МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО–УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО–ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)
Факультет психологии и физической культуры
Кафедра безопасности жизнедеятельности и медико–биологических дисциплин

Ю.Г. Камскова, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ

УЧЕБНО–МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Челябинск
2026

УДК 613.72(021)
ББК 75.0я73
К 18

Рецензенты:

докт. пед. наук, профессор В. И. Сиваков
докт. мед. наук, профессор Е. В. Быков

Камскова Юлиана Германовна

К 18 Медико-биологические технологии как средства восстановления спортсменов : учебно-методическое пособие / Ю.Г. Камскова, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова. – Челябинск: Изд–во ООО «АБРИС». – 2026. – 343 с.

ISBN 978-5-91744-202-0

В учебно-методическом пособии изложены инновационные медико-биологические технологии диагностики и коррекции физического состояния спортсменов в процессе тренировочной деятельности и проведения реабилитационных и оздоровительных процедур на основе системного анализа психофизиологической социальной адаптации лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Изложена реабилитационно-оздоровительная эффективность медико-биологических технологий, используемых в физической культуре и спорте.

Материалы, изложенные в учебно-методическом пособии, расширяют представления о возможности более широкого использования медико-биологических технологий в управлении тренировочным процессом на фоне все возрастающих тренировочных и соревновательных нагрузок.

Учебно–методическое пособие подготовлено при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический институт» № Ш-01-2026/25 от 01.06.2026 г. по теме «Влияние средств физической культуры на профилактику хронического утомления и переутомления студентов» и ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет» № Ш-01-2026/20 от 01.06.2026 г. по теме «Роль средств физической культуры в системе оздоровления студентов».

УДК 613.72(021)
ББК 75.0я73

ISBN 978-5-91744-202-0 © Камскова Ю .Г., Сарайкин Д. А., Павлова В. И, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 5
ВВЕДЕНИЕ 7
1 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ 11
2 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА 26
3 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА 61
4 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ГИДРОТЕРАПИЯ 90
5 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛО-ХОЛОДОВЫЕ ПРОЦЕДУРЫ 122
6 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: УДАРНО-ВОЛНОВАЯ ТЕРАПИЯ 157
7 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕЛ: ЛАЗЕРОФОРЕЗ 190
8 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: МИОФАСЦИАЛЬНЫЙ РЕЛИЗ .. 223

9 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: МАССАЖ, ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ, ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА 254
10 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ХРОМОТЕРАПИЯ 271
11 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: НУТРИЦИОЛОГИЯ 293
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 330

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Медико-биологические технологии в физическом воспитании» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины / модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа.

1.3 Изучение дисциплины «Медико-биологические технологии в физическом воспитании» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин:

– адаптация организма спортсмена к физическим нагрузкам;

– анатомия;

– возрастная анатомия, физиология и гигиена;

– гигиена физического воспитания и спорта;

– здоровый и безопасный образ жизни;

– лечебная физическая культура и массаж;

– медико-биологические основы восстановления спортсменов;

– медико-биологический контроль в физическом воспитании и спорте.

1.4 Дисциплина «Медико-биологические технологии в физическом воспитании» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «Медико-биологические технологии в спорте».

1.5 Цель изучения дисциплины: формирование у студентов целостного представления о медико-биологических технологиях физического воспитания, осуществления контроля за здоровьем занимающихся, адаптации к физическим нагрузкам с целью обоснования рациональных режимов двигательной деятельности, оптимизации всех функций организма.

1.6 Задачи дисциплины:

1) Изучить медико-биологические механизмы адаптации организма в процессе физического воспитания.

2) Изучить средства оптимизации и восстановления физической работоспособности при мышечной деятельности.

3) Изучить основы медико-биологического контроля при физических нагрузках в процессе физического воспитания.

ВВЕДЕНИЕ

Современный спорт и физическая культура характеризуются высокой интенсивностью нагрузок, ростом требований к функциональным возможностям организма и необходимостью максимально эффективного восстановления после тренировочных и соревновательных воздействий. В этих условиях медико-биологические средства восстановления спортсменов становятся неотъемлемой частью системы подготовки, обеспечивая сохранение здоровья, профилактику переутомления и травм, а также ускорение адаптации к физическим нагрузкам.

Актуальность темы обусловлена тем, что в условиях роста спортивных достижений и увеличения объемов тренировочной деятельности традиционные методы восстановления (отдых, питание, сон) часто оказываются недостаточными. Интеграция медико-биологических технологий – от витаминно-минеральной поддержки и нутрициологии до физиотерапевтических методов (гидротерапия, ударно-волновая терапия, лазерофорез, гипербарическая оксигенация) – позволяет существенно повысить эффективность восстановительных процессов, сократить время возвращения к тренировкам после нагрузок и снизить риск развития патологических состояний.

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для студентов факультетов физической культуры, специалистов по физической реабилитации, тренеров, преподавателей и всех, кто занимается организацией и проведением занятий по физической

культуре и спорту. Пособие систематизирует современные представления о медико-биологических средствах восстановления, их механизмах действия, клинических показаниях, практических аспектах применения и ограничениях.

Пособие также затрагивает вопросы безопасности: противопоказания, возможные побочные эффекты, взаимодействие различных методов между собой, этические и правовые аспекты (в частности, применение фармакологических средств и БАД в контексте антидопинговых правил).

Структура пособия включает 11 разделов, каждый из которых посвящен отдельному направлению медико-биологических средств восстановления организма спортсменов:

– раздел 1 рассматривает применение витаминно-минеральных комплексов в системе восстановления спортсменов, их роль в поддержании метаболических процессов, профилактике дефицитных состояний и оптимизации работоспособности;

– раздел 2 посвящен биологически активным веществам (адаптогены, антиоксиданты, аминокислоты, пептиды и др.), их влиянию на физическую работоспособность, утомление и адаптацию к нагрузкам;

– раздел 3 освещает фармакологические средства восстановления, принципы их рационального применения, этические и правовые аспекты, а также вопросы антидопингового контроля;

– раздел 4 описывает гидротерапию как метод восстановления: виды водных процедур, их физиологические механизмы, показания и протоколы применения в спортивной практике;

– раздел 5 рассматривает индивидуальные тепло-холодовые процедуры (криотерапия, термотерапия, контрастные процедуры), их влияние на воспалительные процессы, боль и восстановление после нагрузок;

– раздел 6 посвящен ударно-волновой терапии – современному методу лечения хронических тендинопатий, ускорения регенерации тканей и реабилитации спортсменов после травм;

– раздел 7 описывает лазерофорез как сочетание лазерного воздействия и трансдермальной доставки активных веществ, его применение в спортивной реабилитации и восстановлении;

– раздел 8 рассматривает миофасциальный релиз как метод работы с мягкими тканями, его механизмы, техники выполнения и эффективность в снижении мышечного напряжения и улучшении подвижности;

– раздел 9 объединяет три взаимосвязанных направления: массаж (классический, спортивный, восстановительный), гипербарическую оксигенацию (повышение доставки кислорода к тканям) и гипоксическую тренировку (адаптация к недостатку кислорода), их роль в ускорении восстановления и повышении функциональных резервов;

– раздел 10 посвящен хромотерапии (цветотерапии) – влиянию светового спектра на психофизиологическое состояние, циркадные ритмы и восстановление спортсменов;

– раздел 11 систематизирует основы нутрициологии в спорте: макронутриенты, микронутриенты, режим питания, гидратацию, специализированные продукты и добавки для различных этапов подготовки и восстановления.

В конце каждого раздела представлены контрольные задания, направленные на закрепление теоретических знаний и формирование практических навыков. Задания включают следующие типы:

– составление краткого конспекта по теме раздела;

– заполнение сравнительной таблицы или составление схемы, отражающей ключевые положения материала;

– анализ инструкции к лекарственному препарату, методике, прибору или процедуре;

– решение ситуационной задачи с применением изученного материала;

– кейс-анализ научной статьи по теме раздела.

Мы надеемся, что данное учебно-методическое пособие станет полезным инструментом для формирования у обучающихся системных знаний о медико-биологических средствах восстановления, развития практических навыков их применения и повышения качества подготовки специалистов в области физической культуры и спорта.

1 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

1. Теоретические основы витаминно-минеральных комплексов

Определение и сущность витаминно-минеральных комплексов

Согласно ГОСТ Р 58040–2017, витаминно-минеральный комплекс (ВМК) определяется как гомогенная смесь витаминов и/или минеральных веществ, изготовленная на основе вещества-носителя. В более широком смысле ВМК – это специализированная пищевая продукция, предназначенная для восполнения недостаточного потребления микронутриентов и оптимизации метаболических процессов. Ключевое их предназначение – обеспечить организм необходимыми нутриентами в физиологических, а не терапевтических дозах, то есть в количествах, приближающихся к рекомендуемой суточной потребности.

Классификация ВМК витаминно-минеральных комплексов

Существует несколько подходов к классификации ВМК, закрепленных в нормативных документах:

– по назначению:

– ВМК-премиксы: гомогенные смеси, предназначенные для обогащения пищевой продукции микронутриентами на промышленном этапе;

– ВМК, готовые к употреблению: формы, предназначенные для непосредственного приема населением или добавления в готовые блюда.

– по составу: подразделяются на витаминные, минеральные и витаминно-минеральные;

– по содержанию витаминов выделяют комплексы с низким (от 15% до 50% от РСП), средним и высоким содержанием нутриентов.

Формы выпуска

Готовые к употреблению ВМК выпускаются в самых разнообразных формах:

1. Твердые формы: таблетки (в том числе жевательные, шипучие, для рассасывания), капсулы, драже, пастилки, порошки.
2. Жидкие формы: напитки, сиропы, концентраты для приготовления напитков, гели.

Выбор формы часто зависит от целевой аудитории (например, сиропы удобны для детей) и задачи (шипучие таблетки могут обеспечить более быстрое всасывание).

2. Физиологическая роль и характеристика дефицита микронутриентов

Большинство витаминов участвуют в метаболизме в качестве коферментов, а некоторые являются предшественниками гормонов или антиоксидантами. Их недостаток ведет к нарушению обменных процессов, иммунитета, роста и регенерации тканей.

Таблица 1 – Ключевые функции витаминов и минералов

Микронутриент	Основные функции в организме	Признаки дефицита (кратко)
Витамин A	Зрение, иммунитет, целостность кожи и слизистых, рост и развитие клеток	«Куриная слепота», сухость кожи и слизистых, частые инфекции
Витамин D	Здоровье костей, иммунитет, рост и функция клеток, мышечная функция	Боли в костях и мышцах, частые переломы, снижение иммунитета
Витамин B12	Образование эритроцитов, функция нервов, синтез ДНК, энергообмен	Мегалобластная анемия, неврологические расстройства (онемение, слабость)
Кальций (Ca)	Здоровье костей и зубов, мышечное сокращение, нервная проводимость, свертываемость крови	Остеопороз, мышечные судороги, нарушения сердечного ритма
Железо (Fe)	Транспорт кислорода (гемоглобин), образование эритроцитов, энергообмен	Железодефицитная анемия: слабость, бледность, одышка, ломкость волос
Йод (I)	Синтез тиреоидных гормонов, регулирование обмена веществ, рост и развитие	Эндемический зоб, нарушения работы щитовидной железы, у детей – задержка умственного развития
Селен (Se)	Компонент антиоксидантных ферментов (глутатионпероксидаза), функция щитовидной железы	Мышечная слабость, кардиомиопатия (болезнь Кешана), ослабление иммунитета

Распространенность и группы риска дефицита

Дефицит или субоптимальный статус витаминов и минералов выявлен у широкого круга лиц. Согласно современным данным, группы риска включают:

1. Дети: дефицит витаминов A, D, фолатов, кальция, железа, цинка, йода.
2. Беременные и кормящие: дефицит витаминов D, фолатов, B12, кальция, магния, железа, цинка, йода.
3. Пожилые люди: дефицит витаминов A, D, фолатов, B12, кальция, магния, железа, цинка.
4. Вегетарианцы и веганы: особенно подвержены дефициту витамина B12, D, кальция, железа, цинка и йода.
5. Лица с ожирением: часто имеют множественный дефицит микронутриентов, усугубляющийся после бариатрических операций.
6. Люди среднего возраста (20–50 лет) в ряде стран также демонстрируют недостаточность нескольких микронутриентов.

