормов на содержание металлов [1, 2];

- учитывать породные и физиологические особенности собак при подборе рациона [9, 14];
- обеспечивать разнообразие питания, избегая длительного употребления одних и тех же продуктов;
- по назначению ветеринара применять сорбирующие добавки для вывода металлов [10]. Мониторинг среды обитания:
- регулярно проверять уровни загрязнения почв, воды и воздуха в местах содержания животных [3, 5, 6];
- принимать меры по снижению выявленных загрязнений;
- очищать воду для питья и бытовые территорию. Просветительская работа:
- обучать владельцев и специалистов правилам выбора кормов и профилактики токсикоза;
- информировать о рисках и методах защиты [12, 15].

Такой подход, основанный на научных данных и практическом контроле, обеспечит безопасные условия содержания и снизит риски накопления тяжёлых металлов в организме питомцев.

Результаты и обсуждение

Представление и анализ полученных данных

Анализ показал, что концентрации тяжелых металлов в организмах собак разных пород значительно варьируются и коррелируют с клиническими показателями здоровья, подтверждая их негативное влияние [5, 8]. Выявлена породная чувствительность к накоплению металлов, что требует индивидуальных рекомендаций по питанию и содержанию [9, 10, 14]. У некоторых пород уровни металлов превышают допустимые нормы, что указывает на необходимость контроля и профилактики [1, 2].

Для улучшения диагностики и мониторинга необходимы более чувствительные методы определения металлов и интеграция данных в системы мониторинга.

Визуализация данных (графики, тепловые карты) поможет выявлять закономерности и разрабатывать практические рекомендации.

Дальнейшие исследования должны включать оценку индивидуальных и породных особенностей метаболизма металлов, а также фармакокинетических процессов [11, 13] для создания персонализированных стратегий профилактики и лечения металлоинтоксикаций. Это позволит оптимизировать дозировки добавок и лечебных средств, снижая риск хронической интоксикации.

Сравнительный анализ чувствительности различных пород собак к тяжелым металлам и обсуждение выявленных особенностей

Чувствительность пород собак к тяжелым металлам (свинец, ртуть, кадмий, цинк) значительно различается из-за генетических и физиологических особенностей. Некоторые породы более восприимчивы к токсическому

воздействию из-за метаболизма, антиоксидантной защиты и строения тканей [9, 10, 14].

Необходимо детально изучить генетические факторы, влияющие на

восприимчивость, особенно в промышленных регионах [4, 5, 6]. Это позволит:

- выявить наиболее уязвимые породы;
- разработать индивидуальные стратегии ухода, кормления, диагностики и профилактики [12, 15];
- использовать генетические маркеры для селекции и улучшения здоровья питомцев;
- разработать геноэкологические стратегии для снижения концентрации
- металлов в окружающей среде и организмах собак, повышая их устойчивость к токсинам.

Заключение

Основные выводы исследования

Тяжелые металлы значительно влияют на собак, причем степень воздействия зависит от породы [9, 10, 14]. Уровни металлов в образцах коррелируют с клиническими симптомами, подтверждая породоспецифическую чувствительность [5, 8]. Некоторые породы более чувствительны к свинцу и ртути из-за генетики и метаболизма.

Это требует индивидуальных стратегий профилактики, диагностики [11, 13] и лечения, а также контроля металлов в окружающей среде [3, 4] и кормах [1, 2]. Результаты расширяют понимание токсического воздействия и позволяют разрабатывать эффективные меры защиты, включая стандарты анализа, мониторинга и рекомендации по выбору кормов.

Дальнейшие исследования должны углубить изучение генетической предрасположенности и разработать новые методы диагностики и профилактики. Важна интеграция данных в ветеринарный контроль и образовательные программы для владельцев, чтобы улучшить защиту здоровья собак [12, 15].

Список литературы:

1. Селюкова С. В. Тяжелые металлы агроценозах // Достижения науки и техники АПК. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-v-agrotsenozah (дата обращения: 16.11.2025).

2. Волкова Александра Викторовна. Тяжелые металлы в экосистемах и агроценозах // Science Time. 2021. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-v-ekosistemah-i-agrotsenozah (дата обращения: 16.11.2025).

3. Горшкова П.П., Лавренникова О. А. Загрязнение почв тяжелыми металлами // Символ науки. 2023. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zagryaznenie-pochv-tyazhelymi-metallami (дата обращения: 16.11.2025).

4. Мухарлямов Р. Р., Алишева Е. А., Микрюкова Е. Ю. В Влияние тяжелых металлов на экологию планеты // Вестник науки. 2024. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tyazhelyh-metallov-na-ekologiyu-planety (дата обращения: 16.11.2025).

5. Петухов А. С., Кремлева Т. А., Хритохин Н. А., Петухова Г. А., Кайдунова П. И., Содержание (Cu, Zn, Fe, Mn, Pb, Cd) в почвах г. Тюмени // Вестник Нижневартовского

государственного университета. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-tyazhelyh-metallov-cu-zn-fe-mn-pb-cd-v-pochvah-g-tyumeni (дата обращения: 16.11.2025).

6. Мыслыва Т. Н., Левшук О. Н., Фитотоксичность урбаноземов загрязненных тяжелыми металлами // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fitotoksichnost-urbanozemov-zagryaznennyh-tyazhelymi-metallami (дата обращения: 16.11.2025).

7. Амосов Евгений Александрович. Моделирование влияния структуры на электропроводимость и твердость металлов// Современные материалы, техника и технологии. 2022. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-vliyaniya-struktury-na-elektroprovodnost-i-tverdost-metallov (дата обращения: 16.11.2025).

8. Светлана Сергеевна Ускова, Алина Викторовна Мартынова. Влияние тяжелых металлов на штаммы рода Enterococcus // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2024. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tyazhelyh-metallov-na-shtammy-roda-enterococcus (дата обращения: 16.11.2025).

9. Иштудов А. А., Семенов В. Г., Никитин Д. А., Иванова Е. Н., Повышение неспецифической устойчивости организма служебных собак// Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nespetsificheskoy-ustoychivosti-organizma-sluzhebnyh-sobak (дата обращения: 16.11.2025).

10. Семенов Владимир Григорьевич, Иштудов Алексей Александрович, Никитин Дмитрий Анатольевич, Алексеев Валериан Алексеевич, Тихонов Анатолий Сергеевич. Профилактика иммунодефицита организма служебных собак комплексными биопрепаратами // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2021. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/profilaktika-immunodefitsita-organizma-sluzhebnyh-sobak-kompleksnymi-biopreparatami (дата обращения: 16.11.2025).

11. Смирнов А.А., Бондаренко В. О., Соболева Н. И., Махлис О. А., Чагин А. С., Фармакокинетика празиквантела и моксидектина в организме собак после применения гельмимакса // Российский паразитологический журнал. 2022. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/farmakokinetika-prazikvantela-i-moksidektina-v-organizme-sobak-posle-primeneniya-gelmimaksa (дата обращения: 16.11.2025).

12. Старченко Н. Ю., Заболотная И. М., Компенсаторные реакции и псевдоартроз трубчатых костей у собак как элементы биологии раневого процесса // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kompensatornye-reaktsii-i-psevdoartroz-trubchatyh-kostey-u-sobak-kak-elementy-biologii-ranevogo-protsessa (дата обращения: 16.11.2025).

13. Михаил Владимирович Арисов, Алексей Александрович Степанов. Влияние ивермектин содержащего препарата в рекомендуемой и повышенной дозах навзрослыхи кошек // Российский паразитологический журнал. 2024. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ivermektin-soderzhaschego-preparata-v-rekomenduemoy-i-povyshennoy-dozah-na-organizm-vzroslyh-sobak-i-koshek (дата обращения: 16.11.2025).

14. Семенов А. С., Попцова О. С., Изменение адаптационной способности собак разного возраста к рабочим нагрузкам в условиях умеренного муссонного климата // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-adaptatsionnoy-sposobnosti-sobak-raznogo-vozrasta-k-rabochim-nagruzkam-v-usloviyah-umerennogo-mussonnogo-klimata (дата обращения: 16.11.2025).

15. Газизова Э. Д., Тимербаева Р. Р., Идрисов А. М., Сезонная динамика и лечение бабезиоза собак// Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sezonnaya-dinamika-i-lechenie-babezioza-sobak (дата обращения: 16.11.2025).

УДК 636.085.2

Лейс П. А., Микрюкова Е. Ю.
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОТЕИНОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В статье представлен комплексный анализ современных технологий производства протеиновых кормовых добавок различного происхождения. Рассмотрены основные методы переработки сырья: химический гидролиз, микробиологический синтез, ферментативный гидролиз, экструзия. Показано влияния протеиновых добавок на организм и продуктивность. Установлено, что применение добавок, которые сбалансированы по аминокислотному составу, повышает продуктивность животного на 15-20 процентов

Ключевые слова: протеиновые добавки, технология производства, продуктивность животных, аминокислотное питание, кормовые средства.

Введение

Интенсификация современного животноводства предъявляет повышенные требования к качеству и сбалансированности кормов. Нативные кормовые средства часто не покрывают потребности высокопродуктивных животных в питательных, биологически активных веществах и микроэлементах. В этой связи кормовые добавки стали неотъемлемым компонентом рационов, обеспечивающим реализацию генетического потенциала скота и птицы. Эффективность добавок напрямую зависит от технологий их производства, которые определяют биодоступность, стабильность и функциональную активность конечного продукта. Цель данного обзора – систематизировать данные о современных производственных процессах и охарактеризовать их влияние на гомеостаз и продуктивные качества сельскохозяйственных животных.

Технологические аспекты производства протеиновых добавок

Современные технологии направлены не только на увеличение концентрации сырого протеина, но и на повышение его доступности для пищеварительных ферментов животного.

Переработка трудноусвояемого сырья животного происхождения. Перспективным направлением является утилизация кератинсодержащих отходов (щетина, шерсть, отходы кожевенного производства). Ключевая задача — разрушение прочных дисульфидных связей в кератине. Устаревшая технология экструзии при температуре 450°С приводила к деградации аминокислот. Инновационное решение — это высокотемпературная гидролизная экструзия при строго контролируемых параметрах:

- Температура: 180–250°C
- Давление: 70–100 МПа
- Влажность сырья: 60–80%
- Время обработки: 30–90 секунд.

Такой режим обеспечивает полный гидролиз кератина с сохранением аминокислотного состава, что позволяет получать стерильный, легкопереваримый белковый продукт. Испытания на молодняке свиней показали, что добавка на 4% может заменить часть соевого шрота, поддерживая нормальные показатели роста.

Биотехнология микробного протеина (одноклеточного белка). Производство белка с помощью бактерий (например, метанокисляющих), дрожжей, грибов и водорослей переживает ренессанс, особенно в контексте устойчивого развития. Современные технологии используют ферментативный гидролиз микробной биомассы (с применением протеаз, амилаз, липаз) с последующей мембранной концентрацией (микрофильтрация) для получения высокоочищенного белкового продукта. Такой микробный белок обладает сбалансированным аминокислотным профилем и высокой усвояемостью, являясь перспективной альтернативой рыбной муке в аквакультуре и соевому шроту в животноводстве.