Кроме того, спортсмены и люди с высокой физической активностью, а также лица, чья работа связана с вредными условиями труда, входят в группу риска и нуждаются в дополнительном приеме микронутриентов.

3. Взаимодействие компонентов: синергизм и антагонизм

Эффективность ВМК зависит не только от набора и дозировки компонентов, но и от того, как они взаимодействуют друг с другом

в организме. В биохимии нутриентов выделяют два ключевых понятия: синергизм и антагонизм.

Синергизм – это явление, при котором совместный прием двух или более веществ значительно (иногда в разы) повышает их усвоение или биологический эффект по сравнению с раздельным приемом. Примеры синергизма:

– витамин D улучшает усвоение кальция и фосфора;

– витамин C значительно увеличивает биодоступность негемового железа (из растений), восстанавливая его из трехвалентной формы в двухвалентную;

– цинк улучшает всасывание витамина A, участвуя в его превращении в активную форму в сетчатке глаза;

– витамин E работает в паре с селеном как мощный антиоксидант, защищая клетки от повреждений;

– магний и витамин B6 (пиридоксин) усиливают абсорбцию и эффективность друг друга, что особенно полезно для нервной системы.

Антагонизм – это подавление действия одного вещества другим при их совместном приеме, что приводит к снижению усвоения или эффективности. Примеры антагонизма:

– кальций и магний конкурируют за одни и те же транспортные системы в кишечнике и почках;

– цинк и медь – антагонисты; высокие дозы цинка могут привести к дефициту меди;

– избыток железа может препятствовать усвоению цинка;

– жирорастворимые витамины (A, D, E, K) конкурируют друг с другом за всасывание; так, избыток витамина E может снижать усвоение витамина K.

При разработке эффективных ВМК эти взаимодействия должны учитываться. Именно поэтому некоторые современные комплексы разделяют прием несовместимых нутриентов на разные таблетки или капсулы с интервалом в 4–6 часов.

4. Биодоступность и эффективность ВМК

Факторы, влияющие на биодоступность

Биодоступность – это доля принятого нутриента, которая не только абсорбируется в кишечнике, но и используется организмом для выполнения физиологических функций. На биодоступность влияет ряд факторов: химическая форма элемента (витамер), используемый носитель, лекарственная форма ВМК, а также состав рациона и индивидуальные особенности ЖКТ.

Органические и неорганические формы

Это один из ключевых аспектов при выборе ВМК. Неорганические соли (карбонаты, сульфаты, оксиды) обычно имеют низкую биодоступность (около 20%), и их всасывание сильно зависит от кислотности желудочного сока.

Органические формы (цитраты, малаты, лактаты) гораздо более предпочтительны. Их биодоступность в 2–3 раза выше, всасывание не зависит от кислотности, и они реже вызывают побочные эффекты со стороны ЖКТ.

Современные технологии повышения биодоступности

1. Хелатные формы. Это соединения минерала с аминокислотой (чаще всего с глицином). Аминокислота «обволакивает» ион минерала и доставляет его прямо в клетку, минуя конкуренцию за транспортеры. Хелаты обладают максимальной биодоступностью и отлично переносятся.

2. Липосомальные формы. Это микроскопические пузырьки из фосфолипидов, которые инкапсулируют нутриент. Липосомы защищают его от разрушения в ЖКТ и доставляют непосредственно в клетки, обеспечивая очень высокую биодоступность.

Критерии эффективности ВМК

Решающими факторами для эффективности ВМК являются композиционный состав, дозы микронутриентов, приближающиеся к 100% от рекомендуемого суточного потребления, использование высокобиодоступных форм, а также длительность приема (обычно не менее 2 месяцев).

5. Биологически активные добавки (БАД): понятие и классификация

Определение и нормативная база в РФ

Согласно Федеральному закону № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», БАД – это природные (или идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов. В России БАД подлежат

государственной регистрации в Роспотребнадзоре, который выдает свидетельство о государственной регистрации (СГР) на основании санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Отличие БАД от лекарственных средств и пищевых добавок

От лекарств: БАД содержат физиологические, а не терапевтические дозы, не проходят обязательные клинические испытания на эффективность (только на безопасность) и позиционируются не для лечения, а для поддержки организма в физиологических пределах.

От пищевых добавок: пищевые добавки (красители, консерванты) используются для придания продуктам определенных технологических свойств, а БАД – для обогащения рациона нутриентами.

Классификация БАД

Согласно методическим указаниям МУК 2.3.2.721–98, БАД делятся на три основные группы:

1. Нутрицевтики: используются для коррекции химического состава пищи, являются дополнительными источниками белка, аминокислот, жиров, углеводов, витаминов, минералов и пищевых волокон.

2. Парафармацевтики: применяются для профилактики, вспомогательной терапии и поддержания функциональной активности органов и систем в физиологических границах.

3. Эубиотики (пробиотики): содержат живые микроорганизмы и/или их метаболиты, оказывающие

нормализующее воздействие на микрофлору пищеварительного тракта.

6. Витаминно-минеральная поддержка различных групп населения

Беременные и кормящие женщины

Это одна из наиболее изученных групп. Прием специализированных ВМК (не просто фолиевой кислоты, а полного комплекса) во время беременности снижает риск таких осложнений, как гестационный диабет, анемия и избыточная прибавка веса. Прием фолатов (400–800 мкг) за месяц до зачатия и в первом триместре достоверно снижает риск дефектов нервной трубки у плода.

Дети и подростки

В периоды активного роста потребность в микронутриентах особенно высока, а рацион не всегда сбалансирован. Существуют специализированные комплексы с учетом возраста для оптимального роста и развития, укрепления иммунитета и профилактики анемии.

Пожилые люди

С возрастом ухудшается всасывание витаминов и минералов, снижается кислотность желудочного сока и меняется обмен веществ. Для них важны комплексы с повышенным содержанием витамина D, кальция для профилактики остеопороза, витаминов группы B и антиоксидантов для поддержки когнитивных функций.

Спортсмены и лица с высокой физической активностью

Интенсивные тренировки истощают запасы микронутриентов, увеличивая потребность в витаминах группы B, антиоксидантах (C, E), железе, магнии и цинке. Специализированные спортивные ВМК способствуют лучшему восстановлению и росту показателей.

Вегетарианцы и веганы

Особого внимания требует витамин B12, который в достаточных количествах содержится только в продуктах животного происхождения. Также в группе риска находятся железо, кальций, цинк, йод и витамин D.

7. Клиническая эффективность: обзор исследований

Клинические исследования демонстрируют положительные эффекты приема ВМК в различных группах:

1. Исследование UNONA: прием полноценного ВМК беременными снижал риск осложнений по сравнению с приемом одной фолиевой кислоты.

2. Когнитивное здоровье: систематический обзор показал, что ежедневный прием мультивитаминов в течение 2–3 лет может замедлить возрастное снижение когнитивных функций и эпизодической памяти у пожилых.

3. Постковидный синдром у детей: двухмесячный курс ВМК продемонстрировал высокую клиническую эффективность и хорошую переносимость в комплексной реабилитации детей после COVID-19.

8. Основы законодательства о БАД в Российской Федерации

1. Устанавливается прямой запрет на распространение информации и дистанционную торговлю БАД, запрещенных к реализации.

2. Роспотребнадзор наделяется правом оперативно блокировать сайты с информацией о запрещенных БАД.

3. Минздрав и Роспотребнадзор должны определить перечень заболеваний, при которых врачи смогут назначать БАД пациентам.

4. Продажа БАД разрешена только через аптечные учреждения, специализированные магазины диетических продуктов и отделы продовольственных магазинов.

9. Практические рекомендации по выбору и применению

1. Перед приемом проконсультируйтесь с врачом, особенно при наличии хронических заболеваний или приеме лекарств.

2. Выбирайте комплексы с доказанной эффективностью, предпочтительно те, чья безопасность подтверждена крупными исследованиями.

3. Обращайте внимание на форму нутриентов: органические, хелатные или липосомальные формы предпочтительнее неорганических солей.

4. Принимайте ВМК длительно, научно обоснованным является курсовой прием, так как после прекращения приема

концентрация нутриентов возвращается к исходному уровню в течение нескольких недель.

5. Соблюдайте совместимость: если вы принимаете несколько монопрепаратов, разделите антагонистические пары (например, кальций и магний, цинк и медь) по времени с интервалом не менее 4 часов.

Таким образом, витаминно-минеральные комплексы и биологически активные добавки являются важным инструментом современной нутрициологии и профилактической медицины. В условиях широкой распространенности субоптимального микронутриентного статуса их грамотное применение способно восполнить дефициты, поддержать физиологические функции организма и повысить качество жизни различных групп населения. Однако, будучи высокоэффективными, ВМК и БАД требуют осознанного подхода. Ключевые аспекты, которые необходимо учитывать при их выборе и применении:

Выбор качественного продукта с учетом индивидуальных потребностей, пола, возраста и уровня физической активности. Оценка биодоступности используемых форм витаминов и минералов, которая напрямую влияет на конечный результат. Соблюдение правил сочетаемости компонентов для достижения максимального синергизма и предотвращения антагонизма.

Контрольные задания по разделу 1

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Классификация витаминов и минеральных веществ, их роль в обеспечении работоспособности и восстановления у занимающихся физической культурой». В конспекте отразите:

– основные группы витаминов (жиро- и водорастворимые) и их функции;

– ключевые макро- и микроэлементы (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Zn, Se и др.);

– связь дефицита микронутриентов со снижением физической работоспособности и повышенным утомлением.

2. **Анализ суточного рациона.** Проведите самоанализ своего суточного рациона за 3 типичных дня (включая один день с физической нагрузкой). Оцените примерное поступление основных витаминов (A, D, E, C, группа B) и минералов (Ca, Fe, Mg, K, Zn). Выявите возможные дефициты или избытки. Сформулируйте 3–5 рекомендаций по коррекции рациона с акцентом на поддержку физической активности (без назначения конкретных препаратов).

3. **Составьте сравнительную таблицу** 3–5 популярных витаминно-минеральных комплексов (ВМК), представленных на рынке (по данным инструкций/официальных сайтов):

– состав (основные витамины и минералы, дозировки);

– рекомендованные группы потребителей (взрослые, спортсмены, пожилые и т.д.);

– показания и ограничения;

– особенности приема (время, длительность, совместимость с пищей).

Сделайте краткий вывод: для каких категорий занимающихся физической культурой каждый из комплексов может быть наиболее релевантен.

4. **Ситуационная задача «Подбор ВМК»**. Даны характеристики трех условных студентов:

– студентка, 19 лет, низкая физическая активность, вегетарианское питание, жалобы на усталость и ломкость ногтей;

– студент, 21 год, регулярно занимается силовыми тренировками 4 раза в неделю, жалуется на мышечные судороги и длительное восстановление;

– студент, 20 лет, готовится к экзаменам, спит 5–6 часов, часто болеет простудными заболеваниями, физическая активность нерегулярная.

Для каждой ситуации:

– предположите возможные дефициты микронутриентов;

– предложите направления коррекции питания;

– обоснуйте, может ли быть целесообразным использование ВМК и каких именно компонентов (без назначения конкретных торговых названий, только группы веществ: железо, витамин D, магний, витамины группы B и т.д.).