Существует несколько классификаций и технологий производства кормовых добавок [1,3]

Протеиновые добавки (аминокислоты, синтетический белок)

Глубокая переработка растительного сырья (сои, рапса) методом экстракции с получением концентратов и изолятов белка. Биотехнологический синтез лизина, треонина, метионина и триптофана путем контролируемой ферментации с использованием штаммов-продуцентов [2,с.45]. Производство одноклеточного белка на углеводородных субстратах.

Влияние на организм и продуктивность: Компенсация дефицита незаменимых аминокислот, что является фактором роста. Оптимизация аминокислотного профиля рациона приводит к увеличению синтеза мышечной ткани, улучшению конверсии корма на 5-12% и снижению азотистого загрязнения окружающей среды [6].

Витаминно-минеральные премиксы

Химический и микробиологический синтез витаминов (например группы B, C). Производство хелатных форм микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Se), где ион металла связан с аминокислотой, что повышает его биодоступность [8]. Технология точного дозирования и смешивания (до 0.1% от массы премикса) для обеспечения однородности.

Влияние на организм и продуктивность: Хелатные соединения усваиваются в 2 - 3 раза эффективнее сульфатных аналогов, выступая в роли кофакторов ферментов [4]. Это нормализует метаболические процессы, укрепляет костную ткань, улучшает репродуктивную функцию и качество продукции (прочность скорлупы, пищевая ценность мяса и молока).

Ферментные препараты (карбогидразы, фитазы, протеазы)

Промышленная ферментация с использованием грибов (Trichoderma reesei, Aspergillus niger) и бактерий (Bacillus subtilis) [1]. Последующая очистка, стандартизация и стабилизация ферментов методами микрокапсулирования или гранулирования для защиты от денатурации в желудке.

Влияние на организм и продуктивность: Расщепление некрахмалистых полисахаридов (НКП) клеточных стенок злаков, что повышает доступность энергии на 5-7% и снижает вязкость химуса. Фитаза гидролизует фитиновый фосфор, увеличивая его усвоение на 30-40% и высвобождая связанные микроэлементы [5]. В совокупности это повышает питательную ценность корма и снижает его себестоимость.

Пробиотики, пребиотики и симбиотики [7]

Пробиотики: Селекция штаммов лактобацилл, бифидобактерий, Bacillus spp., их культивирование в ферментерах, лиофильная сушка для сохранения жизнеспособности.

Пребиотики: Выделение фруктоолигосахаридов, маннанолигосахаридов из растительного сырья или ферментативный синтез.

Влияние на организм и продуктивность: Пробиотики конкурируют с патогенами за адгезию на энтероцитах, продуцируют бактериоцины и молочную кислоту. Пребиотики служат селективным субстратом для полезной микрофлоры. Совместное применение (симбиотики) приводит к стабилизации микробиоценоза кишечника, усилению колонизационной резистентности, снижению заболеваемости на 10-15% и стимуляции иммунного ответа [2].

Фитогенные (растительные) добавки

Криогенное измельчение сырья, сверхкритическая флюидная экстракция (CO_2-экстракция) эфирных масел для сохранения летучих компонентов [4]. Стандартизация по содержанию активных веществ (например, карвакрола в масле орегано).

Влияние на организм и продуктивность: Эфирные масла, горечи и фенольные соединения обладают антиоксидантным, противовоспалительным и антимикробным действием. Стимулируют секрецию пищеварительных ферментов и желчи, улучшая переваримость питательных веществ. Являются натуральной альтернативой антибиотическим стимуляторам роста [1,8].

Особенности протеинового питания жвачных

У жвачных животных белок корма выполняет две функции: питание микрофлоры рубца и питание самого животного.

Сырой протеин рациона делится на:

1. Расщепляемый в рубце протеин: используется микрофлорой для синтеза микробного белка — основного источника аминокислот для коровы.

2. Нерасщепляемый (транзитный) протеин: проходит рубец без изменений и переваривается в сычуге и тонком кишечнике.

Ключевой показатель — обменный протеин, представляющий собой сумму аминокислот микробного и транзитного белка, доступных для всасывания.

Последствия дисбаланса и роль защищенных добавок. Для высокопродуктивных коров (удой >30 кг/сут) синтеза микробного белка часто недостаточно, и критически

важен приток качественного транзитного протеина. Избыток РРП при дефиците легкопереваримых углеводов приводит к накоплению аммиака в рубце. Это вызывает:

Нарушение работы печени (синтез мочевины) и лишние энергозатраты.

Повышение уровня мочевины в крови и молоке, что негативно сказывается на репродуктивной функции.

Ухудшение усвоения минералов (магния, кальция).

Решение — использование «защищенных» протеиновых добавок, обработанных физическими (тепло) или химическими (танины, формальдегид) методами. Такие добавки имеют низкую степень расщепляемости в рубце, но высокую — в кишечнике, эффективно увеличивая долю объёмного протеина и снижая метаболическую нагрузку на печень.

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует неразрывную связь между прогрессом в технологиях производства кормовых добавок и эффективностью животноводства. Современные методы, такие как микробная ферментация, хелатирование и микроинкапсулирование, позволяют создавать продукты с заданными свойствами и высокой биологической активностью. Их применение направленно модулирует физиологические функции организма: оптимизирует пищеварение, нормализует метаболизм, формирует сбалансированную повышение экономической устойчивости предприятий агропромышленного комплекса микробиоту и укрепляет иммунитет. В результате достигается значительный рост продуктивности, улучшение качества животноводческой продукции.

Список литературы:

1. Подольников, В.Е. Кормовые добавки в животноводстве: учебное пособие / В.Е. Подольников. [Текст] — Брянск: Брянский ГАУ, 2023
2. Колосов, Ю.А. Кормление высокопродуктивных животных: учебное пособие для вузов / Ю. А. Колосов, Н. Н. Кердяшов, С. И. Николаев.[Текст] — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 152 с.
3. Топорова, Л. В. Теория и практика кормления высокопродуктивных молочных коров [Текст]. – 2005.
4. Попков, Н.А. Технологическое сопровождение животноводства: новые технологии [Текст]: практ. пособие / Н. А. Попков [и др.]. – 2010.
5. Калашников, А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных [Текст]: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова [и др.]. – 3-е изд. – 2003.
6. Пахомов, И. Я. Полноценное кормление высокопродуктивных коров [Текст]: практическое пособие / И. Я. Пахомов, Н. П. Разумовский. – 2006.
7. Руководство по производству молока, выращиванию и откорму молодняка КРС: отраслевой регламент [Текст] / А. М. Лапотко [и др.]. – 2006.
8. Кормление сельскохозяйственных животных [Текст]: учебник / под ред. Н. Г. Первова. – М.: КолосС, 2020.

УДК 616.348-089.87

Петров М. Е., Сидохметов Р. Т., Артемьева С. Д.
Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера, Пермь, Россия

РОЛЬ ENHANCED RECOVERY AFTER SURGERY (ERAS) В СНИЖЕНИИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В КОЛОРЕКТАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Аннотация: В обзоре представлен анализ современных данных, касающихся эффективности мультимодальных протоколов Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) в колоректальной хирургии. Показано, что комплексное применение принципов ERAS, основанное на пересмотре традиционных подходов к периоперационному ведению пациентов, позволяет снизить частоту послеоперационных осложнений. Рассматриваются ключевые элементы протокола, их патофизиологическое обоснование, а также влияние на длительность госпитализации, качество жизни и экономические показатели лечения. Отдельное внимание уделено вопросам внедрения ERAS, включая необходимость мультидисциплинарного подхода достижения высокого уровня приверженности. Сделан вывод, что ERAS является современным стандартом периоперационной помощи, внедрение которого в клиническую практику России требует адаптации алгоритмов и образовательных программ.

Ключевые слова: Периоперационная медицина; мультимодальные протоколы; ускоренное восстановление после операций; колоректальная хирургия; послеоперационные осложнения; длительность госпитализации; внедрение ERAS.

Введение

Колоректальная хирургия традиционно относится к области повышенного риска послеоперационных осложнений. Согласно данным различных исследований, их частота варьирует от 17,8% до 70% [1]. Развитие осложнений приводит к увеличению продолжительности госпитализации, потребности в повторных вмешательствах и значительному росту экономических затрат [2]. Например, несостоятельность колоректального анастомоза считается основной причиной заболеваемости и смертности: её частота составляет 20–35 % и 2–16,4 % соответственно [3], что делает данную категорию резекций особенно сложной в послеоперационном сопровождении.

Отмечается, что до половины послеоперационных неблагоприятных событий можно предотвратить при использовании оптимизированных стратегий периоперационной помощи [4]. Это предоставило возможность для внедрения доказательных подходов, направленных на снижение частоты осложнений и улучшение результатов лечения.

Термин fast-track surgery был предложен в конце 1990-х годов датским исследователем Henrik Kehlet, который показал, что ведущим патогенетическим

механизмом развития осложнений является нарушение физиологических процессов вследствие хирургического стресса, опосредованного активацией воспалительных и нейроэндокринных каскадов.[5]

На этой концепции была основана программа ускоренного восстановления после операции — **Enhanced Recovery After Surgery (ERAS).** Первоначально разработанная для колоректальной хирургии, сегодня она успешно применяется в большинстве хирургических специальностей.[6]. ERAS представляет собой совокупность доказательных мероприятий, охватывающих все этапы периоперационного периода — от предоперационной подготовки до послеоперационной реабилитации.

Комплексное применение этих мер позволяет снизить операционный стресс и поддерживать гомеостаз у пациента, что приводит к сокращению длительности госпитализации на 30–50% и аналогичному снижению частоты осложнений без увеличения частоты повторных вмешательств или летальности [6][7]. Эффективность ERAS подтверждена многочисленными исследованиями, а международное ERAS Society регулярно обновляет клинические рекомендации (последние версии — 2018 и 2025 гг.) [8][9].

Настоящий обзор посвящён роли ERAS в снижении частоты осложнений в колоректальной хирургии, анализу ключевых элементов протокола и оценке их влияния на исходы лечения.

Послеоперационные осложнения в колоректальной хирургии

Несмотря на прогресс хирургических технологий, послеоперационные осложнения остаются значимой проблемой в колоректальной хирургии. Наиболее частыми являются инфекционные осложнения, включая инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) и внутрибрюшные абсцессы. Их частота после резекций толстой и прямой кишки составляет 2,4–21,6% [10],

Достаточно распространён паралитический илеус (до 10–20% случаев), который удлиняет сроки восстановления и пребывания в стационаре.

Особое клиническое значение имеет несостоятельность анастомоза — одно из наиболее тяжёлых и потенциально смертельно опасных осложнений, требующее повторных вмешательств и нередко приводящее к формированию стомы. Летальность при данном осложнении достигает 16,4% [10].

К факторам риска осложнений относятся пожилой возраст, высокий анестезиологический риск (ASA III–IV), срочность вмешательства, большой объём резекции и наличие сопутствующих заболеваний [2].

Кроме того, в колоректальной хирургии важным аспектом являются не только инфекционные и механические осложнения. К числу менее распространённых, но всё же значимых послеоперационных проблем можно отнести респираторные осложнения, такие как пневмония, которые развиваются в 5–7% случаев после традиционных колоректальных операций [11]. Тромбоэмболические осложнения, такие как глубокий венозный тромбоз и тромбоэмболия лёгочной артерии (ТЭЛА), возникают у примерно 2% пациентов

[12]. Послеоперационные желудочно-кишечные кровотечения наблюдаются реже, в 1–5% случаев [13].

Осложнения существенно повышают нагрузку на систему здравоохранения. Так, по данным американских исследований, ежегодные затраты на лечение ИОХВ превышают 900 млн долларов США, причём около трети этой суммы приходится именно на колоректальную хирургию [14]. и [15],

Таким образом, снижение частоты и тяжести осложнений является одной из ключевых задач современной колоректальной хирургии. Данные многочисленных исследований показывают, что внедрение ERAS-протоколов позволяет предотвратить значительную долю осложнений за счёт оптимизации всех этапов периоперационного ведения.

Протокол ERAS: концепция и принципы

Enhanced recovery after surgery — ERAS (Ускоренное восстановление после операции) или ускоренная хирургия (fast-track surgery), предусматривает комплекс мер до- и послеоперационного периода, направленных на ускорение реабилитации пациентов и уменьшение сроков госпитализации после плановых хирургических вмешательств. Концепция ERAS подразумевает использование совокупности эффективных методов для ускорения процессов послеоперационного восстановления.[5]

В отличие от традиционного ведения, протокол ERAS предполагает проактивную тактику: уже с предоперационного этапа пациент максимально готовится к предстоящему вмешательству (оптимизация питания, отказ от курения и алкоголя, психолого-образовательная подготовка), а после операции – как можно более раннюю активизацию и восстановление функций организма. В реализации программы участвует междисциплинарная команда, включающая хирургов, анестезиологов, диетологов, физиотерапевтов, сестринский персонал – все, кто задействован в уходе за пациентом [6].

Протокол строится на строго доказательных мерах: каждое вмешательство или приём включены на основании результатов рандомизированных исследований и мета-анализов. Важным принципом ERAS является непрерывный аудит и контроль соблюдения протокола в каждом учреждении: сбор данных о выполнении отдельных элементов и исходах позволяет поддерживать высокую приверженность программе и постоянно совершенствовать её [8]. В целом, концепция ERAS представляет собой пример ценностно-ориентированной помощи в хирургии, при которой достигаются лучшие клинические результаты при более рациональном использовании ресурсов [6].

Основные элементы ERAS в колоректальной хирургии

Протокол охватывает весь периоперационный путь пациента — от предоперационной подготовки до позднего восстановления. Ниже приведены ключевые меры ERAS и их обоснование. Предоперационная подготовка

Предоперационная подготовка

Предоперационное обследование и оптимизация. На этапе подготовки важно выявить и скорректировать факторы риска. Оценивается нутритивный статус, наличие анемии, уровень гликемии, функции жизненной важных органов. Анемия должна быть скорректирована (препаратами железа, эритропоэтином) до операции, так как низкий уровень гемоглобина ассоциирован с повышенной частотой осложнений [8]. Пациентам с признаками недостаточности питания рекомендуется назначать нутритивную поддержку за 7–14 дней до вмешательства – доказано, что предоперационная коррекция гипоальбуминемии и дефицита массы тела снижает частоту инфекционных осложнений и даже несостоятельности анастомоза [8]. Также проводится оценка соматического статуса и сопутствующих заболеваний: хронические состояния (сахарный диабет, гипертензия, ХОБЛ) следует компенсировать до операции. Несмотря на ограниченную прогностическую ценность отдельных шкал (ASA, Charlson Index), предоперационная оптимизация улучшает переносимость вмешательства [8].

Отказ от вредных привычек. Важной частью подготовки является модификация образа жизни. Курение и злоупотребление алкоголем достоверно повышают риск послеоперационных осложнений, преимущественно дыхательных и раневых. Метанализы показывают, что отказ от курения за ≥4 недели до операции приводит к снижению частоты дыхательных осложнений и инфекций раны [8]. Для достижения результата используются консультации и никотин-заместительная терапия.[8]. Аналогично, доказано снижение риска при отказе от алкоголя минимум на 1 месяц до операции [8].

Пациент-ориентированное информирование.

ERAS подчёркивает важность предоперационного информирования и обучения пациента. Детальное разъяснение хода операции, ожидаемых ощущений, планируемого послеоперационного ведения и активизации позволяет уменьшить страх и тревожность больного [8]. Снижение предоперационного стресса положительно влияет на уровень послеоперационной боли и даже может способствовать сокращению сроков стационара [8]. В рандомизированном исследовании и обзорах отмечено, что пациенты, прошедшие программу обучения (включая современные методы – информационные брошюры, видео, виртуальная реальность и др.), лучше соблюдают протокол реабилитации и реже испытывают выраженную тревогу [8]. Поэтому **индивидуальное консультирование** перед операцией является обязательным элементом ERAS-протокола (рекомендация сильная) [8].

Сокращение периода голодания и предоперационная углеводная нагрузка.

Современные рекомендации разрешают приём твёрдой пищи за 6 часов, а прозрачных жидкостей — за 2 часа до анестезии [8]. Дополнительно, за 2–3 часа до операции пациентам **рекомендуется** выпить ~200 мл прозрачного напитка, содержащего сложные углеводы (например, специальный раствор мальтодекстрина) [8]. Такая мера предотвращает развитие инсулинорезистентности натощак, поддерживает энергетический метаболизм и способствует более быстрому восстановлению после операции [8] [6]. Мета-анализы подтверждают безопасность данного подхода (не увеличивает риск аспирации) и его эффективность, что обусловило сильную рекомендацию ERAS 2018 [6].

Профилактика инфекций и подготовка кишечника.

Антибиотикопрофилактика проводится внутривенно за 30–60 минут до разреза препаратами, которые активны против грам- и анаэробной флоры [8]. Повторная доза вводится при длительных вмешательствах согласно периоду полураспада препарата. Адекватная антибиотикопрофилактика достоверно снижает частоту гнойно-септических осложнений и является обязательной для всех колоректальных операций (доказательность высокая, рекомендация сильная) [8].

В отношении механической подготовки кишечника (МПК) накоплены данные, показывающие отсутствие пользы её применения в изолированном виде: она не снижает частоту несостоятельности анастомоза и инфекций, но вызывает выраженный дискомфорт и обезвоживание [8]. В современных протоколах **не рекомендовано** проводить тотальную механическую подготовку кишечника перед колэктомией без дополнительной антибактериальной подготовки (уровень доказательности высокий, сильная отрицательная рекомендация) [8]. Вместе с тем ряд исследований продемонстрировал, что комбинация МПК с пероральными неабсорбируемыми антибиотиками (неомицин + эритромицин или др.) снижает риск инфекционных осложнений по сравнению с одной лишь системной антибиотикопрофилактикой [8]. В отдельных клинических ситуациях такой комбинированный подход может быть обоснован.

В большинстве случаев при элективных операциях предпочтительно избегать рутинной МПК или ограничивать её использование.[8].

Профилактика тошноты и тромбоза.

Предупреждение послеоперационной тошноты и рвоты (PONV) – важная составляющая ERAS, так как эти симптомы препятствуют раннему приёму пищи и реабилитации. Всем пациентам группы риска PONV (по шкале Апфель – ≥2 фактора) следует проводить многокомпонентную профилактику: сочетание дексаметазона, ондансетрона (или другого сетрона) и, при необходимости, дроперидола или апрепитанта[8]. Такой подход значительно снижает частоту выраженной тошноты, облегчая раннее возобновление питания и мобилизацию.

Не менее важно и предотвращение тромбоэмболических осложнений. У пациентов, перенесших большие операции на толстокишечнике, риск венозной

тромбэмболии (ВТЭ) повышен, особенно при сочетании с онкологическим заболеванием. Согласно рекомендациям, необходима комбинированная тромбопрофилактика: использование эластичных компрессионных чулок и/или аппаратов прерывистой пневмокомпрессии голеней, а также назначение низкомолекулярного гепарина (НМГ) в профилактической дозе [8]. Механическую компрессию целесообразно применять с момента индукции анестезии до восстановления полноценной активности (обычно до выписки), а НМГ – начинать в день операции и продолжать не менее 7–10 дней. Для пациентов с колоректальным раком и другими факторами риска ВТЭ рекомендуется продление антикоагуляции до 28 дней после операции [8].

Комплексное соблюдение мер профилактики тромбоза позволяет значительно снизить частоту тромбоэмболий без увеличения риска кровотечений и должно строго соблюдаться.

Интраоперационные меры

Малоинвазивна хирургия.

Применение лапароскопических и роботических технологий – один из краеугольных камней ERAS. Малоинвазивный доступ при резекциях кишки обеспечивает меньшую операционную травму, уменьшая болевой синдром, стресс-ответ и воспалительную реакцию. Многочисленные исследования продемонстрировали преимущества лапароскопии: более быстрое восстановление моторики кишечника, снижение потери крови, более низкая частота раневых инфекций и грыж, сокращение срока госпитализации [8]. Согласно мета-анализам, лапароскопические колэктомии сопровождаются меньшим общим числом осложнений по сравнению с открытыми (в том числе за счёт снижения доли раневых осложнений) [8]. Поэтому малоинвазивный подход рекомендован всем пациентам при отсутствии противопоказаний (выраженный спаечный процесс, неустранимые противопоказания к пневмоперитонеуму и др.). В современных ERAS-протоколах **лапароскопия является предпочтительным методом** для плановых резекций толстой кишки, обеспечивая более быстрое и комфортное выздоровление больных.

Анестезия и мультимодальная аналгезия

Доказано, что применение эпидуральной аналгезии при открытых колэктомиях уменьшает риск послеоперационных осложнений, в том числе пареза кишечника и дыхательных осложнений, а также ускоряет восстановление функции ЖКТ [8]. При лапароскопических операциях значение эпидуральной блокады несколько меньше, поскольку сама по себе малоинвазивность снижает болевой синдром; в таких случаях альтернативой могут служить однократная спинальная анестезия с опиатом (морфин) либо блокада поперечной фасции живота (ТАР-блок) в комбинации с НПВП [8]. Общий подход – **мультимодальная аналгезия**, включающая НПВП, парацетамол, регионарные техники и адъюванты (например, инфузия лидокаина внутривенно), что позволяет минимизировать дозы системных опиоидов [8]. Такой режим обезболивания

достоверно снижает риск развития послеоперационного илеуса[8]. В исследовании ERAS Compliance Group отмечено, что ограничение периоперационного вливания кристаллоидов и снижение использования опиоидов статистически значимо ассоциированы с уменьшением частоты послеоперационных осложнений [16].