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Влияние витаминно-

минеральных комплексов на физическую работоспособность / восстановление у молодых людей / студентов / спортсменов».

Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;
– какие витамины/минералы изучались;
– основные результаты;
– ограничения исследования;
– выводы для практики физической культуры.

2 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: БИОЛОГИЧЕСКИЕ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Биологически активные вещества, используемые для повышения работоспособности и ускорения восстановления в спорте, делятся на две основные группы: растительные адаптогены, которые применяются курсово для повышения неспецифической резистентности организма, и средства экстренной фармакологической коррекции, предназначенные для быстрой мобилизации в условиях острого утомления или для ускорения сверхсрочного восстановления после предельных нагрузок. Все эти вещества имеют сложные молекулярные механизмы действия, и их применение требует учета индивидуальных особенностей спортсмена, вида спорта, периода подготовки и хронофизиологических ритмов.

Среди адаптогенов растительного происхождения центральное место занимает **женьшень (Panax ginseng)**, активными компонентами которого являются тритерпеновые гликозиды – гинзенозиды, среди которых особое значение имеют Rg1, отвечающий за стимуляцию центральной нервной системы и эргогенный эффект, и Rb1, обладающий нейропротективным и умеренно седативным действием. Женьшень реализует свои эффекты через активацию AMP-активируемой протеинкиназы (AMPK), что усиливает окисление жирных кислот и увеличивает захват глюкозы мышечными клетками через транслокацию

GLUT4-транспортеров, а также через ингибирование фосфодиэстеразы-5, что способствует вазодилатации и улучшению кровоснабжения работающих мышц.

Клинические исследования, включая мета-анализы рандомизированных контролируемых испытаний, показывают, что прием стандартизированного экстракта женьшеня в дозе 200–400 мг в сутки в течение 8 недель увеличивает максимальное потребление кислорода (VO2max) в среднем на 4,7% и снижает время восстановления частоты сердечных сокращений после субмаксимальной нагрузки на 12–15%.

В спортивной практике женьшень применяется курсами по 2–3 недели с последующим недельным перерывом для предотвращения привыкания, причем оптимальное время приема – утренние часы (с 7 до 9 утра), что синхронизировано с естественным пиком кортизола и усиливает глюконеогенез. Настойка женьшеня используется в дозировке 15–25 капель за 30–40 минут до тренировки, а таблетированные формы должны содержать не менее 4–7% гинзенозидов. Однако длительное применение женьшеня требует осторожности: у мужчин при приеме более 600 мг в сутки в течение нескольких месяцев возможно эстрогеноподобное действие с риском гинекомастии, а сочетание с варфарином снижает международное нормализованное отношение, повышая риск тромбозов. **Противопоказаниями являются** острые инфекционные заболевания, неконтролируемая артериальная гипертензия и острый инфаркт миокарда.

Элеутерококк колючий (Eleutherococcus senticosus) отличается от женьшеня по химическому составу: его основными действующими веществами являются элеутерозиды B, E и I, относящиеся к лигнанам и фенольным соединениям, а также сезамин и даукостерин. Механизм действия элеутерококка связан с активацией β-адренорецепторов жировой ткани, что усиливает липолиз через гормон-чувствительную липазу и приводит к повышению уровня свободных жирных кислот в покое на 25–30%, что позволяет экономить мышечный гликоген при длительной работе. Кроме того, элеутерококк индуцирует синтез цитохрома P450 (CYP3A4), ускоряя метаболизм эндогенных кортикостероидов, и ингибирует Na^+/K^+-АТФазу в гипоталамусе, что снижает центральное утомление за счет уменьшения энергозатрат нейронов.

Исследования на лыжниках-гонщиках показали, что 4-недельный прием элеутерококка в дозе 10 мл настойки в сутки снижает уровень лактата после нагрузки на 22% и ускоряет выведение креатинфосфокиназы на 30% по сравнению с контролем. Мета-анализы также подтверждают, что элеутерококк наиболее эффективен среди адаптогенов в снижении воспринимаемого напряжения по шкале Борга – на 1,5–2 балла при субмаксимальной нагрузке.

В спорте элеутерококк применяется преимущественно в циклических видах (бег, лыжи, велоспорт) на этапе развития выносливости в дозировке 20–40 капель настойки или 200–400 мг

стандартизированного экстракта два раза в день, причем последний прием не должен быть позднее 15 часов дня во избежание нарушений сна. **Противопоказаниями служат** артериальная гипертензия II–III степени (из-за аддитивного прессорного эффекта), бессонница и аутоиммунные заболевания, поскольку элеутерококк активирует Th1-звено иммунитета.

Левзея сафлоровидная (Rhaponticum carthamoides), известная также как маралий корень, содержит уникальную группу фитоэкдизонов – 20-гидроксиэкдизон (экдистерон), инокостерон, интегристерон А и рапонтистерон, концентрация которых в корнях может достигать 1,2%. Экдистерон действует через связывание с эстрогеновыми рецепторами β-типа (ERβ) с последующей активацией сигнального пути PI3K/Akt/mTOR, что приводит к увеличению экспрессии миогенина и MyoD – ключевых факторов транскрипции, определяющих дифференцировку сателлитных клеток и синтез мышечного белка. Важнейшим преимуществом экдистерона является отсутствие связывания с андрогеновыми рецепторами, благодаря чему он не вызывает супрессии оси гипоталамус-гипофиз-гонады и не приводит к андрогенным побочным эффектам, характерным для анаболических стероидов.

В исследовании с участием тяжелоатлетов 10-недельный прием экдистерона в дозе 200 мг в сутки на фоне белковой диеты (1,6 г белка на килограмм массы тела) обеспечил прирост сухой мышечной массы на 3,2 кг по сравнению с 1,1 кг в группе плацебо, при этом уровни тестостерона и дигидротестостерона остались

неизменными. Левзея также активирует гликогенсинтазу, ускоряя ресинтез гликогена после истощающих нагрузок в 1,5–2 раза, и стимулирует митохондриальный биогенез через коактиватор PGC-1α, увеличивая плотность митохондрий в окислительных мышечных волокнах.

В спортивной практике левзея применяется преимущественно в силовых видах и бодибилдинге курсами от 4 до 8 недель в дозировке, эквивалентной 150–300 мг экдистерона в сутки, обязательно на фоне повышенного белкового питания (2,0–2,5 г белка на килограмм массы тела) и в сочетании с креатином моногидратом для усиления задержки азота. При длительном приеме свыше 12 недель возможно явление десенситизации эстрогеновых β-рецепторов, поэтому обязателен перерыв между курсами. **Противопоказанием являются** эстрогензависимые опухоли в анамнезе (рак молочной железы, рак предстательной железы).

Китайский лимонник (Schisandra chinensis) отличается от других адаптогенов быстротой действия и выраженным сенсорным эффектом. Его плоды содержат 1–2% лигнанов – схизандрина, схизантерина и гомосхизандрина, которые являются бифункциональными модуляторами: с одной стороны, они повышают устойчивость к гипоксии через индукцию и стабилизацию фактора, индуцируемого гипоксией (HIF-1α), с другой – индуцируют синтез глутатион-S-трансферазы и UDP-глюкуронилтрансферазы, ускоряя конъюгацию и выведение

лактата, аммиака и продуктов перекисного окисления липидов. Ключевой механизм центральной стимуляции лимонником связан с ингибированием моноаминоксидазы А (МАО-А) в низких дозах, что приводит к накоплению норадреналина, дофамина и серотонина в синапсах и объясняет быстрое наступление эффекта (через 15–30 минут после приема). Уникальной особенностью лимонника является способность улучшать остроту зрения (особенно ночного) и слуховую чувствительность за счет увеличения амплитуды b-волны на электроретинограмме и улучшения кровоснабжения сосудистой оболочки глаза, что делает его особенно ценным в стрелковом спорте, биатлоне, автоспорте и других видах, требующих высокой сенсомоторной координации.

В спортивной практике лимонник применяется преимущественно как экспресс-средство для кратковременной мобилизации: 20–30 капель настойки или 200–300 мг сухого экстракта однократно за 30–45 минут до старта. Курсовое применение возможно, но не должно превышать 14 дней из-за риска истощения катехоламиновых депо, после чего обязателен перерыв минимум на 2 недели. Лимонник хорошо сочетается с аскорбиновой кислотой (500–1000 мг), которая потенцирует антиоксидантный эффект и улучшает абсорбцию лигнанов. **Противопоказания включают** эпилепсию и судорожную готовность (в связи со снижением порога судорожной активности), гастроэзофагеальный рефлюкс (лимонная кислота и эфирные масла

могут провоцировать изжогу), а также беременность и лактацию из-за стимулирующего влияния на матку.

Заманиха высокая (Echinopanax elatum) занимает особое место среди адаптогенов благодаря доминированию седативного компонента на фоне тонизирующего действия. Основными активными веществами являются эхиноксанозиды (тритерпеновые сапонины), кумарины (скополетин) и флавоноиды (гиперозид). Кумарины заманихи выступают в роли слабых позитивных аллостерических модуляторов ГАМК-А рецепторов, что способствует углублению фазы медленного сна (N3) и улучшению качества восстановления. В отличие от большинства других адаптогенов, заманиха не повышает, а нормализует ночной пик кортизола, что делает ее препаратом выбора для спортсменов с синдромом перетренированности, протекающим по типу симпатикотонии (тахикардия покоя выше 75 ударов в минуту, тревожность, нарушение засыпания).

В спортивной практике заманиха применяется курсами по 2–3 недели в дозировке 30–40 капель настойки два раза в день (утром и в обед), причем эффект развивается постепенно – в первые 3–5 дней возможна парадоксальная сонливость, которая затем сменяется стабилизацией состояния. Заманиха особенно полезна в видах спорта с высоким объемом нагрузок (например, академическая гребля, плавание, велоспорт) в период интенсивных подготовительных микроциклов, когда требуется не столько мобилизация, сколько качественное восстановление между

тренировками. **Противопоказанием является** исходная артериальная гипотензия (давление ниже 100/60 мм рт. ст.), поскольку заманиха может дополнительно снижать давление на 5–10 мм рт. ст., а также брадикардия.

Переходя к средствам экстренной фармакологической коррекции, необходимо отметить, что они применяются в спортивной медицине ограниченно – в экстренных случаях при остром упадке сил, в состоянии перетренированности, при угрозе невыхода на старт, а также для ускорения сверхсрочного восстановления после предельных нагрузок.

Сиднокарб (мезокарб) представляет собой психостимулятор из группы производных симметричного триазина, который действует как обратимый ингибитор дофамин-транспортера и норадреналин-транспортера с константой ингибирования в наномолярном диапазоне. В отличие от амфетамина, сиднокарб не является субстратом для везикулярного транспортера моноаминов (VMAT2), поэтому не вызывает массивного выброса дофамина из везикул и, как следствие, нейротоксичности. Период полувыведения сиднокарба составляет 34–48 часов, что значительно превышает таковой у метилфенидата (3–4 часа).

В спорте сиднокарб используется однократно перед соревнованиями или в исключительных случаях во время многоэтапных соревнований в дозе 5–20 мг. Эффект развивается через 1–2 часа и длится до 12–18 часов: сиднокарб подавляет активность ГАМК-ергических нейронов в вентромедиальном

гипоталамусе, которые отвечают за ограничение работоспособности при гипогликемии и гипертермии, что позволяет спортсмену выполнить объем работы, недоступный в состоянии утомления.

Исследования на велосипедистах показали, что прием 10 мг сиднокарба увеличивает пиковую мощность в 5-секундном спринте на 12% и снижает воспринимаемое напряжение на 2–3 балла при нагрузке на уровне 80% от максимального потребления кислорода. Однако сиднокарб является запрещенным веществом (входит в класс S6 «Стимуляторы» списка Всемирного антидопингового агентства) и разрешен только при наличии терапевтического разрешения для лечения синдрома дефицита внимания с гиперактивностью. **Применение сиднокарба сопряжено с серьезными рисками:** гипертонический криз с угрозой субарахноидального кровоизлияния, желудочковые аритмии (удлинение интервала QT), психотические реакции вплоть до параноидного синдрома при дозах выше 30 мг, а также выраженное поствозбуждающее истощение дофаминергической системы с резким снижением мотивации, апатией и гиперсомнией в течение 24–48 часов после прекращения действия.

Бемитил (2-этилтиобензимидазола гидробромид) относится к классу актопротекторов и антигипоксантов и является одним из наиболее эффективных средств для ускорения восстановления. Его молекулярный механизм включает индукцию синтеза РНК и белков в миокарде, скелетных мышцах и печени,

причем специфически увеличивается экспрессия изофермента лактатдегидрогеназы B (LDH-B), который направляет пируват в аэробное окисление (в отличие от LDH-A, образующего лактат). Бемитил также активирует сукцинатдегидрогеназу – ключевой фермент цикла Кребса и митохондриального дыхательного комплекса II – и стабилизирует митохондриальные мембраны за счет ингибирования перекисного окисления липидов.

В двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании у пловцов 10-дневный прием бемитила в дозе 250 мг в сутки сократил время восстановления частоты сердечных сокращений до 120 ударов в минуту после максимальной нагрузки с 4,2 до 2,5 минут ($p < 0,001$), а уровень креатинфосфокиназы через 24 часа после нагрузки был на 38% ниже в группе бемитила.

У спортсменов игровых видов (футбол, баскетбол) курсовое применение бемитила в дозе 500 мг в сутки в течение 14 дней увеличило количество спринтерских ускорений за матч на 15–20% по данным GPS-трекинга. В спортивной практике бемитил применяется как в режиме ударной терапии (250–500 мг два раза в день в течение 5–7 дней в период наивысших нагрузок), так и в поддерживающем режиме (250 мг в сутки курсом 2–3 недели). В экстренных случаях возможен однократный прием 500 мг за 2–3 часа до соревнования при состоянии острого утомления. **Противопоказания**: бемитил потенцирует действие инсулина, поэтому у спортсменов с низким гликогеновым депо возможна гипогликемия (головокружение, потливость), что требует

дополнительной углеводной загрузки. Диспепсические явления (тошнота, эпигастральная боль) связаны с раздражением слизистой желудка, поэтому препарат следует принимать после еды.

Пирацетам (2-оксо-1-пирролидинацетамид) – классический ноотропный препарат, который в спортивной практике ценен не столько психостимулирующим, сколько реологическим и метаболическим действием. Пирацетам снижает агрегацию эритроцитов и тромбоцитов, увеличивает деформируемость эритроцитов, что улучшает капиллярный кровоток в мышцах на 20–25% по данным лазерной допплеровской флоуметрии. Кроме того, он активирует фосфолипазу А2 с последующим увеличением синтеза арахидоновой кислоты и простагландинов, что улучшает синаптическую пластичность и скорость сенсомоторной реакции. В условиях гипоксии (среднегорье, высокогорье) пирацетам увеличивает утилизацию глюкозы нейронами, предотвращая снижение когнитивных функций.

В спортивной практике пирацетам наиболее востребован в координационных видах спорта – спортивной гимнастике, фигурном катании, стрельбе, автоспорте – где требуется высокая точность движений и быстрота реакции. Дозировка составляет 2,4–4,8 г в сутки (разделенные на 2–3 приема) курсами 3–4 недели, при острых состояниях истощения центральной нервной системы возможно внутривенное струйное введение 20% раствора по 5–10 мл. Пирацетам улучшает время реакции на 10–15% и снижает количество ошибок при выполнении сложнокоординационных

движений. Однако при длительном приеме (более 6 недель) резкое прекращение может вызвать синдром отмены в виде астении и головной боли, а у спортсменов с эпилептоидным типом реагирования возможны психомоторное возбуждение и бессонница. **Противопоказанием служат** нарушения свертываемости крови и тромбоцитопения из-за антиагрегантного действия пирацетама.

Олифер (олифен, эмоксипин) представляет собой 3-оксипиридина сукцинат – препарат с двойным механизмом действия: антиоксидантным и мембраностабилизирующим. Как антиоксидант, олифер ингибирует свободнорадикальное окисление липидов, связывает ионы железа (Fe^{2+}) в реакциях Фентона и повышает активность супероксиддисмутазы и каталазы. Как мембраностабилизатор, он увеличивает микровязкость липидного бислоя, предотвращает активацию фосфолипаз и выход лизосомальных ферментов. Олифер особенно эффективен при восстановлении после эксцентрических нагрузок (негативные фазы упражнений, плиометрика), которые вызывают наибольшее повреждение сарколеммы и миофибрилл.

Клинические исследования показывают, что олифер снижает уровень креатинфосфокиназы в сыворотке крови на 40–50% через 24–48 часов после нагрузки, уменьшает выраженность отсроченной мышечной боли по визуальной аналоговой шкале на 2–3 балла и ускоряет восстановление пиковой силы на 30–35% по сравнению с плацебо.

В спортивной практике олифер применяется в капсулах по 100 мг в дозировке 100–200 мг два-три раза в день курсом 10–14 дней. В экстренных случаях (острая мышечная травма, тяжелый синдром отсроченной мышечной боли) возможно внутримышечное введение 1–3% раствора по 100–200 мг два раза в день в течение 3–5 дней. Олифер хорошо сочетается с витаминами С и Е, образуя с ними антиоксидантную сеть, в которой аскорбиновая кислота регенерирует α-токоферол, а последний, в свою очередь, восстанавливает окисленные формы олифера.

Октавит представляет собой поливитаминный комплекс с высокими дозами витаминов группы В (тиамин, рибофлавин, пиридоксин, цианокобаламин, никотинамид, фолиевая кислота, кальция пантотенат), жирорастворимых витаминов (ретинол, α-токоферол), аскорбиновой кислоты, а также макро- и микроэлементов (калий, магний, железо, медь). Каждый компонент октавита имеет специфическое значение для спортивной работоспособности:

– тиамин (В1) обеспечивает окислительное декарбоксилирование кетокислот, что критически важно для утилизации лактата;

– рибофлавин (В2) входит в состав флавинадениндинуклеотида (ФАД) – кофермента митохондриального дыхательного комплекса II;

– пиридоксин (В6) участвует в трансаминировании аминокислот и синтезе гемоглобина;

– цианокобаламин (B12) необходим для метилирования и эритропоэза;

– фолиевая кислота обеспечивает синтез пуриновых нуклеотидов, необходимых для репликации ДНК в сателлитных клетках;

– никотинамид (PP) входит в состав НАД и НАДФ – ключевых коферментов окислительно-восстановительных реакций;

– пантотеновая кислота (B5) является компонентом кофермента А, необходимого для окисления жирных кислот и работы цикла Кребса;

– калий и магний поддерживают электролитный баланс и предотвращают судороги;

– железо и медь входят в состав гемоглобина, миоглобина и цитохромов дыхательной цепи.

В спортивной практике октавит применяется курсами по 1–2 таблетки два раза в день во время еды, особенно при нагрузках в жарком климате (где гипергидроз приводит к потере водорастворимых витаминов и электролитов), при мальабсорбции, а также во время многодневных соревнований. Максимальная продолжительность непрерывного приема не должна превышать 1 месяц из-за риска гипервитаминоза жирорастворимых витаминов А и Е.

Альфа-токоферола ацетат (витамин Е) является наиболее активной формой витамина Е и действует как липофильный

обрывной антиоксидант: он нейтрализует пероксильные радикалы в клеточных мембранах, превращаясь в α-токофероксильный радикал, который затем регенерируется аскорбиновой кислотой и глутатионом. Токоферол также ингибирует активность фосфолипазы А2 и циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2), уменьшая воспалительный ответ на микротравмы мышц, и увеличивает синтез миозиновой АТФ-азы, улучшая сократительные свойства мышц.

В контролируемом исследовании с участием спортсменов, выполнявших эксцентрические упражнения на квадрицепс, прием токоферола в дозе 600 мг в сутки в течение 2 недель до нагрузки снизил уровень креатинфосфокиназы на 48% и субъективную боль на 55% по сравнению с плацебо.

В спортивной практике дозировки токоферола варьируют в зависимости от периода подготовки: базовая профилактическая доза составляет 100–200 мг в сутки, в период интенсивных нагрузок дозу повышают до 400–600 мг в сутки, а в краткосрочном режиме (до 7 дней) при угрозе окислительного стресса (высокогорье, гипертермия) возможно применение 800–1000 мг в сутки. Натуральная форма (d-α-токоферол) обладает в два раза более высокой биодоступностью по сравнению с синтетической (dl-α-токоферол). У спортсменов-мужчин высокие дозы токоферола (более 400 мг в сутки) могут незначительно (на 5–10%) повышать уровень тестостерона за счет ингибирования 17β-гидроксистероиддегидрогеназы, снижающей конверсию

тестостерона в андростендион. **Противопоказания:** длительное применение высоких доз (более 4–6 недель) не рекомендуется из-за антагонизма с витамином К (риск кровоточивости) и нарушения всасывания витаминов А и D.

Комбинирование описанных веществ требует учета их синергии и возможных антагонизмов. **Для тонизирующего эффекта перед соревнованием** рациональна комбинация женьшеня (20 капель настойки) с лимонником (15 капель) и аскорбиновой кислотой (500 мг), где женьшень обеспечивает пролонгированную активацию AMPK и mTOR, лимонник дает быстрый стартовый эффект через ингибирование MAO-A, а аскорбиновая кислота потенцирует абсорбцию лигнанов и регенерирует токоферол.

В силовой период применяется анаболическая комбинация: левзея (150–200 мг экдистерона в сутки) с элеутерококком (200 мг в сутки), α-токоферолом (400 мг в сутки) и креатином моногидратом (5 г в сутки); при этом левзея обеспечивает анаболическое действие через ERβ и PI3K/Akt/mTOR, элеутерококк улучшает утилизацию креатина и усиливает липолиз, а токоферол стабилизирует мембраны на фоне повышенного синтеза белка.

Для восстановления после истощающих нагрузок оптимальна комбинация заманихи (30–40 капель два раза в день) с бемитилом (250 мг два раза в день), олифером (100 мг два раза в день) и магнием в форме цитрата (400 мг в сутки); заманиха

снижает ночной кортизол и углубляет сон, бемитил ускоряет ресинтез гликогена и индуцирует аэробные ферменты, олифер подавляет перекисное окисление липидов и снижает креатинфосфокиназу, а магний предотвращает судороги и усиливает ГАМК-ергическую передачу.

Для адаптации к гипоксии (среднегорье, высокогорье) используется комбинация элеутерококка (300 мг в сутки) с пирацетамом (2,4 г в сутки), рибоксином (1–2 г в сутки) и янтарной кислотой (300–500 мг в сутки), которую начинают за 10–14 дней до выезда в горы и продолжают весь период акклиматизации.

Хронофармакологический подход к применению адаптогенов основан на циркадных ритмах физиологических процессов:

– жньшень наиболее эффективен при приеме в утренние часы (с 7 до 9 утра), что синхронизировано с пиком кортизола и усиливает глюконеогенез;

– элеутерококк лучше принимать в интервале с 8 до 14 часов, когда β-адренорецепторы жировой ткани наиболее чувствительны к стимуляции;

– левзея максимально проявляет свои анаболические свойства в период с 9 до 16 часов, что соответствует пику экспрессии эстрогеновых β-рецепторов;

– лимонник, напротив, применяется не курсово, а ситуационно – за 30–45 минут до нагрузки независимо от времени суток;

– Заманиха, обладающая седативным компонентом, принимается в первой половине дня (утро и обед), чтобы не нарушить ночной сон, при этом ее кумарины углубляют фазу медленного сна, улучшая восстановительные процессы.