Управление жидкостной нагрузкой и гемодинамикой
Одним из ключевых принципов ERAS является рациональное инфузионное сопровождение операций. Применяется так называемая Goal-Directed Fluid Therapy (GDFT) — целенаправленная подстройка инфузии по показателям гемодинамики, чтобы обеспечить адекватную перфузию органов и избежать гипо- или гиперволемии [22].

Чрезмерное введение кристаллоидных растворов, особенно более 2,5–3 литров в первые сутки, связано с увеличением риска послеоперационного илеуса, отёков, пневмо- и сердечно-лёгочных осложнений. Напротив, ограниченная инфузия под контролем гемодинамики снижает частоту осложнений [23].

Контроль температуры и гемостаза.

Во время операции необходимо поддерживать нормотермию пациента с помощью активного подогрева (обогревающие одеяла, тёплый инфузионный раствор). Гипотермия (<36°C) усиливает коагулопатию и риск инфекции раны, поэтому **мониторинг температуры и согревание** являются стандартом (доказательность умеренная, рекомендация сильная) [19].

Интраоперационное восполнение кровопотери и жидкостный баланс проводятся по принципам **Goal-Directed Therapy** – целенаправленной инфузионной терапии. Агрессивная инфузия больших объёмов растворов может приводить к гиперволемии, отёку тканей и замедленному восстановлению функции кишечника. Согласно протоколу ERAS, во время и после операции следует стремиться к **нулевому балансу** жидкостей, избегая как дефицита перфузии, так и перегрузки жидкостью [19]. Исследования показали, что избыточное введение >2–3 литров растворов в первые сутки коррелирует с учащением сердечно-лёгочных осложнений и послеоперационного илеуса[19]. Применение минимально необходимого объёма инфузии (часто под контролем допплерометрии или других методов мониторинга сердечного выброса) ассоциировано с более редким развитием осложнений: так, в многоцентровом анализе ограничение периоперационной инфузии дало снижение риска осложнений почти на 65% (OR=0,35) [19]. Таким образом, **рациональная инфузионная тактика** – неотъемлемая часть ERAS: пациенты поступают в операционную без обезвоживания (благодаря сокращённому голоданию и углеводной нагрузке) [19], а во время вмешательства получают ограниченные объёмы растворов под контролем показателей гемодинамики [19].

Минимизация рутинных дренажей и назогастральных зондов

Рутинное дренирование брюшной полости после неосложнённых резекций кишки **не рекомендовано**, поскольку не снижает частоту анастомотических

несостоятельностей или абсцессов, но увеличивает дискомфорт и может задерживать восстановление [19].

Аналогично, назогастральный зонд, если он устанавливался на время операции, должен быть удалён до выведения пациента из наркоза – оставление зонда в послеоперационном периоде не снижает риск желудочной дисфункции, но повышает вероятность пневмонии и удлиняет восстановление перистальтики [19].

В итоге после операции пациент, при отсутствии осложнений, должен пробуждаться с минимумом инвазивных устройств (дренажи, зонд) и стабильной гемодинамикой, что способствует ранней мобилизации и ускоряет восстановление.

Послеоперационное ведение и реабилитация

Раннее энтеральное питание. Одним из самых важных отличий ERAS от традиционного подхода является максимально раннее возобновление питания через желудочно-кишечный тракт. В прошлом пациентов длительно держали на голодной паузе до появления перистальтики, однако доказано, что это неоправданно. Уже **в день операции** (через несколько часов после выхода из наркоза) пациенту при отсутствии противопоказаний предлагаются питьё и жидкая пища [19]. Большинство больных способны перенести приём жидкости в первые 4–6 часов после вмешательства, что не повышает риска аспирации, но способствует более быстрому восстановлению функции кишечника [19]. К вечерним часам дня операции или на утро следующего дня пациент переводится на лёгкую пищу. Раннее энтеральное питание улучшает заживление анастомозов за счёт обеспечения субстрата для регенерации, снижает катаболизм и уменьшает опасность инфекционных осложнений. Показано, что **отказ от необоснованного голодания** уменьшает частоту инфекции мочевыводящих путей, пневмонии и сокращает длительность пребывания в стационаре [6]. Более того, у пациентов с исходным риском по нутритивному статусу рекомендуется дополнительный приём пероральных питательных смесей (oral nutritional supplements) в раннем послеоперационном периоде [19]. В случае онкологических больных с признаками малнутриции возможно использование иммуномодулирующих смесей (иммунонутриция) в периоперационном периоде, что в исследованиях улучшало результаты лечения [19]. В целом же подавляющее большинство пациентов на ERAS-протоколе переходят на энтеральное питание уже к концу первых суток.

Ранняя активизация. Длительный постельный режим после операции ведёт к множеству осложнений – гипостатической пневмонии, тромбозам, мышечной слабости. Поэтому в ERAS действует правило: раньше встали – раньше выписались. Уже через несколько часов после выхода из наркоза (при восстановлении чувствительности ног, если была эпидуральная анестезия) пациенту помогает сесть, опустить ноги с кровати, а затем и встать. **Активизация в день операции** – целевой показатель ERAS. Если полноценно встать в день вмешательства не удалось, то обязательно вставание на следующие сутки с

постепенным увеличением объёма движения. Пациенту рекомендуется находиться в кресле не менее 2 часов в день на первые сутки, а затем увеличивать до 4 и более часов в последующие дни [19]. Также следует поощрять самостоятельную ходьбу по палате и в коридоре как можно раньше. Рандомизированные испытания подтверждают, что ранняя активизация приводит к снижению числа кардио-респираторных осложнений и тромбоэмболий, а также ускоряет восстановление перистальтики и уменьшает риск паралитического илеуса[6] Команда должна мотивировать пациента к движению, разъясняя важность активности для предотвращения осложнений. В некоторых клиниках применяются даже специальные реабилитационные программы и физические упражнения уже на 2–3 день после операции в дополнение к обычной ходьбе – всё это позволяет **максимально рано вернуть пациента к нормальной жизни**.

Контроль боли и предотвращение илеуса. В послеоперационном периоде продолжается мультимодальное обезболивание с упором на регионарные методы. Эпидуральная аналгезия при открытых операциях обычно поддерживается до 48–72 часов после вмешательства, обеспечивая адекватное обезболивание при низком уровне опиоидов в системном кровотоке [19]. Совокупность мер – ограничение опиоидов, эпидуральная/регионарная аналгезия, раннее питание и движение – является лучшей профилактикой паралитического илеуса [19]. Дополнительно могут применяться стимулирующие кишечник средства: например, жевательная резинка (имитирует жевание и рефлекторно запускает перистальтику [24] либо прокинетики по показаниям, хотя решающую роль играют именно немедикаментозные меры. Благодаря ERAS обычно удаётся достичь восстановления самостоятельного стула уже на 2–3 сутки после резекции кишки, тогда как при традиционном ведении нередко кишечник "спит" 4–5 дней.

Удаление дренажей и катетеров. Ранняя активизация невозможна без своевременного удаления ограничивающих устройств. С одной стороны, важно не спешить с экстубацией эпидурального катетера или прекращением инфузии локального анестетика, если это ухудшит обезболивание. С другой стороны, задержка с удалением мочевого катетера способствует инфекциям мочевых путей и мешает пациенту ходить. В практике ERAS **мочевой катетер удаляют** как можно раньше по состоянию – обычно на 1–2 сутки при низком риске задержки мочи [19]. У некоторых пациентов (особенно после низких тазовых резекций) целесообразно оставить катетер до 3 суток, чтобы снизить нагрузку на швы анастомоза при наполнении мочевого пузыря, но не дольше, во избежание инфекций [19]. Брюшные дренажи при их наличии удаляются при первых признаках отсутствия значимого отделяемого, зачастую уже через 24–48 часов. Общий принцип – **ничего лишнего не должно оставаться** в пациенте дольше необходимого. Свобода от катетеров и дренажей облегчает выполнение упражнений, ходьбу, тем самым ускоряет реабилитацию.

В совокупности перечисленные мероприятия образуют единый протокол ускоренного восстановления. Важно подчеркнуть, что максимальный эффект

достигается лишь при **комплексном выполнении** всех (или большинства) элементов ERAS. Частичное соблюдение лишь некоторых мер даёт ограниченную пользу. Поэтому во всём мире внедрение ERAS сопровождается обучением персонала, разработкой локальных протоколов и постоянным аудитом достижения целевых показателей [19].

Влияние ERAS и его компонентов на исходы в колоректальной хирургии

Снижение общей частоты осложнений. Совокупные данные множества исследований убедительно подтверждают, что внедрение протоколов ERAS позволяет существенно уменьшить послеоперационную заболеваемость в колоректальной хирургии. Крупный мета-анализ 74 рандомизированных исследований (9076 пациентов), сравнивавших ERAS с традиционным ведением, продемонстрировал снижение риска послеоперационных осложнений почти на 30% в группе ERAS (обобщённый относительный риск 0,71; 95% ДИ 0,59–0,87; p<0,001)[7]. При этом наиболее выраженное уменьшение осложнений отмечалось в абдоминальной хирургии (в том числе колоректальной) по сравнению с менее травматичными областями (гинекология, грудная хирургия) [7]. Другой свежий мета-анализ, включивший 12 РКИ при колоректальном раке, показал, что в группе ERAS общее число осложнений было почти в 2 раза меньше, чем при стандартном ведении (OR=0,42; 95% ДИ 0,27–0,65; p<0,0001)[25]. Особенно заметно протокол ускоренного восстановления снижает частоту инфекционных осложнений (нагноения раны, внутрибрушные абсцессы) и дыхательных проблем [25]. Таким образом, доказательства свидетельствуют о значимом улучшении исходов: ERAS действительно уменьшает вероятность послеоперационных осложнений у пациентов колоректального профиля [18].

В ряде работ рассчитана окупаемость внедрения ERAS: так, канадское исследование показало, что мультицентровая реализация ERAS в колоректальной хирургии дала значительный экономический эффект, сократив затраты на одного пациента и повысив эффективность коек за счёт сокращения их занятости осложнениями [7].

Например, применение лапароскопии вместо открытой операции уменьшало частоту осложнений (OR=0,68; p<0,001), а умеренная инфузионная терапия (без перегрузки) – ещё более резко (OR=0,35; p<0,001)[26]. Эти результаты согласуются с клинической интуицией: малоинвазивность и отсутствие гиперволемии способствуют гладкому послеоперационному течению. Другие элементы в том исследовании влияли скорее на продолжительность стационара: например, употребление углеводного напитка накануне и тотальная внутривенная анестезия (без ингаляционных средств) статистически сокращали срок госпитализации [26]. В то же время использование эпидуральной аналгезии в лапароскопической хирургии ассоциировалось с небольшим удлинением пребывания (в среднем +0,5 дня) [26], что сейчас переосмысляется – при минимально травматичных операциях некоторые центры отказались от

эпидуралей в пользу других методов обезболивания, ускоряющих мобилизацию. Тем не менее при открытых вмешательствах польза эпидуральной аналгезии для профилактики осложнений остаётся очевидной [19]. Важно заметить, что ни один отдельный компонент ERAS не способен обеспечить тот же эффект, что их комбинация. Например, просто переход на лапароскопию без других изменений улучшит исходы, но не настолько значительно, как одновременное внедрение раннего питания, активизации, мультимодальной аналгезии и пр. Именно по этой причине ERAS рассматривается как **единый протокол**, а не меню опций на выбор.