Сравнительная характеристика адаптогенов показывает их различную направленность:

– женьшень оказывает центральное тонизирующее и анаболическое действие с накопительным эффектом, развивающимся через 7–10 дней, оптимален для силовых и игровых видов спорта, но может ухудшать сон при вечернем приеме и противопоказан при гипертонии и острых инфекциях;

– элеутерококк действует быстрее (2–3 дня), преимущественно влияет на углеводный и липидный обмен, наиболее эффективен в циклических видах на выносливость, повышает артериальное давление и противопоказан при гипертонии II–III степени;

– левзея развивает анаболический эффект через 10–14 дней, не влияет на сон и давление, показана в силовых видах и бодибилдинге, но противопоказана при эстрогензависимых опухолях;

– лимонник действует практически мгновенно (15–30 минут), оказывает быстрое центральное стимулирующее действие, повышает артериальное давление, противопоказан при эпилепсии и гастроэзофагеальном рефлюксе.

– заманиха занимает особое положение: ее эффект развивается через 5–7 дней, она не повышает, а нормализует кортизол, улучшает сон, снижает давление и показана в видах спорта с высоким объемом нагрузок, особенно при синдроме перетренированности с симпатикотонией; противопоказана при гипотонии и брадикардии.

Следует подчеркнуть, что применение всех описанных биологически активных веществ в спорте должно осуществляться под контролем врача спортивной медицины с учетом индивидуальных особенностей спортсмена, вида спорта, этапа подготовки (базовый, предсоревновательный, соревновательный, восстановительный), а также результатов лабораторного контроля (уровень кортизола, тестостерона, креатинфосфокиназы, лактата, показатели перекисного окисления липидов). Особого внимания требует соблюдение антидопинговых правил: сиднокарб и другие психостимуляторы категорически запрещены в соревновательный период без терапевтического разрешения, в то время как адаптогены, бемитил, пирацетам, олифер, витаминные комплексы разрешены при условии их использования в терапевтических дозировках и с соблюдением периодов выведения.

Продолжая анализ биологически активных веществ, используемых в спортивной медицине, **необходимо детально остановиться на рисках**, связанных с их применением, а также на принципах клинического и лабораторного мониторинга, которые позволяют минимизировать нежелательные явления и повысить

эффективность фармакологической поддержки. Кроме того, важно систематизировать рекомендации по применению этих веществ в зависимости от вида спорта и периода подготовки, поскольку универсальных схем не существует, и любые назначения должны быть строго индивидуализированы.

Одним из наиболее серьезных рисков при длительном или неправильном применении адаптогенов является **феномен «истощения» симпато-адреналовой системы**. Этот механизм связан с тем, что адаптогены, особенно женьшень и элеутерококк, стимулируют синтез и высвобождение катехоламинов (адреналина и норадреналина) из мозгового слоя надпочечников, а также повышают чувствительность адренорецепторов. При непрерывном приеме без перерывов (более 4–6 недель) происходит постепенное истощение депо катехоламинов, снижение плотности β-адренорецепторов на мембранах клеток-мишеней и развитие состояния, клинически напоминающего надпочечниковую недостаточность: спортсмен жалуется на выраженную астению, снижение мотивации к тренировкам, утреннюю гипотонию, брадикардию, ухудшение переносимости привычных нагрузок, при этом уровень кортизола в крови может оставаться в пределах нормы или даже быть сниженным. Именно поэтому все адаптогены должны применяться исключительно курсами с обязательными перерывами: классическая схема предполагает 2–3 недели приема, затем 1–2 недели перерыва, либо циклирование по схеме 5 дней приема, 2 дня перерыва в течение 3–4 недель с последующим более

длительным (2–4 недели) периодом полной отмены. Особенно важно соблюдать это правило при использовании комбинаций нескольких адаптогенов, поскольку их действие суммируется и риск истощения возрастает пропорционально.

Другим значимым риском является н**арушение сна и циркадных ритмов,** особенно при приеме адаптогенов во второй половине дня. Женьшень, элеутерококк и лимонник обладают выраженной активирующей активностью и при приеме после 16 часов могут вызывать инсомнию (затруднение засыпания, поверхностный сон с частыми пробуждениями, сокращение фазы медленного сна), что не только ухудшает восстановление, но и приводит к накоплению утомления, снижению иммунитета и повышению риска травматизма. В то же время заманиха, обладающая седативным компонентом, при приеме в вечернее время может, напротив, способствовать углублению сна, однако ее тонизирующий эффект все же требует ограничения приема первой половиной дня. Хронофизиологический подход предполагает, что все стимулирующие адаптогены принимаются исключительно в первой половине дня, а любые комбинации, включающие лимонник, должны быть завершены не позднее чем за 4–5 часов до предполагаемого отхода ко сну.

Кардиоваскулярные риски занимают особое место в безопасности применения этих веществ. Женьшень, элеутерококк и лимонник могут повышать артериальное давление: систолическое давление повышается в среднем на 5–15 мм рт. ст.,

диастолическое – на 3–8 мм рт. ст., что обусловлено как прямым сосудосуживающим действием катехоламинов, так и ингибированием фосфодиэстеразы с увеличением внутриклеточного цАМФ в гладкомышечных клетках сосудов. У спортсменов с исходной нормотензией это повышение, как правило, не выходит за пределы физиологической нормы и не требует коррекции, однако при наличии лабильной артериальной гипертензии, пограничных значений давления (систолическое давление 130–139 мм рт. ст., диастолическое 85–89 мм рт. ст.) или семейного анамнеза гипертонической болезни применение этих адаптогенов может спровоцировать стойкое повышение давления. Особую опасность представляет сочетание адаптогенов с экстренными стимуляторами, такими как сиднокарб, или с высокими дозами кофеина (более 300 мг за один прием), поскольку аддитивный эффект на симпатическую нервную систему может привести к гипертоническому кризу, тахиаритмиям, вплоть до фибрилляции желудочков у предрасположенных лиц. Перед назначением любых стимулирующих адаптогенов или тем более сиднокарба обязательным является контроль артериального давления в покое, проведение суточного мониторирования ЭКГ для исключения нарушений ритма и оценка интервала QT, удлинение которого (более 450 мс у мужчин и 470 мс у женщин) является противопоказанием к применению препаратов, влияющих на проводимость сердца.

Гепатотоксичность и взаимодействие с ферментами печени представляют еще один аспект безопасности, особенно актуальный при длительном курсовом применении и при использовании спиртовых настоек адаптогенов. Женьшень, элеутерококк и левзея в стандартных дозировках не оказывают прямого гепатотоксического действия, однако они индуцируют изоферменты цитохрома Р450, в частности CYP3A4 и CYP2D6, что может ускорять метаболизм одновременно принимаемых лекарственных средств – гормональных контрацептивов, антидепрессантов, антиаритмиков, статинов. Это может приводить к снижению эффективности этих препаратов, что особенно важно учитывать у спортсменов, имеющих сопутствующие заболевания и принимающих постоянную медикаментозную терапию. Спиртовые настойки адаптогенов, применяемые в дозах 20–40 капель 2–3 раза в день, содержат значительное количество этанола (до 3–5 мл в сутки), что при длительном приеме (более 4–6 недель) может оказывать дополнительную нагрузку на печень и усугублять дегидратацию, особенно в жарком климате или при интенсивных нагрузках, сопровождающихся гипергидрозом. Поэтому в спортивной практике предпочтение следует отдавать сухим стандартизированным экстрактам в капсулах или таблетках, которые позволяют точно дозировать активные вещества и исключают поступление этанола.

Особого внимания требует **вопрос антидопингового контроля**. Сиднокарб, как уже было отмечено, входит в

запрещенный список WADA в классе S6 (стимуляторы) и запрещен как в соревновательный, так и во внесоревновательный период. Его применение без терапевтического разрешения (TUE) влечет за собой дисквалификацию на срок до 4 лет. Однако важно знать, что и многие адаптогены, несмотря на их природное происхождение, могут содержать запрещенные вещества или давать ложноположительные результаты допинг-контроля. Например, экстракты женьшеня и элеутерококка могут быть загрязнены синтетическими стимуляторами, если производство не соответствует стандартам GMP (Good Manufacturing Practice). Кроме того, экдистерон (действующее вещество левзеи) долгое время находился в серой зоне, однако с 2020 года WADA включило экдистерон и другие фитоэкдизоны в программу мониторинга, и хотя они пока не запрещены, существует высокая вероятность их включения в запрещенный список в ближайшие годы, учитывая их анаболическую активность. Поэтому при работе с профессиональными спортсменами, участвующими в соревнованиях под эгидой WADA, необходимо использовать только сертифицированные продукты с подтвержденным отсутствием запрещенных примесей (маркировка «Informed-Sport» или «NSF Certified for Sport») и тщательно документировать все назначения в медицинской карте спортсмена.

Лабораторный мониторинг эффективности и безопасности применения биологически активных веществ в спорте должен включать несколько ключевых показателей. Для

оценки метаболического ответа на адаптогены и актопротекторы рекомендуется контролировать уровень лактата в крови до и после стандартизированной нагрузки (например, тест на велоэргометре с субмаксимальной мощностью) – снижение лактата на 15–25% через 2–3 недели курса свидетельствует о положительной динамике. Креатинфосфокиназа (КФК) является маркером повреждения мышечных волокон; ее уровень, определяемый через 24–48 часов после интенсивной тренировки, при эффективном восстановлении (с применением бемитила, олифера, токоферола) должен быть на 30–50% ниже по сравнению с исходным уровнем или с контрольной группой. Уровень кортизола и тестостерона, а также их соотношение (тестостерон/кортизол) являются интегральными показателями анаболического/катаболического баланса. При синдроме перетренированности соотношение тестостерон/кортизол снижается ниже 0,35 (в норме у спортсменов 0,4–0,8), и применение адаптогенов (особенно заманихи и левзеи) в сочетании с бемитилом и витаминно-минеральными комплексами способствует его нормализации в течение 2–4 недель. Контроль уровня глюкозы и инсулина натощак необходим при применении бемитила, который может усиливать действие инсулина и вызывать гипогликемию, особенно у спортсменов с низким гликогеновым депо или при соблюдении низкоуглеводной диеты. Наконец, оценка перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид, диеновые конъюгаты) и активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза) позволяет

оценить эффективность антиоксидантной терапии (олифер, токоферол, аскорбиновая кислота) и своевременно скорректировать дозировки.

Переходя к практическим рекомендациям по применению описанных веществ в различных видах спорта, следует подчеркнуть, что выбор конкретных препаратов, их дозировки и схемы комбинирования определяются прежде всего энергетическим профилем нагрузки и характером адаптационных процессов, преобладающих в данном виде спорта.

В циклических видах спорта на выносливость (бег на длинные дистанции, лыжные гонки, велоспорт, плавание на длинные дистанции, триатлон), где доминирует аэробное энергообеспечение, а ключевыми факторами, лимитирующими работоспособность, являются мощность митохондриальной системы, утилизация жирных кислот и способность к длительному поддержанию гомеостаза, основное место занимают элеутерококк (как активатор липолиза и экономии гликогена), бемитил (как индуктор аэробных ферментов и ускоритель ресинтеза гликогена), а также витаминно-минеральные комплексы (октавит) для восполнения потерь электролитов и водорастворимых витаминов**.** В подготовительном периоде у спортсменов-цикликов целесообразно курсовое применение элеутерококка в дозе 200–400 мг в сутки в течение 3–4 недель с последующим переходом на поддерживающие дозы (100–200 мг) в соревновательном периоде. Бемитил применяется в ударных микроциклах, когда объем

нагрузок достигает 80–100% от максимального, по 250–500 мг в сутки в течение 5–7 дней, причем его применение должно сопровождаться повышенной углеводной загрузкой (8–10 г углеводов на килограмм массы тела в сутки) для предотвращения гипогликемии и обеспечения субстратом для усиленного гликогеногенеза.

В скоростно-силовых видах спорта (спринтерский бег, прыжки, метания, тяжелая атлетика, бодибилдинг), где преобладают анаэробные механизмы энергообеспечения (фосфагенная и гликолитическая системы), а ключевыми задачами являются увеличение мышечной массы, силы и взрывной мощности, а также ускорение восстановления после эксцентрических нагрузок, основное значение приобретают левзея (экдистерон) как мягкое анаболическое средство, женьшень как стимулятор центральной нервной системы и адаптоген с эргогенным эффектом, а также олифер и токоферол для защиты сарколеммы от повреждений и ускорения восстановления после эксцентрических нагрузок. В силовой период (базовый мезоцикл) рекомендуется 6–8-недельный курс левзеи в дозе, эквивалентной 150–300 мг экдистерона в сутки, в сочетании с креатином моногидратом (5 г в сутки) и высокобелковой диетой (2,0–2,5 г белка на килограмм массы тела). В соревновательный период, когда требуется сохранение силы при снижении объема тренировок, может быть использован женьшень в дозировке 200–400 мг в сутки короткими курсами (5–7 дней перед

соревнованиями) для поддержания высокой работоспособности без избыточной стимуляции, нарушающей сон. При наличии выраженной отсроченной мышечной боли (DOMS) после эксцентрических нагрузок (негативные фазы в тяжелой атлетике, плиометрика) показано применение олифера по 100–200 мг два раза в день в течение 5–7 дней, а также высокие дозы токоферола (400–600 мг в сутки) в комбинации с аскорбиновой кислотой (1000 мг в сутки) для потенцирования антиоксидантной защиты.

В игровых видах спорта (футбол, баскетбол, хоккей, волейбол, теннис), характеризующихся интервальным характером нагрузки (чередование аэробной работы, спринтов, ускорений, прыжков, силовых единоборств), а также высокими требованиями к координации, скорости реакции и способности к многократным повторным усилиям, оптимальной стратегией является комбинирование адаптогенов с ноотропными препаратами и актопротекторами. В подготовительном периоде, когда объем нагрузок максимален, эффективно применение элеутерококка (200–400 мг в сутки) для повышения общей выносливости и экономизации углеводного обмена, а также заманихи (30–40 капель настойки два раза в день) для улучшения качества восстановления и профилактики перетренированности, особенно у спортсменов с высоким уровнем тревожности и нарушением сна. В предсоревновательный и соревновательный периоды, когда на первый план выходят скорость реакции, точность передач, принятие решений в условиях дефицита времени, показано

применение лимонника (20–30 капель настойки или 200–300 мг сухого экстракта за 30–45 минут до игры) для кратковременной мобилизации и улучшения сенсомоторных реакций, а также пирацетама (2,4 г в сутки курсом 3–4 недели) для улучшения микроциркуляции и когнитивных функций. При плотном соревновательном графике (например, 2–3 игры в неделю) целесообразно использование бемитила по 250 мг в сутки в дни между играми для ускорения восстановления гликогеновых депо и снижения уровня креатинфосфокиназы.

В сложнокоординационных видах спорта (спортивная и художественная гимнастика, фигурное катание, прыжки в воду, стрельба, пулевая стрельба, автоспорт, фехтование), где успех определяется точностью движений, способностью к быстрому переключению внимания, эмоциональной стабильностью и устойчивостью к стрессу, особое значение приобретают ноотропы (пирацетам) и адаптогены с седативным компонентом (заманиха), а также средства, улучшающие микроциркуляцию и остроту сенсорных систем (лимонник, пирацетам). В этих видах спорта недопустимо применение высоких доз психостимуляторов (сиднокарб, кофеин в дозах выше 300 мг), поскольку они могут нарушать тонкую координацию, вызывать тремор и ухудшать точность движений. Вместо этого рекомендуется курсовое применение пирацетама (2,4–4,8 г в сутки) в течение 3–4 недель в период освоения новых сложных элементов или перед ответственными соревнованиями, а также лимонника в

низких дозах (10–15 капель настойки) за 30–40 минут до выступления для незначительного повышения сенсорной чувствительности без гиперстимуляции. Заманиха (30–40 капель настойки два раза в день) может применяться в течение всего соревновательного периода у спортсменов, склонных к тревожности, нарушению засыпания и эмоциональной лабильности, поскольку она не только способствует восстановлению, но и снижает уровень ситуативной тревожности без седативного эффекта, нарушающего координацию.

В единоборствах (бокс, борьба, дзюдо, самбо, карате, смешанные единоборства), где сочетаются высокая интенсивность, взрывные усилия, анаэробная мощность и необходимость сохранения ясности мышления в условиях физического контакта и дефицита времени, применяются комбинации адаптогенов с актопротекторами и ноотропами. Особенностью единоборств является необходимость строгого контроля массы тела и частые процедуры сгонки веса, что приводит к обезвоживанию, истощению гликогеновых депо и повышенному риску метаболических нарушений. В этих условиях адаптогены (женьшень, левзея) должны применяться с осторожностью, поскольку они могут усиливать диурез и усугублять дегидратацию. Наиболее физиологичным является использование элеутерококка в период набора функциональной формы (за 4–6 недель до соревнований) для повышения общей выносливости и адаптации к нагрузкам, а в период непосредственной подготовки к схваткам –

лимонника (15–20 капель за 30–40 минут до выхода) для быстрой мобилизации и повышения агрессивности без нарушения координации. Бемитил (250 мг в сутки) эффективен в дни интенсивных спаррингов и в период восстановления после сгонки веса для ускоренного восполнения гликогена. Пирацетам (1,2–2,4 г в сутки) может применяться курсами по 2–3 недели для улучшения тактического мышления и скорости реакции в условиях высокого эмоционального напряжения.

Таким образом, необходимо подчеркнуть, что биологически активные вещества, будь то природные адаптогены или синтетические актопротекторы и ноотропы, являются мощными инструментами повышения работоспособности и ускорения восстановления в спорте, но их применение требует глубоких знаний фармакодинамики, фармакокинетики, хронофизиологии, а также строгого соблюдения антидопинговых правил и принципов безопасности. Недопустимо бесконтрольное использование этих средств, особенно их комбинаций, без учета индивидуальных особенностей спортсмена (тип вегетативной регуляции, исходный уровень артериального давления, состояние печени и почек, психоэмоциональный статус), а также без регулярного лабораторного контроля. Эффективность фармакологической поддержки максимальна только тогда, когда она интегрирована в комплексную систему подготовки спортсмена, включающую рациональное питание, адекватный питьевой режим, полноценный сон, психологическую подготовку и грамотно построенный

тренировочный процесс. Любое назначение должно осуществляться врачом спортивной медицины, имеющим опыт работы с конкретным видом спорта и понимающим специфику нагрузок, а сам спортсмен должен быть информирован о целях применения, возможных побочных эффектах и ограничениях. Только при соблюдении этих условий использование биологически активных веществ приносит ожидаемый эргогенный и восстановительный эффект без ущерба для здоровья и без нарушения антидопинговых правил.

Контрольные задания по разделу 2

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Классификация биологически активных веществ (БАВ), используемых в физической культуре и спорте». Отразите:

– основные группы БАВ (аминокислоты и их производные, пептиды, антиоксиданты, адаптогены, метаболиты и др.);

– механизмы влияния на работоспособность, восстановление и адаптацию;

– различия между БАВ, лекарственными средствами и допинговыми веществами.

2. **Подготовьте сравнительную таблицу БАВ**. Выберите 5–6 наиболее распространенных биологически активных веществ, применяемых в практике физической культуры (например:

креатин, L-карнитин, таурин, витаминноподобные вещества, омега-3, коэнзим Q10). Составьте сравнительную таблицу:

– основная функция в организме;

– предполагаемые эффекты при физической нагрузке;

– типичные формы приема (порошок, капсулы, жидкость);

– основные группы потребителей (начинающие, регулярно тренирующиеся, лица с повышенными нагрузками);

– известные ограничения и предосторожности.

3. **Ситуационные задачи «Подбор БАВ»**. Даны характеристики трех условных занимающихся:

– студент, 19 лет, начинает регулярно заниматься фитнесом 3 раза в неделю, быстро утомляется, жалуется на мышечную боль после тренировок;

– студентка, 21 год, занимается аэробикой и бегом, готовится к соревнованиям, отмечает длительное восстановление и частые простуды в период интенсивных тренировок;

– взрослый занимающийся, 35 лет, офисная работа, низкая исходная выносливость, цель – улучшить общее самочувствие и переносимость умеренных нагрузок.

Для каждой ситуации:

– предположите, какие группы БАВ могут быть теоретически релевантны (например, аминокислоты, антиоксиданты, адаптогены и т.д.);

– обоснуйте возможный механизм их действия;

– укажите, какие вопросы необходимо обсудить со специалистом перед применением (противопоказания, взаимодействие с другими средствами, длительность приема).

4. **Анализ инструкции к БАД.** Возьмите 2–3 инструкции к биологически активным добавкам (БАД), содержащим биологически активные вещества (по реальным упаковкам или официальным сайтам). Для каждой:

– выпишите действующие вещества и их дозировки;

– укажите заявленные производителем эффекты;

– отметьте рекомендации по применению и ограничения;

– оцените, насколько информация соответствует научным данным (по материалам учебника/лекций/научных статей).

Сделайте краткий вывод о качестве и достоверности представленной информации.

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Влияние биологически активных веществ на физическую работоспособность, восстановление или адаптацию у занимающихся физической культурой / спортом».

Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие БАВ изучались и в каких дозировках;

– основные результаты (работоспособность, маркеры утомления, восстановления и др.);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой.

3 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Современная медицина располагает двумя большими группами средств, способных целенаправленно изменять функции организма человека. Первая группа – это фармакологические, или лекарственные, средства, которые создаются для лечения, профилактики и диагностики заболеваний. Вторая группа – нутрициологические средства, к которым относятся биологически активные вещества природного происхождения, используемые для коррекции рациона, восполнения дефицитов и поддержания здоровья.

Долгое время считалось, что между лекарствами и пищевыми веществами существует четкая граница: первые обладают сильным, часто быстрым действием и применяются при болезнях, вторые служат лишь источником энергии и пластического материала. Однако за последние десятилетия эта граница существенно размылась. Многие нутриенты в определенных дозах проявляют отчетливые фармакологические эффекты. Например, Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты снижают уровень триглицеридов, ниацин (витамин B3) в высоких дозах уменьшает концентрацию липопротеинов низкой плотности, а витамин D модулирует работу иммунной системы. С другой стороны, некоторые лекарственные препараты по своей химической природе

являются витаминами или минералами – например, препараты железа, кальция или фолиевой кислоты.

Определение и классификация фармакологических средств

Фармакологическое средство, или лекарственный препарат, представляет собой вещество или комбинацию веществ, которые вступают в контакт с организмом человека, проходят полный цикл доклинических и клинических испытаний и разрешены уполномоченным государственным органом для применения с целью лечения, профилактики, диагностики заболеваний, а также для изменения функционального состояния организма.

По происхождению фармакологические средства делятся на несколько больших групп. Синтетические препараты создаются путем химического синтеза и составляют основу современной фармакотерапии. К ним относятся большинство антибиотиков, нестероидных противовоспалительных средств, статинов, антигипертензивных и противоопухолевых препаратов. Полусинтетические препараты получают путем химической модификации природных молекул, что позволяет улучшить их фармакокинетические свойства или снизить токсичность. Биологические препараты представляют собой сравнительно новую и быстрорастущую группу, включающую моноклональные антитела, рекомбинантные белки, вакцины и генно-инженерные препараты. Наконец, природные лекарственные средства выделяют из растительного или животного сырья; к ним относятся алкалоиды, сердечные гликозиды и некоторые антибиотики.