Данные доказательной медицины и ограниченность исследований. Следует упомянуть, что не все исследования одинаково высоко оценивают пользу ERAS – результаты могут различаться в зависимости от дизайна и критериев оценки. Например, систематический обзор лишь рандомизированных контролируемых исследований в элективной колоректальной хирургии (2010–2020 гг.) обнаружил, что уменьшение осложнений и сокращение стационара в группе ERAS имели лишь тенденцию к значимости, не достигнув порога достоверности [27]. В мета-анализ вошло всего 5 РКИ, и по объединённым данным частота осложнений была ниже в ERAS-группе, но разница не стала статистически значимой (логOR=–0,58; p=0,078)[27]. Аналогично, сокращение пребывания на −2,7 суток в среднем не достигло значимости при p=0,082[27. Авторы связали это с малым числом включённых исследований и высокой гетерогенностью протоколов.

В реальности же, при накоплении больших массивов данных, преимущества ERAS становятся статистически убедительными [7][25]. В частности, включение не только РКИ, но и качественных когортных исследований позволяет учесть широкий спектр ситуаций и повысить силу анализа. Как было показано, отказ от протокола ERAS (так называемый failure to ERAS) чётко коррелирует с худшими исходами – такими пациентами чаще развиваются тяжёлые осложнения и они дольше лечатся в стационаре [28]

Таким образом, совокупность современных доказательств уверенно подтверждает: **программа ERAS улучшает послеоперационные результаты** у пациентов, перенесших операции на толстом кишечнике, хотя степень эффекта может варьировать в разных работах. Основной акцент исследований сместился сегодня с доказательства пользы ERAS (что уже не вызывает сомнений) на изучение оптимальных способов внедрения и повышения приверженности персонала протоколу [7].

Заключение

Выполненный обзор показал, что внедрение мультимодального ERAS-протокола в колоректальной хирургии существенно улучшает результаты лечения. Данные многочисленных исследовани свидетельствуют, что комплекс ERAS (предоперационная подготовка ппациента, минимально инвазивные техники, оптимизация анальгезии, раннее питание и мобилизация и др.) приводят

к достоверному снижению частоты послеоперационных осложнений и сокращению продолжительности госпитализации. При этом безопасность лечения не страдает: Исследования показывают сокращение общей заболеваемости без повышения летальности. Таким образом, ERAS обспечивает более быстрое восстановление пациентов и уменьшеает нагрузку на системы здравоохранения. На основании этой синтезированной информации можно заключить, что концепция скорейшего восстановления играет ключевую роль в современной колоректальной хирургии - она доказала эффективность во многих клинических ситуациях и рекомендована международными сообществами. Дальнейшее распространение и строгое соблюдение ERAS-протокола должно стать приоритетом для улучшения исходов операций на толстой и прямой кишке.

Список литературы:

1. Воленко Александр Владимирович, Андреев Юлий Вадимович, Рудин Эдвард Петрович, Куприков Сергей Викторович Осложнения после хирургических вмешательств на толстой кишке: характер, частота и их зависимость от методики кишечного шва // Acta Biomedica Scientifica. 2011. №4-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/oslozhneniya-posle-hirurgicheskih-vmeshatelstv-na-tolstoy-kishke-harakter-chastota-i-ih-zavisimost-ot-metodiki-kishechnogo-shva (дата обращения: 09.12.2025).

2. van den Bosch T., Warps A.L.K., de Nerée tot Babberich M.P.M., et al. Predictors of 30-Day Mortality Among Dutch Patients Undergoing Colorectal Cancer Surgery, 2011–2016. JAMA Network Open, 2021, **4**(4): e217737. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.7737. PMID: 33900400.

3. Rennie O, Sharma M and Helwa N (2024) Colorectal anastomotic leakage: a narrative review of definitions, grading systems, and consequences of leaks. Front. Surg. 11:1371567. doi: 10.3389/fsurg.2024.1371567

4. Доброхотова Ю.Э., Тер-Ованесов М.Д., Боровкова Е.И., Кукош М.Ю., Железкова Т.А. Концепция ускоренного восстановления после операций в онкогинекологии. РМЖ. Мать и дитя. 2018;26(5(I)):45-50.

5. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. JAMA Surg. 2017 Mar 1;152(3):292-298. doi: 10.1001/jamasurg.2016.4952. PMID: 28097305.

6. Sauro KM, Smith C, Ibadin S, et al. Enhanced Recovery After Surgery Guidelines and Hospital Length of Stay, Readmission, Complications, and Mortality: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. JAMA Netw Open. 2024;7(6):e2417310. doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.17310

7. Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M, Nygren J, Demartines N, Francis N, Rockall TA, Young-Fadok TM, Hill AG, Soop M, de Boer HD, Urman RD, Chang GJ, Fichera A, Kessler H, Grass F, Whang EE, Fawcett WJ, Carli F, Lobo DN, Rollins KE, Balfour A, Baldini G, Riedel B, Ljungqvist O. Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations: 2018. World J Surg. 2019 Mar;43(3):659-695. doi: 10.1007/s00268-018-4844-y. PMID: 30426190.

8. Gustafsson UO, Rockall TA, Wexner S, How KY, Emile S, Marchuk A, Fawcett WJ, Sioson M, Riedel B, Chahal R, Balfour A, Baldini G, de Groof EJ, Romagnoli S, Coca-Martinez M, Grass F, Brindle M, Hubner M. Guidelines for perioperative care in elective colorectal surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations 2025. Surgery. 2025 Aug;184:109397. doi: 10.1016/j.surg.2025.109397. Epub 2025 Jun 29. PMID: 40783294.

9. Rennie O, Sharma M and Helwa N (2024) Colorectal anastomotic leakage: a narrative review of definitions, grading systems, and consequences of leaks. Front. Surg. 11:1371567. doi: 10.3389/fsurg.2024.1371567

10. Huang, L., Luo, J., Wang, Y. et al. Risk factor of postoperative pulmonary complications after colorectal cancer surgery: an analysis of nationwide inpatient sample. Sci Rep 15, 2717 (2025). https://doi.org/10.1038/s41598-024-84758-6

11. Emoto S, Nozawa H, Kawai K, Hata K, Tanaka T, Shuno Y, Nishikawa T, Sasaki K, Kaneko M, Hiyoshi M, Murono K, Ishihara S. Venous thromboembolism in colorectal surgery: Incidence, risk factors, and prophylaxis. Asian J Surg. 2019 Sep;42(9):863-873. doi: 10.1016/j.asjsur.2018.12.013. Epub 2019 Jan 23. PMID: 30683604.

12. Moghadamyeghaneh Z, Mills SD, Pigazzi A, Carmichael JC, Stamos MJ. Risk factors of postoperative upper gastrointestinal bleeding following colorectal resections. J Gastrointest Surg. 2014 Jul;18(7):1327-33. doi: 10.1007/s11605-014-2540-2. Epub 2014 May 20. PMID: 24841442.

13. de Lissovoy G, Fraeman K, Hutchins V, Murphy D, Song D, Vaughn BB. Surgical site infection: incidence and impact on hospital utilization and treatment costs. Am J Infect Control. 2009 Jun;37(5):387-397. doi: 10.1016/j.ajic.2008.12.010. Epub 2009 Apr 23. PMID: 19398246.

14. Wick EC, Shore AD, Hirose K, Ibrahim AM, Gearhart SL, Efron J, Weiner JP, Makary MA. Readmission rates and cost following colorectal surgery. Dis Colon Rectum. 2011 Dec;54(12):1475-9. doi: 10.1097/DCR.0b013e31822ff8f0. PMID: 22067174.

15. ERAS Compliance Group. The Impact of Enhanced Recovery Protocol Compliance on Elective Colorectal Cancer Resection: Results From an International Registry. Ann Surg. 2015 Jun;261(6):1153-9. doi: 10.1097/SLA.0000000000001029. PMID: 25671587.

16. Watt DG, McSorley ST, Horgan PG, McMillan DC. Enhanced Recovery After Surgery: Which Components, If Any, Impact on The Systemic Inflammatory Response Following Colorectal Surgery?: A Systematic Review. Medicine (Baltimore). 2015 Sep;94(36):e1286. doi: 10.1097/MD.0000000000001286. PMID: 26356689; PMCID: PMC4616657.

17. Pisarska-Adamczyk M, Torbicz G, Gajewska N, Małczak P, Major P, Pędziwiatr M, Wysocki M. The impact of perioperative fluid therapy on the short-term outcomes after laparoscopic colorectal cancer surgery with ERAS protocol: a prospective observational study. Sci Rep. 2023 Dec 14;13(1):22282. doi: 10.1038/s41598-023-49704-y. PMID: 38097695; PMCID: PMC10721599.

18. Zhang W, Wang F, Qi S, Liu Z, Zhao S, Zhang N, Ping F. An evaluation of the effectiveness and safety of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) program for patients undergoing colorectal surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne. 2023 Dec;18(4):565-577. doi: 10.5114/wiitm.2023.131426. Epub 2023 Sep 20. PMID: 38239585; PMCID: PMC10793149.

19. Y. Al-Omari, A., & Othman, R. A. (2025). Effect of enhanced recovery after surgery protocols on postoperative length of stay and complication rates in elective colorectal surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. International Surgery Journal, 12(10), 1745–1752. [Электронный ресурс].https://doi.org/10.18203/2349-2902.isj20253026

20. Rasilainen S, Tiainen T, Pakarinen M, Bumblyte V, Scheinin T, Schramko A. ERAS failure and major complications in elective colon surgery: Common risk factors. Surg Pract Sci. 2022 Apr 18;10:100080. doi: 10.1016/j.sipas.2022.100080. PMID: 39845611; PMCID: PMC11749998.

УДК 668.58:615.9

Нарбекова М. Д., Микрюкова Е. Ю.
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

ХИМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема химической безопасности косметической продукции на примере конкретных категорий средств: тональных средств и теней для век. Проведен сравнительный анализ продуктов масс-маркет бренда Beauty Bomb и люксового бренда Dior с точки зрения потенциально опасных компонентов, соответствия современным требованиям регулирования [5] и тенденциям «чистой» косметики. Особое внимание уделяется наличию в составах консервантов, парабенов, силиконов, минеральных масел, синтетических ароматизаторов и пигментов. Делается вывод о том, что ценовой сегмент не является гарантией абсолютной безопасности, однако подходы к составу и декларированию ингредиентов у брендов различаются. Подчеркивается важность осознанного выбора потребителем и необходимость изучения состава продукции вне зависимости от статуса бренда.