По фармакотерапевтическому действию лекарственные средства классифицируются на десятки групп. Согласно анатомо-терапевтическо-химической классификации, все лекарства разделены на уровни по поражаемому органу или системе, а также по химическому строению и механизму действия. Такая систематизация позволяет стандартизировать назначение и замену препаратов в разных странах.

Основные группы фармакологических препаратов и их механизмы действия

Для последующего сравнения с нутрициологическими средствами необходимо рассмотреть ключевые группы лекарственных препаратов, наиболее часто применяемых в клинической практике.

Антибактериальные препараты, или антибиотики, действуют путем избирательного подавления жизненно важных процессов в бактериальных клетках. Пенициллины и цефалоспорины ингибируют синтез клеточной стенки, связываясь с ферментами транспептидазами. Макролиды и тетрациклины блокируют бактериальные рибосомы, нарушая синтез белка. Фторхинолоны подавляют бактериальные ДНК-гиразу и топоизомеразу, что приводит к необратимым повреждениям ДНК. Важно, что антибиотики практически не влияют на клетки человека, поскольку у них отсутствуют соответствующие мишени или эти мишени имеют иное строение.

Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) обладают тройным действием: противовоспалительным, жаропонижающим и обезболивающим. Основной механизм их действия связан с ингибированием ферментов циклооксигеназы первого и второго типов. Блокируя эти ферменты, НПВС снижают синтез простагландинов – медиаторов воспаления, боли и лихорадки. Однако ингибирование циклооксигеназы первого типа в здоровых тканях приводит к таким побочным эффектам, как повреждение слизистой оболочки желудка и нарушение функции почек.

Гиполипидемические средства, прежде всего статины, изменили подходы к лечению атеросклероза. Статины конкурентно ингибируют фермент гидроксиметилглутарил-кофермент А редуктазу, который является ключевым в синтезе холестерина. В результате снижается внутриклеточный синтез холестерина, а клетки печени увеличивают количество рецепторов к липопротеинам низкой плотности на своей поверхности, что ведет к усиленному захвату и разрушению атерогенных липопротеидов из крови. Клинический эффект – снижение уровня холестерина липопротеинов низкой плотности на тридцать-пятьдесят процентов и уменьшение риска сердечно-сосудистых событий.

Антигипертензивные препараты действуют на различные звенья регуляции артериального давления. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента блокируют образование мощного сосудосуживающего пептида ангиотензина II, что

приводит к расширению артерий и снижению давления. Блокаторы рецепторов ангиотензина II действуют на конечном этапе той же системы, предотвращая связывание ангиотензина II с его рецепторами. Бета-адреноблокаторы снижают сердечный выброс и подавляют секрецию ренина. Блокаторы кальциевых каналов уменьшают поступление ионов кальция в гладкомышечные клетки сосудов и кардиомиоциты, что вызывает расслабление сосудистой стенки и снижение сократимости миокарда.

Антидепрессанты из группы селективных ингибиторов обратного захвата серотонина, такие как флуоксетин и сертралин, блокируют белок-переносчик серотонина в пресинаптической мембране нейронов. В результате концентрация серотонина в синаптической щели возрастает, а его сигнал усиливается и удлиняется. Поскольку серотонин является ключевым нейромедиатором в системах регуляции настроения, тревоги и сна, его повышение приводит к редукции депрессивной симптоматики.

Фармакокинетика и фармакодинамика лекарственных препаратов

Для понимания отличий лекарственных средств от нутрициологических необходимо рассмотреть два фундаментальных понятия фармакологии – фармакокинетику и фармакодинамику.

Фармакокинетика описывает то, что организм делает с лекарством. Этот процесс включает четыре основных этапа: абсорбцию, распределение, метаболизм и элиминацию. Абсорбция

– это поступление лекарственного вещества из места введения в системный кровоток. Для пероральных форм ключевым показателем является биодоступность – доля принятой дозы, которая достигает системного кровотока в неизмененном виде. Биодоступность зависит от растворимости вещества, его стабильности в кислой среде желудка, взаимодействия с пищей и интенсивности метаболизма при первом прохождении через печень.

Распределение описывает, как лекарство перемещается из крови в ткани. На этот процесс влияют связывание с белками плазмы, в первую очередь с альбумином, кровоток в различных органах, проницаемость гистогематических барьеров, включая гематоэнцефалический барьер, а также растворимость вещества в липидах. Только свободная, не связанная с белками фракция лекарства способна проникать в ткани и взаимодействовать с мишенями.

Метаболизм, или биотрансформация, представляет собой химическую модификацию лекарственного вещества, которая облегчает его выведение из организма. Основная роль в метаболизме лекарств принадлежит печени, где действуют ферменты семейства цитохрома Р450. Процесс включает реакции первой фазы (окисление, восстановление, гидролиз) и второй фазы (конъюгация с глюкуроновой кислотой, сульфатом, глутатионом). В результате метаболизма лекарство становится более полярным, водорастворимым и легче выводится с мочой или желчью.

Элиминация – это удаление лекарства и его метаболитов из организма. Основные пути выведения – почки (с мочой) и печень (с желчью в кишечник). Период полувыведения – время, за которое концентрация лекарства в плазме снижается наполовину – является важнейшим параметром, определяющим режим дозирования.

Фармакодинамика, в отличие от фармакокинетики, описывает то, что лекарство делает с организмом. Это совокупность молекулярных, биохимических и физиологических эффектов, которые лекарственное вещество вызывает. Большинство лекарств действуют через связывание с определенными молекулами-мишенями, среди которых рецепторы (например, адренорецепторы, дофаминовые рецепторы), ферменты (циклооксигеназа, ангиотензинпревращающий фермент), ионные каналы (кальциевые, натриевые) и транспортные белки (обратный захват нейромедиаторов). Лекарство может быть агонистом, то есть активировать мишень, или антагонистом, блокирующим ее активацию. Например, сальбутамол является агонистом бета-два-адренорецепторов, вызывая расширение бронхов, а атенолол – блокатором бета-один-адренорецепторов, снижающим частоту сердечных сокращений.

Метаболизм нутриентов: сходства и различия с фармакологическими средствами

Метаболизм нутриентов во многом подчиняется тем же законам, что и метаболизм лекарств, однако имеются принципиальные отличия. Нутриенты всасываются преимущественно в тонкой кишке, часто с участием специализированных транспортеров. Например, для всасывания глюкозы необходим транспортер SGLT1, для аминокислот – множество различных транспортных систем, для железа – белок DMT1, а для витамина B12 – внутренний фактор Касла. Распределение нутриентов также регулируется транспортными белками: трансферрин переносит железо, транскобаламин – витамин B12, а липопротеиды – жирорастворимые витамины.

Ключевое отличие заключается в том, что для большинства нутриентов существуют гомеостатические механизмы, поддерживающие их концентрацию в узких физиологических пределах. При дефиците усиливается всасывание и снижается выведение, при избытке – напротив, всасывание уменьшается, а экскреция возрастает. Для лекарств такие механизмы регуляции обычно отсутствуют, поэтому их концентрация в крови определяется исключительно дозой и частотой приема.

Другое важное отличие касается метаболизма. Многие водорастворимые витамины выполняют функции коферментов – небольших молекул, необходимых для работы ферментов. Например, никотинамидадениндинуклеотид, производное

витамина B3, участвует в окислительно-восстановительных реакциях, а тиаминпирофосфат (витамин B1) необходим для работы пируватдегидрогеназного комплекса. Лекарства же, как правило, не включаются в состав ферментов, а лишь временно с ними взаимодействуют.

Скорость развития эффектов также различается. Фармакологические средства часто действуют в течение минут или часов – например, гипотензивные препараты снижают давление уже через тридцать-шестьдесят минут после приема. Нутрициологические средства, даже в терапевтических дозах, требуют дней, недель, а иногда и месяцев для проявления клинически значимого эффекта. Это связано с тем, что они работают через медленные механизмы – регуляцию экспрессии генов, обновление пулов коферментов, восстановление тканевых запасов.

Однако при использовании высоких, фармакологических доз нутрицевтики могут действовать быстрее. Например, внутривенное введение тиамина при алкогольной энцефалопатии улучшает состояние в течение нескольких часов, а никотиновая кислота в дозе более одного грамма снижает уровень липопротеинов низкой плотности в течение двух-трех недель.

Взаимодействие лекарственных препаратов и нутриентов

Взаимодействие между лекарствами и нутриентами является частой и клинически значимой проблемой, которая может приводить как к снижению эффективности лечения, так и к

развитию тяжелых побочных эффектов. Можно выделить несколько типов такого взаимодействия: фармакокинетическое (изменение всасывания, распределения, метаболизма или выведения лекарства) и фармакодинамическое (изменение чувствительности рецепторов или суммирование эффектов).

Наиболее распространенным является влияние пищи и нутриентов на всасывание лекарств. Например, ионы кальция, магния, железа и цинка образуют нерастворимые комплексные соединения с антибиотиками тетрациклинового ряда и фторхинолонами. При совместном приеме с молочными продуктами или минеральными добавками биодоступность этих антибиотиков снижается на сорок-пятьдесят процентов, что может привести к неэффективности лечения. Аналогично, одновременный прием левотироксина с препаратами кальция, железа или магния уменьшает всасывание тироксина на тридцать-сорок процентов, поэтому их следует разделять по времени приема как минимум на четыре часа.

Жирная пища значительно увеличивает всасывание жирорастворимых лекарств. Например, прием итраконазола или гризеофульвина вместе с пищей, содержащей жиры, повышает их биодоступность в два-три раза. В то же время некоторые лекарства лучше принимать натощак: так, алендронат, препарат для лечения остеопороза, практически не всасывается в присутствии пищи, особенно в присутствии кальция и кофеина.

Влияние пищи на метаболизм лекарств наиболее ярко демонстрирует взаимодействие грейпфрутового сока с некоторыми препаратами. Грейпфрутовый сок содержит фуранокумарины, которые необратимо ингибируют фермент CYP3A4 в стенке тонкой кишки. Этот фермент участвует в метаболизме таких широко применяемых препаратов, как статины (аторвастатин, симвастатин), блокаторы кальциевых каналов (нифедипин, амлодипин), циклоспорин, некоторые бензодиазепины. Ингибирование CYP3A4 приводит к многократному (до пяти-десяти раз) повышению концентрации этих лекарств в крови, что резко увеличивает риск токсических эффектов. Для статинов это прежде всего рабдомиолиз – разрушение мышечной ткани, для блокаторов кальциевых каналов – тяжелая гипотензия. Важно, что этот эффект сохраняется в течение нескольких дней после употребления грейпфрутового сока, поэтому пациентам, принимающим перечисленные препараты, рекомендуется полностью исключить грейпфруты и их сок.

Зверобой продырявленный, напротив, индуцирует, то есть усиливает активность, ферментов CYP3A4 и CYP2C9. При длительном приеме зверобоя метаболизм таких препаратов, как контрацептивы, антиретровирусные средства, статины, антикоагулянт варфарин, ускоряется, их концентрация в крови падает, и эффективность лечения снижается. Известны случаи наступления беременности у женщин, принимавших оральные контрацептивы одновременно с препаратами зверобоя, а также

случаи тромбозов у пациентов с искусственными клапанами сердца, получавших варфарин.

Фармакодинамические взаимодействия также важны. Витамин К является кофактором синтеза факторов свертывания крови в печени. Препарат варфарин ингибирует фермент, который активирует витамин К, тем самым снижая синтез активных факторов свертывания. Колебания в потреблении витамина К с пищей – например, резкое увеличение в рационе зеленых листовых овощей (шпинат, капуста, брокколи) или, наоборот, их полное исключение – приводят к нестабильности действия варфарина, что требует частого лабораторного контроля и изменения дозы.