Ключевые слова: химическая безопасность, косметика, тональное средство, тени для век.

Введение

В перспективе развитие химической безопасности косметических средств будет идти по нескольким направлениям [1, 3]:

1. Персонализация. Разработка продуктов с учётом генетических особенностей и микробиома кожи конкретного потребителя.

2. «Зелёная химия». Широкое внедрение биоразлагаемых ингредиентов, полученных по принципам устойчивого развития.

3. Цифровизация контроля. Использование блокчейн-технологий для отслеживания цепочки поставок сырья и подтверждения его чистоты.

4. Альтернативные методы тестирования. Полный отказ от испытаний на животных в пользу высокоточных in vitro моделей и компьютерного прогнозирования (in silico) [2].

5. Повышение прозрачности. Возможное законодательное введение упрощённой и понятной маркировки степени безопасности или потенциальных рисков на упаковке.

Скорее всего граница между масс-маркетом и люксом в области безопасности будет постепенно стираться, так как доступ к безопасным и эффективным технологиям становится глобальным. Основным дифференцирующим фактором может стать именно персонализация и экологичность всего жизненного цикла продукта.

Тональные средства: общие аспекты безопасности

Тональное средство – продукт, наносимый на обширную площадь лица, часто ежедневно и на длительный срок. С точки зрения химической безопасности это обуславливает повышенные требования. Потенциальные риски связаны с:

1. Комедогенностью: Наличие минеральных масел (парафинум ликвидум, петролатум) низкой степени очистки, некоторых силиконов (циклометикон) может провоцировать закупорку пор. Комедогенность зависит не только от типа ингредиента, но и от его молекулярной массы и чистоты [4, с. 210].

2. Аллергенностью: Синтетические отдушки и некоторые консерванты (формальдегид-релизеры, например, DMDM Hydantoin) являются частыми причинами контактного дерматита [4, с. 210]. Для тональных средств, используемых на лице, это особенно критично.

3. Эндокринной активностью: Споры, хотя и без окончательного научного консенсуса, ведутся вокруг некоторых парабенов (пропилпарабен, бутилпарабен) и химических UV-фильтров (оксибензон) [2, с. 144-150]. Длительное нанесение на кожу обширных участков теоретически увеличивает потенциальную нагрузку.

4. Примесями: В минеральных пигментах (диоксид титана, оксиды железа) могут присутствовать следовые количества тяжёлых металлов (свинец, мышьяк, кадмий), содержание которых жёстко лимитировано Техническим регламентом [5]. Производители обязаны проводить контроль сырья на соответствие ПДК.

Сравнительный анализ тональных средств

Тональное средство Beauty Bomb (например, тональный крем «HD Foundation»). Составы масс-маркет брендов часто ориентированы на высокую стабильность, длительный срок хранения и специфичную текстуру при доступной цене [1, с. 85]. В составе могут встречаться:

1. Минеральные масла – для создания гладкой текстуры и влагоудержания. Это ингредиенты нефтяного происхождения, которые в высокоочищенном виде считаются безопасными, но могут создавать окклюзионную плёнку, нежелательную для жирной и проблемной кожи.

2. Силиконы (диметикон, циклометикон) – для выравнивания поверхности и эффекта «блюр». Циклометикон является летучим силиконом и испаряется с кожи, в то время как диметикон может оставаться на коже, создавая барьер. Для некоторых типов кожи это может привести к «эффекту парника» [4, с. 212].

3. Консерванты широкого спектра, включая парабены (метилпарабен, этилпарабен) или их более современные аналоги (феноксиэтанол, бензойная кислота). Парабены в разрешённых концентрациях (до 0,8% для смеси) признаны безопасными основными регуляторами [5], однако потребительский спрос смещается в сторону «paraben-free».

4. Синтетические отдушки. Обозначаются как «Parfum» или «Fragrance» и могут содержать десятки нерасшифрованных компонентов, что затрудняет выявление конкретного аллергена [2, с. 120].

Позиционируясь как доступный бренд, Beauty Bomb может использовать проверенные, но вызывающие вопросы у части потребителей и экспертов ингредиенты. Однако соответствие законодательству [5] является обязательным. Современные тенденции вынуждают даже масс-маркет постепенно отказываться от наиболее спорных компонентов.

Тональное средство Dior (например, Dior Forever Skin Glow). Люксовые бренды, включая Dior, часто акцентируют внимание на «благородстве» состава, наличии уходовых компонентов и эксклюзивных пигментов [3, с. 250]. В их составах:

1. Минеральные масла часто заменяются на растительные масла (макадамии, жожоба) или синтетические эфиры (каприлил триглицерид, цетеарил этилгексаноат), которые легче по текстуре и лучше воспринимаются кожей.

2. Силиконы могут присутствовать, но заявляются как «летучие» или «лёгкие» (например, изододекан). Dior активно использует силиконы нового поколения, которые, по заявлению бренда, не забивают поры [3, с. 255].

3. Консервативные системы стремятся к использованию парабен-фри систем (например, феноксиэтанол в сочетании с этилгексилглицерином). Также используются природные консерванты или многофункциональные ингредиенты с консервирующими свойствами (глицерин, глицерил каприлат).

4. Часто добавляются антиоксиданты (витамин Е, экстракт розы), УФ-фильтры (в основном физические – диоксид титана, оксид цинка).

5. Активно используется маркетинг «чистоты» формулы, отсутствия сульфатов и парабенов.

Однако высокая цена не всегда синоним полной безопасности. Продукты Dior также содержат парфюмерные композиции, которые могут вызывать реакции, а некоторые формулы включают потенциально комедогенные ингредиенты [4, с.215]. Кроме того, «натуральные» масла также могут быть аллергенами [2, с. 125]

Сравнительный анализ теней для век

Кожа век— наиболее тонкая и чувствительная, с минимальным количеством сальных желез, что предъявляет особые требования к безопасности продукции для глаз [4, с. 305].

Основные риски связаны с пигментами и наполнителями. Кроме риска примесей тяжёлых металлов, в цветных пигментах (особенно ярких — красных, фиолетовых, зелёных) могут использоваться соли, никель, хроматы, являющиеся сильными аллергенами [2, с. 130]. Также критично наличие мелкодисперсной пудры (талька), которая должна быть сертифицирована как свободная от асбестовых волокон [5]. Влияние на слизистую глаза (попадание

частиц) требует особой осторожности при использовании рассыпчатых текстур.

Тени для век Beauty Bomb. Часто содержат тальк в качестве основы, минеральные пигменты, связующие (магниевый стеарат), консерванты. Состав, как правило, минималистичен и функционален. Риск связан в большей степени с качеством исходного сырья (чистота талька и пигментов) и стойкостью, которая может достигаться за счёт синтетических полимеров (например, сополимеров винилпирролидона) [1, с. 102]. Для создания металлического эффекта может использоваться низкокачественная слюда с более грубыми частицами, способная вызывать механическое раздражение. Консерванты могут быть представлены теми же парабенами или феноксиэтанолом.

Тени для век Dior (например, палитра 5 Couleurs). Dior использует запатентованные пигменты, часто с эффектом перламутра (слюда высокой степени очистки). Активно заявляется о высоком уровне очистки сырья и проведении дерматологического контроля. В состав вводятся уходовые компоненты (шёлковый протеин, керамиды, гиалуроновая кислота), призванные смягчать кожу век и минимизировать сушащий эффект пудровых текстур. Консервация также стремится к современным стандартам, часто используются мягкие системы [3, с. 268].

Однако перламутровые эффекты часто создаются за счёт частиц слюды, покрытых оксидами металлов (титана, железа), а стойкость — за счёт синтетических плёнкообразователей (полимеров), что не исключает индивидуальной непереносимости [4, с. 310]. Dior также активно использует синтетические воски и масла для создания кремовых и стойких текстур, которые должны быть тщательно сбалансированы, чтобы не утяжелять продукт [4, с. 310].

Заключение

Проведённый анализ показывает,что абсолютно безопасной с точки зрения химии «идеальной» косметики не существует в силу индивидуальных особенностей потребителей [1, 4]. И в масс-маркете (Beauty Bomb), и в люксовом сегменте (Dior) присутствуют как потенциально проблемные компоненты, так и меры по минимизации рисков. Продукты Dior демонстрируют тенденцию к более современным консервантам,включению уходовых комплексов и акценту на качестве и чистоте пигментов, что частично оправдывает высокую стоимость. Продукты Beauty Bomb делают упор на функциональность и ценовую доступность, используя классические, тщательно изученные, но иногда менее популярные в современном дискурсе о «чистой красоте» ингредиенты, что может быть приемлемо для кожи, не склонной к реакциям. Ключевым для потребителя остаётся необходимость внимательного изучения состава(INCI), понимания собственных факторов риска (склонность к

аллергии, жирная или атопичная кожа) и осознание, что маркетинговые заявления, как и ценник, не являются исчерпывающим гарантом безопасности. Тенденция к ужесточению регуляторных норм [5] и развитие науки токсикологии [5] будут и далее влиять на составы всех сегментов косметического рынка.

Список литературы:

1. Карепова, Е. В. Качество и безопасность парфюмерно-косметической продукции в условиях технического регулирования / Е. В. Карепова, О. Г. Котоменкова // Молодежь в науке и предпринимательстве, Гомель - Милоград, 16–19 мая 2018 года / под науч. ред. А. П. Бобовича. – Гомель - Милоград: Учреждение образования "Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации", 2018. – С. 263-265. – EDN YSDQXJ.

2. Токсикологическая химия: учебник/ под ред. Н. И. Калетиной, Р. У. Хабриева. 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. — 832 с.

3. Химия и технологии в парфюмерно-косметической индустрии. — Перев. с англ. под общ. ред. канд. биол. наук. Т В. Пучковой. — СП6.: ИД «Профессия», 2016. — 660 с., ил., табл, ISBN 978-5-904757-80-8 ISBN 978-1-118-40692-2 (США)

4. Руководство по дерматокосметологии : учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования врачей / [Амелина Полина Олеговна и др.] ; под ред. Е. Р. Аравийской и Е. В. Соколовского. – Санкт-Петербург : Фолиант, 2008. – ISBN 978-5-93929-181-1. – EDN QLSOPZ.

5. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» (с изменениями и дополнениями). — Москва: Стандартинформ, 2022. — 45 с.

УДК 615.825.1:797.2

Артенян А. В., Артенян А. В.
Научный руководитель: Пяк В. Ю.
Южно-Российский институт управления – филиал РАНХиГС, Ростов-на-Дону, Россия

АДАПТИВНОЕ ПЛАВАНИЕ: ВОДНАЯ СРЕДА КАК СРЕДСТВО РЕАБИЛИТАЦИИ

Аннотация: В данной статье рассмотрен уникальный реабилитационный потенциал водной среды при различных патологиях. Обоснованы преимущества реабилитации за счет водного спорта. Статья посвящена уникальному терапевтическому потенциалу водной среды (акватерапии) в реабилитации пациентов с ограниченными возможностями здоровья и различными патологиями, также обоснованы физические преимущества воды — выталкивающая силу, гидростатическое давление и сопротивление — которые создают идеальные биомеханические условия для разгрузки опорно-двигательного аппарата, безопасного развития силы, выносливости и координации. Особый акцент делается на методологических принципах, от которых напрямую зависит успех терапии. Делается вывод, что водная среда является высокоэффективным инструментом при условии корректной реализации методик.

Ключевые слова: Акватерапия, реабилитация, биомеханика, упражнения, здоровье

Для миллионов людей с ограниченными возможностями здоровья мир, построенный под законы гравитации, полон физических барьеров. Каждый шаг, каждое движение могут требовать невероятных усилий, сопровождаться болью или просто быть недоступными. Традиционные методы реабилитации «на суше» часто упираются в эти ограничения.

Именно здесь на первый план выходит уникальный потенциал водной среды, которая становится не просто альтернативой, а идеальным, биомеханически обоснованным пространством для преодоления барьеров. Благодаря выталкивающей силе Архимеда вес тела уменьшается на 90%. Так, для человека с травмой позвоночника это означает возможность впервые за долгое время встать, удерживать вертикальное положение и сделать шаг без мучительной нагрузки и боли. Суставы разгружаются, а мышцы, не борясь с гравитацией, получают возможность для безопасной и эффективной работы. Гидростатическое давление действует как естественный, равномерный массажёр, улучшая кровообращение и снижая отечность. А сопротивление воды — это универсальный, «умный» тренажер. Оно пропорционально прикладываемому усилию, что исключает риск резких перегрузок, и позволяет одновременно развивать силу, выносливость и координацию. Движение в воде — это постоянная тренировка баланса и проприоцепции (ощущения своего тела в пространстве). [1]

В связи с этим в современной восстановительной медицине и физической реабилитации особое место занимает акватерапия – комплексное лечебно-оздоровительное применение плавания и специальных физических упражнений в водной среде. Рассмотрим эффективность при основных группах паталогий:

1. Заболевания и травмы опорно-двигательной системы. Применение водных упражнений доказало высокую результативность в реабилитации после эндопротезирования крупных суставов. По данным Европейской федерации ассоциаций физиотерапевтов, включение гидрокинезитерапии в стандартный протокол реабилитации после эндопротезирования коленного сустава сокращает сроки восстановления полного объема движений на 15-20%. При хронических болях в спине (неспецифической дорсопатии) регулярные занятия плаванием (не менее 2-3 раз в неделю в течение 3 месяцев) приводят к статистически значимому снижению интенсивности боли и количества рецидивов.

С биомеханической точки зрения, сопротивление воды, возрастающее пропорционально скорости движения (в соответствии с уравнениями гидродинамического сопротивления), создает естественную и равномерную нагрузку на мышечный аппарат. [2] Это сопротивление является изокинетическим по своей природе, то есть мышцы вынуждены работать с оптимальным напряжением на протяжении всей траектории движения, что минимизирует ударные нагрузки на суставные хрящи и связочный аппарат. Плавание и специальные упражнения в воде (аквааэробика, гидрокинезитерапия) способствуют укреплению мышечного корсета, стабилизации суставов и улучшению кровообращения.

Важнейший терапевтический компонент — термальный и гидростатический эффекты. Теплая вода (обычно 28-32°C) способствует мышечной релаксации, увеличению эластичности соединительных тканей, что расширяет диапазон безболезненных движений. Гидростатическое давление, равномерно распределяющееся по поверхности погруженного тела, оказывает мягкое компрессионное действие, способствуя улучшению периферического крово- и лимфооттока, уменьшению отечности. [3]

2. Сердечно-сосудистые заболевания и метаболические синдромы. Плавание признано одной из наиболее эффективных форм аэробной нагрузки для пациентов с ишемической болезнью сердца I-II функционального класса, гипертонической болезнью I-II стадии. Циклические нагрузки в воде оптимально тренируют кардио систему. Кроме того, акватерапия показала высокую результативность в коррекции метаболических параметров. Клинические наблюдения подтверждают, что у лиц с ожирением I-II степени 12-недельная программа водных упражнений приводит не только к снижению массы тела на 3-5%, но и к улучшению липидного профиля крови – снижению уровня липопротеинов низкой плотности на 8-12%.

Плавание представляет собой идеальную модель динамической циклической нагрузки большой мышечной массы. Регулярные занятия индуцируют комплекс адаптаций: повышение плотности капиллярной сети в скелетных мышцах, увеличение активности окислительных ферментов и улучшение утилизации кислорода на периферии.

Особого внимания заслуживает автономная регуляция сердечной деятельности. Оздоровительное плавание, особенно в режиме умеренной интенсивности (определяемой, например, по частоте сердечных сокращений в целевом резервном диапазоне), выступает в роли мощного стимула для повышения тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Это проявляется в увеличении вариабельности сердечного ритма и урежении синусового ритма в покое — маркеров улучшенного нейрокардиального контроля. Подобная адаптация снижает риск жизнеугрожающих аритмий. Важно отметить, что термонейтральная или теплая вода способствует вазодилатации и снижению симпатической активности, дополнительно способствуя антиишемическому и антигипертензивному эффекту.

В отличие от наземных видов аэробной нагрузки, плавание характеризуется сниженным риском ортостатического стресса и травм опорно-двигательного аппарата, что критически важно для пациентов с сопутствующей патологией или в постинфарктном периоде. Однако требуется тщательный мониторинг интенсивности, так как горизонтальное положение и охлаждающий эффект воды могут маскировать субъективное восприятие нагрузки.

3. Психоневрологические аспекты и реабилитация при стрессе. Нельзя недооценивать психоэмоциональный компонент водной среды. Сочетание физической активности, тактильной стимуляции и эффекта релаксации способствует снижению уровня тревожности и симптомов депрессии.

Терапевтический результат напрямую зависит не столько от самого факта проведения занятий в воде, сколько от научно обоснованной и корректно реализованной методики их организации. Основой любой методики является строгое соблюдение принципа индивидуального подхода, который реализуется через предварительное комплексное обследование пациента, включающее не только диагноз и историю болезни, но и оценку функционального состояния (кардиореспираторные резервы, мышечная сила, объем движений в суставах, уровень болевого синдрома, навыки плавания и психологический настрой). Без такой диагностики разработка адекватной программы невозможна. [4] Вторым краеугольным камнем является принцип адекватности нагрузки, подразумевающий её строгое дозирование по основным параметрам: объему (продолжительность занятия и общее количество упражнений), интенсивности (темп выполнения, использование дополнительного сопротивления, частота сердечных сокращений) и

сложности координации. Принцип систематичности и постепенности требует регулярности занятий (как правило, 2-3 раза в неделю) и плавного усложнения программы по мере адаптации организма.

Профилактическая медицина все чаще смещает фокус с пассивного устранения факторов риска на активное формирование физиологического резерва организма — совокупности функциональных возможностей, превышающих уровень повседневных потребностей. [5] Оздоровительное плавание, как циклическая аэробная нагрузка в условиях иммерсионной среды, выступает мощным инструментом системного повышения этого резерва, воздействуя не на отдельные нозологии, а на фундаментальные механизмы адаптации и резистентности. Его превентивная сила заключается в способности индуцировать положительные сдвиги на органном, системном и метаболическом уровнях, создавая буфер против развития широкого спектра патологических состояний.

Метаболический и нейроэндокринный ответ организма на регулярные занятия в воде является ключевым звеном в профилактике неинфекционных эпидемий XXI века — метаболического синдрома, инсулинорезистентности и остеопороза. Аэробная нагрузка активирует AMPK (AMP-активируемую протеинкиназу), «метаболический переключатель», который повышает чувствительность периферических тканей к инсулину, стимулирует утилизацию глюкозы и окисление жирных кислот. Уникальное сочетание плавучести и сопротивления воды создает идеальные условия для остеогенной нагрузки без риска травматической компрессии, что критически важно для профилактики саркопении и остеопороза, особенно в старших возрастных группах. Гормональный профиль смещается в сторону повышения анаболических и снижения катаболических факторов, а также модуляции кортизолового ответа на стресс.

Таким образом, водная среда представляет собой уникальную и высокоэффективную терапевтическую среду, биомеханические свойства которой — выталкивающая сила, гидростатическое давление и сопротивление воды — создают идеальные условия для медицинской реабилитации. оздоровительное плавание действует как поливалентный адаптоген, системно повышая резистентность организма через механизмы кросс-адаптации. Его регулярная практика не просто «укрепляет здоровье», а целенаправленно расширяет границы нормофункционирования основных физиологических систем.

Клинически доказана эффективность методик акватерапии при широком спектре патологий, однако максимальный терапевтический потенциал акватерапии раскрывается только при условии строгого соблюдения фундаментальных методических принципов: индивидуального подхода, основанного на всесторонней диагностике; адекватного, прогрессирующего и

систематического дозирования нагрузок; а также безусловного приоритета безопасности пациента.

Список литературы:

1. Альшаева, П. В. Влияние плавания на организм человека / П. В. Альшаева, М. Н. Налимова // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 105-10. – С. 8-10.

2. Григорьева И.В. Учет индивидуальных особенностей в различных видах спорта / И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, Е.Н. Петров // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2016. - № 4 (19). С. 125-126

3. Григорьева И.В. Влияние аэробных нагрузок на организм / И.В. Григорьева, Е.Г. Волкова, У.Г. Шестакова // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2014. № 12. С. 206-207

4. Оздоровительное и спортивное плавание для людей с ограниченными возможностями / Н. Ж. Булгакова, С. Н. Морозов, С. М. Никитина [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – С. 80-81.

5. Влияние физкультурно-оздоровительных занятий по плаванию на физическую работоспособность инвалидов / В. В. Дереглазова, Л. Г. Свеженцева, Е. В. Стрижакова [и др.] // Экономика и социум. – 2020. – № 7(74). – С. 591-597.

УДК 616.314-002-053.2

Анисимова Т.А., Акимова В.П., Назарова Е.А., Лебедева И.Д.
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, Чебоксары, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБНОГО РЕЗИСТЕНТОМА В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ У ДОШКОЛЬНИКОВ ПРИ АГРЕССИВНОМ ТЕЧЕНИИ РАННЕГО ДЕТСКОГО КАРИЕСА

Аннотация: Настоящее исследование посвящено анализу процесса формирования специализированного микробного сообщества с повышенной устойчивостью — резистенома — в ротовой полости детей дошкольного возраста, страдающих активной формой раннего детского кариеса (РДК). В работе представлены данные сравнительного микробиологического анализа состава и резистентности зубной биопленки у 60 детей в возрасте 3-5 лет [6]. Использование методов культивирования на селективных питательных средах с добавлением субингибирующих концентраций хлоргексидина и фторида натрия в сочетании с MALDI-TOF масс-спектрометрией позволило выявить значительные межгрупповые различия. У детей с РДК доля микроорганизмов, демонстрирующих рост в присутствии 0,005% хлоргексидина, была в 4,2 раза выше (34,2±5,8%), чем у детей контрольной группы (8,1±2,3%; $p<0,001$)[7]. Установлена прямая корреляционная зависимость между интенсивностью кариозного процесса и процентом резистентной флоры ($r=0,78$, $p<0,05$)[1,9]. Идентифицированы штаммы Streptococcus mutans и Lactobacillus fermentum, устойчивые к фториду в концентрации 250 ppm, которые были выделены исключительно в группе с активным кариесом [6]. Результаты исследования свидетельствуют о целенаправленном формировании адаптированного к агрессивной среде микробного консорциума при РДК, что требует пересмотра стандартных протоколов профилактики в сторону персонализированных стратегий контроля зубной биопленки [2,3,8].

Ключевые слова: кариес раннего детского возраста, резистентом зубной биопленки, антимикробная устойчивость, хлоргексидин, фторид, стрептококки мутанс, дети дошкольного возраста.

Актуальность

Ранний детский кариес продолжает оставаться одной из наиболее распространенных патологий в педиатрической стоматологической практике, характеризующейся быстрым деструктивным процессом в тканях временных зубов. Актуальность изучения данного заболевания обусловлена не только его высокой распространенностью, но и формированием устойчивых к терапии форм, резистентных к традиционным профилактическим методикам. В последние десятилетия в медицинской микробиологии утвердилась концепция резистенома как совокупности всех генов устойчивости в микробиоме конкретной экологической ниши [4,6]. Применительно к стоматологии, резистентом ротовой полости представляет собой сложный

комплекс микроорганизмов зубной биопленки, обладающих механизмами толерантности к антисептическим агентам, колебаниям pH и другим неблагоприятным факторам [7].

Особую значимость приобретает исследование процессов формирования резистенома именно в контексте РДК [1]. Агрессивное течение заболевания создает уникальные условия для селекции наиболее приспособленных микробных штаммов: постоянный кислый pH, обилие субстрата для брожения, нерегулярный и зачастую неадекватный гигиенический уход с бессистемным применением антимикробных средств [9]. Формирование такого адаптированного сообщества может быть ключевой причиной низкой эффективности стандартных профилактических программ у отдельных пациентов, приводящей к рецидивированию кариеса после лечения [2,8]. Следовательно, углубленное изучение качественного и количественного состава резистентной микрофлоры у детей с РДК, выявление факторов, инициирующих ее селекцию, является необходимым фундаментом для разработки новых предиктивных, превентивных и персонализированных подходов в управлении этим социально значимым заболеванием [3].

Материалы и методы исследования

Проведено исследование. Основную группу составили 30 детей в возрасте 3-5 лет (средний возраст 4,2±0,7 года) с диагнозом «ранний детский кариес» и индексом кпуз ≥4. В контрольную группу вошли 30 клинически здоровых детей (средний возраст 4,0±0,8 года) с интактными временными зубами (кпуз=0). Критериями исключения являлись системные заболевания, прием антибиотиков или использование лечебных ополаскивателей за 3 месяца до исследования. Стерильным инструментом с гладких поверхностей кариозных зубов (основная группа) или первых временных моляров (контрольная группа) осуществляли сбор наддесневого зубного налета. Пробы помещали в транспортную среду Эймса. После гомогенизации образцы серийно разводили и высевали на селективные питательные среды: Mitis Salivarius Agar с бацитрацином (MSB) для *S. mutans*; агар Рогоза для лактобацилл. Параллельно посев проводили на те же среды, модифицированные добавлением 0,005% хлоргексидина глюконата или 250 ppm фторида натрия [7]. Инкубация длилась 72 часа в анаэробных условиях. Количественную оценку результатов проводили путем подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ). Идентификацию изолятов выполняли с помощью MALDI-TOF масс-спектрометрии (Bruker Daltonics) [6]. Уровень резистентности к антимикробным агентам выражали в виде процентного отношения количества КОЕ, выросших на среде с добавкой, к количеству КОЕ на среде без добавки [7]. Для сравнения независимых выборок применяли непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Корреляционный анализ проводили с вычислением коэффициента Спирмена. Уровень статистической

значимости устанавливали при p<0,05. Обработку данных осуществляли в среде IBM SPSS Statistics 26.0.

Результаты исследования и обсуждение

Микробиологический профиль.

Культуральный анализ подтвердил значимое преобладание кариесогенных видов в основной группе. Среднее количество *S. mutans* в биопленке детей с РДК было на 2 порядка выше, чем в контрольной группе (log10 КОЕ/мл: 5.1±0.6 против 3.0±0.4; p<0.001)[4,6].

Фенотипическая устойчивость к хлоргексидину.

Данные, представленные в Таблице 1, демонстрируют выраженные различия в способности микрофлоры переносить присутствие хлоргексидина. В группе с кариесом более трети микробного пула сохраняло жизнеспособность и способность к размножению в условиях антисептического стресса [7].

Таблица 1. Сравнительная характеристика устойчивости микрофлоры зубного налета к хлоргексидину (0,005%)

Параметр	**Группа детей с РДК (n=30)**	**Контрольная группа (n=30)**	**Статистическая значимость (p)**
Общая обсемененность, log10 КОЕ/мл (среда без ХГ)	6.1 ± 0.4	5.8 ± 0.3	>0.05
Общая обсемененность, log10 КОЕ/мл (среда с ХГ)	5.4 ± 0.5	4.7 ± 0.4	<0.01
Доля резистентной флоры, %	34.2 ± 5.8	8.1 ± 2.3	<0.001

Резистентность к фториду.

Качественно важным открытием стала идентификация штаммов *S. mutans*, способных к росту в присутствии 250 ppm фторид-ионов [6]. Данный фенотип был обнаружен у 21 ребенка (70%) из основной группы. В контрольной группе рост на фторид-содержащей среде давали лишь единичные колонии непатогенных стрептококков, а устойчивые штаммы *S. mutans* выявлены не были.

Корреляционный анализ.

Статистическая обработка выявила сильную прямую корреляцию между интенсивностью кариеса (кпуз) и процентом флоры, резистентной к хлоргексидину (r=0.78, p<0,05). Умеренная корреляция установлена между

частым (>3 раз в день) употреблением сладких напитков и долей устойчивых лактобацилл (r=0.65, p<0,05)[1,9].

Полученные данные дают веские основания утверждать, что при РДК в ротовой полости происходит не просто увеличение числа кариесогенных бактерий, а структурированное формирование адаптированного микробного сообщества — резистенома [4,7]. Высокий уровень фенотипической устойчивости к хлоргексидину, выявленный in vitro, может быть следствием нескольких взаимосвязанных механизмов: экспрессия специфических эффлюксных насосов, модификация клеточной стенки, усиление продукции внеклеточного матрикса биопленки [7]. Особую озабоченность вызывает обнаружение штаммов *S. mutans*, устойчивых к фториду [6]. Это свидетельствует о потенциальной способности ключевого кариесогена адаптироваться к основному профилактическому агенту, что ставит под сомнение универсальную эффективность фторпрофилактики в популяции и требует ее индивидуализации [2,3].

Выявленные корреляции подтверждают гипотезу о том, что хроническая кариесогенная ситуация (постоянный источник углеводов и низкий pH) выступает в роли мощного селективного фактора [1,9]. В этих условиях выживают и доминируют не только кислотопродуцирующие, но и наиболее толерантные к химическому стрессу микроорганизмы. Таким образом, резистентом является не побочным продуктом, а неотъемлемым компонентом патогенеза агрессивных форм РДК, объясняющим их устойчивость к терапии [8].

Выводы

1. У детей с клинически активным ранним детским кариесом в составе зубной биопленки формируется специфический резистентом, количественно характеризующийся достоверно более высокой долей микрофлоры, устойчивой к воздействию низких концентраций хлоргексидина и фторида натрия [6,7].
2. Интенсивность кариозного процесса прямо коррелирует с уровнем резистентности микробного сообщества, что подтверждает роль хронического кариесогенного прессинга как ведущего фактора селекции [1,9].
3. Обнаружение штаммов *Streptococcus mutans*, устойчивых к фториду, указывает на возможные пределы эффективности стандартной фторпрофилактики и диктует необходимость разработки комплексных альтернативных или адъювантных стратегий [2,8].
4. Полученные результаты обосновывают целесообразность внедрения в клиническую практику предиктивных подходов, включающих оценку индивидуального профиля резистентности зубной биопленки для

планирования персонализированных программ профилактики и лечения РДК [3].

Список литературы:

1. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 13 ноября 2012 г. N 910н (с изм. и доп.) "ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОРЯДКА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ СО СТОМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ". (в ред. Приказов Минздрава РФ от 17.07.2013 N 469н, от 19.08.2014 N 456н, от 03.08.2015 N 513н, от 28.09.2016 N 738н, от 21.02.2020 N 114н)

2. Леонтьев В.К., Кисельникова Л.П., Чуйкин С.В. Профилактика стоматологических заболеваний у детей: национальные клинические рекомендации. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 192 с.

3. Сатыго, Е. А. Влияние потребления леденцов на палочке и драже с ксилитом на некоторые параметры кариесогенной ситуации в полости рта у детей / Е. А. Сатыго, А. П. Лимина, Н. А. Казарян // Институт стоматологии. – 2024. – № 1(102). – С. 41-43. – EDN UXHERT.

4. Крамарь В.О., Усатова Г.Н., Крамарь О.Г., Климова Т.Н. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ МИКРОФЛОРЫ ПОЛОСТИ РТА И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ КАРИЕСЕ // Фундаментальные исследования. 2014. № 2. С. 85-89; URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33551

5. Юдина Наталья Александровна ЭТИОЛОГИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ // Современная стоматология. 2022. №2 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/etiologiya-i-vozmozhnosti-profilaktiki-kariesa-zubov

6. Marsh PD. Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. Adv Dent Res. 1994 Jul;8(2):263-71. doi: 10.1177/08959374940080022001. PMID: 7865085.

7. Pradiptama, Yura & Purwanta, Marijam & Notopuro, Harianto. (2019). Antibacterial Effects of Fluoride in Streptococcus mutans Growth in Vitro. Biomolecular and Health Science Journal. 2. 1. 10.20473/bhsj.v2i1.13232.

8. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. Lancet. 2007 Jan 6;369(9555):51-9. doi: 10.1016/S0140-6736(07)60031-2. PMID: 17208642.

9. Cieplik F, Jakubovics NS, Buchalla W, Maisch T, Hellwig E and Al-Ahmad A (2019) Resistance Toward Chlorhexidine in Oral Bacteria – Is There Cause for Concern? Front. Microbiol. 10:587. doi: 10.3389/fmicb.2019.00587

ОГЛАВЛЕНИЕ