Другие примеры фармакодинамического взаимодействия включают одновременный прием калийсберегающих диуретиков (спиронолактон, эплеренон) с калийсодержащими добавками или солями калия, что может вызвать опасную гиперкалиемию и нарушение сердечного ритма. И наоборот, тиазидные диуретики (гидрохлоротиазид, индапамид) выводят калий, и их длительный прием без коррекции питания или дополнительного приема калия может привести к гипокалиемии с мышечной слабостью и аритмиями.

Профиль безопасности: токсичность лекарств и передозировка нутриентов

Безопасность применения любых средств, влияющих на организм, является ключевым критерием. Сравнение фармакологических и нутрициологических средств по этому

параметру выявляет как общие черты, так и принципиальные различия.

Фармакологические средства в большинстве случаев обладают узким терапевтическим окном – диапазоном доз между эффективной и токсической концентрацией. Для многих лекарств это окно очень мало. Например, у противоопухолевого препарата метотрексата терапевтический индекс (отношение токсической дозы к эффективной) может составлять менее полутора. Антиаритмик дигоксин имеет терапевтическую концентрацию в крови от 0,5 до 2 нанограммов на миллилитр, а уже при концентрации выше 2,5 нанограмма на миллилитр возникает выраженная токсичность с тошнотой, нарушением зрения и опасными желудочковыми аритмиями.

По данным мировой статистики, нежелательные реакции на лекарства занимают четвертое-пятое место среди причин смертности в развитых странах. Ежегодно в Соединенных Штатах регистрируется около полутора миллионов госпитализаций, связанных с побочными эффектами лекарств. Наиболее частые причины – желудочно-кишечные кровотечения на фоне нестероидных противовоспалительных средств, кровоизлияния на фоне варфарина, острая почечная недостаточность на фоне аминогликозидных антибиотиков и анафилактические реакции на пенициллины.

Нутрициологические средства в целом обладают более широким терапевтическим окном, однако это не означает их

абсолютной безопасности. Токсичность витаминов и минералов проявляется только при многократном превышении рекомендуемых доз и длительном приеме. Жирорастворимые витамины – A, D, E и K – накапливаются в жировой ткани и печени, поэтому их передозировка более опасна, чем передозировка водорастворимых витаминов, которые выводятся с мочой.

Витамин A (ретинол) в дозах, превышающих десять тысяч международных единиц в сутки в течение нескольких месяцев, вызывает гипервитаминоз A. Его симптомы включают сухость и шелушение кожи, трещины в углах рта, выпадение волос, гепатомегалию и повышение внутричерепного давления. У беременных высокие дозы витамина A обладают тератогенным действием, увеличивая риск врожденных пороков развития. Однако в обычных дозах (до трех тысяч международных единиц в сутки) и при приеме в виде бета-каротина витамин A безопасен.

Витамин D (кальциферол) при передозировке вызывает гиперкальциемию – повышенный уровень кальция в крови. Симптомы включают потерю аппетита, тошноту, запоры, мышечную слабость, спутанность сознания и сердечные аритмии. Хроническая гиперкальциемия приводит к кальцинозу почек и мягких тканей, что может вызвать необратимую почечную недостаточность. Токсические эффекты витамина D наблюдаются при длительном приеме доз более десяти тысяч международных единиц в сутки у взрослых. Рекомендуемая профилактическая доза составляет от шестисот до двух тысяч международных единиц, а

лечебные дозы (четыре-шесть тысяч единиц) должны применяться только под контролем анализа крови на 25-гидроксивитамин D.

Из водорастворимых витаминов наиболее токсичной считается витамин B6 (пиридоксин). При приеме высоких доз (более двухсот миллиграммов в сутки на протяжении года) развивается сенсорная нейропатия – онемение, покалывание и боль в конечностях, нарушение походки. К счастью, при отмене препарата эти явления обычно обращаются, но медленно – в течение нескольких месяцев.

Среди минералов наиболее опасна передозировка селена. Селен является незаменимым микроэлементом, входящим в состав антиоксидантных ферментов, но его терапевтическое окно узко даже по меркам нутрицевтиков. Рекомендуемая суточная доза составляет пятьдесят-семьдесят микрограммов, максимальная безопасная доза – четыреста микрограммов. При хроническом приеме доз выше четырехсот-пятисот микрограммов развивается селеноз, проявляющийся ломкостью и выпадением ногтей, кожными высыпаниями, характерным чесночным запахом изо рта, утомляемостью и раздражительностью.

Железо – еще один микроэлемент с узким терапевтическим окном. Острые передозировки железосодержащих препаратов у детей являются одной из ведущих причин смертельных отравлений. Доза элементарного железа более шестидесяти миллиграммов на килограмм массы тела является потенциально

смертельной. Симптомы включают рвоту (часто с кровью), диарею, метаболический ацидоз, шок и полиорганную недостаточность

Доказательная база в фармакологии и нутрициологии

Таблица – Сравнение подходов

Критерий	**Доказательная фармакология**	**Доказательная нутрициология**
Объект изучения	Лекарственные средства	Питание, нутриенты, БАДы
Основные источники данных	РКИ, систематические обзоры, метаанализы	Когортные исследования, РКИ, систематические обзоры
Ключевой акцент	Эффективность и безопасность препаратов	Связь питания с заболеваниями, эффективность диетических паттернов
Роль добавок	Рассматриваются как вспомогательный инструмент при наличии показаний	Их применение должно быть обоснованным, а не массовым «на всякий случай»

Уровень доказательности, предъявляемый к фармакологическим и нутрициологическим средствам, существенно различается. Для лекарственных препаратов обязательными являются многоцентровые рандомизированные контролируемые исследования (РКИ) третьей фазы, в которых препарат сравнивается с плацебо или с существующим стандартом лечения. Эти исследования обычно включают тысячи пациентов, длятся несколько лет и требуют огромных финансовых затрат – от ста миллионов до миллиарда долларов. Только после успешного завершения таких исследований лекарственный препарат получает разрешение на применение.

Для нутрициологических средств требования к доказательной базе значительно мягче. Во многих странах, включая Россию и Соединенные Штаты, биологически активные добавки к пище не требуют проведения РКИ для регистрации; достаточно подтверждения безопасности и соответствия заявленного состава. Это приводит к тому, что для многих нутрицевтиков доказательная база ограничена или противоречива.

Тем не менее, существует ряд нутрициологических средств с очень убедительной доказательной базой, основанной на многочисленных РКИ и мета-анализах. Классическим примером является комбинация фолиевой кислоты и витаминов B6 и B12 для снижения уровня гомоцистеина. Мета-анализы показали, что прием фолиевой кислоты в дозе от 0,5 до 5 миллиграммов в сутки снижает концентрацию гомоцистеина в среднем на двадцать пять процентов. Однако эффект этого снижения на риск сердечно-сосудистых событий оказался неожиданно скромным. Крупнейшее исследование, включившее более двенадцати тысяч пациентов с инфарктом миокарда, не обнаружило снижения частоты повторных сердечно-сосудистых событий на фоне приема фолиевой кислоты, несмотря на значимое снижение гомоцистеина. Этот пример иллюстрирует важность различения суррогатных и конечных клинических точек в доказательной медицине.

Другим хорошо изученным нутрицевтиком являются омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты. Мета-анализ более чем двадцати исследований с общим числом участников более

семидесяти тысяч показал, что прием омега-3 в дозе от одного до четырех граммов в сутки снижает риск внезапной сердечной смерти примерно на десять процентов. Наиболее выражен эффект у пациентов с уже перенесенным инфарктом миокарда и у пациентов с сердечной недостаточностью. Однако есть и негативные результаты: некоторые крупные исследования не подтвердили преимуществ омега-3 при стабильной стенокардии и у здоровых людей.

Витамин D является одним из самых изученных нутрицевтиков. Мета-анализ Джулиффа с соавторами, опубликованный в 2021 году в Британском медицинском журнале, объединил данные сорока шести РКИ с общим числом участников более семидесяти пяти тысяч. Анализ показал, что ежедневный или еженедельный прием витамина D снижает риск острых респираторных инфекций на двенадцать процентов. Эффект был особенно выражен (снижение риска на сорок процентов) у людей с исходным дефицитом 25-гидроксивитамина D менее двадцати пяти наномолей на литр. При интервальном приеме, например один раз в месяц, эффекта не наблюдалось.

Пробиотики имеют убедительную доказательную базу в отношении профилактики антибиотик-ассоциированной диареи. В кохрановском систематическом обзоре, включившем тридцать одно РКИ с общим числом участников более девяти тысяч, показано, что прием пробиотиков (особенно штаммов Lactobacillus rhamnosus GG и Saccharomyces boulardii) в период лечения

антибиотиками снижает риск диареи на пятьдесят-шестьдесят процентов. Число пациентов, которых необходимо пролечить для предотвращения одного случая диареи, составляет восемь.

В то же время для многих популярных нутрициологических средств убедительных доказательств нет. Например, многочисленные исследования глюкозамина и хондроитина при остеоартрите коленного сустава дали противоречивые результаты. Крупное американское исследование, финансировавшееся Национальными институтами здоровья, не обнаружило эффекта этих добавок по сравнению с плацебо у более чем тысячи пациентов. Аналогично, антиоксидантные добавки (витамины С, Е, бета-каротин) не снижают риск рака и сердечно-сосудистых заболеваний в крупных проспективных исследованиях, а прием бета-каротина курильщиками, напротив, увеличил частоту рака легкого в исследовании АТВС.

Практические примеры интегративного применения

Понимание фармакологических и нутрициологических средств не должно быть дихотомическим: вместо выбора между лекарством и добавкой современная медицина все чаще использует их комбинации с учетом взаимодействий и синергии.

Первый пример касается коррекции липидного профиля у пациента с комбинированной гиперлипидемией, у которого повышены как липопротеины низкой плотности, так и триглицериды. Статины эффективно снижают уровень липопротеинов низкой плотности на тридцать-пятьдесят

процентов, но их действие на триглицериды умеренное – не более десяти-пятнадцати процентов. Добавление омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в дозе двух-четырех граммов в сутки обеспечивает дополнительное снижение триглицеридов на двадцать-тридцать процентов. При этом важно использовать препараты омега-3, содержащие стандартизированное количество эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот, а не просто рыбий жир из обычных добавок, где содержание этих кислот может быть низким. Такая комбинация статина и омега-3 позволяет достичь целевых показателей липидного профиля у многих пациентов без назначения дополнительных гиполипидемических препаратов.

Второй пример – тактика ведения пациента с депрессией. Селективные ингибиторы обратного захвата серотонина являются препаратами первого выбора, но у тридцати-сорока процентов пациентов ответ на терапию неполный. Мета-анализы показали, что добавление омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, особенно с высоким содержанием эйкозапентаеновой кислоты (более шестидесяти процентов от общего количества), усиливает антидепрессивный эффект. Наиболее вероятный механизм – снижение нейровоспаления и улучшение нейропластичности. Рекомендуемая доза эйкозапентаеновой кислоты составляет от одного до двух граммов в сутки, а эффект развивается через четыре-шесть недель.

Третий пример – назначение метотрексата при ревматоидном артрите. Метотрексат является антагонистом фолиевой кислоты, он

ингибирует фермент дигидрофолатредуктазу, что приводит к нарушению синтеза пуринов и пиримидинов в быстро делящихся клетках, включая клетки иммунной системы. Это обусловливает его противовоспалительное и иммуносупрессивное действие. Однако одновременно угнетается образование активных форм фолиевой кислоты и в нормальных тканях, что вызывает побочные эффекты – стоматит, тошноту, повышение печеночных ферментов, панцитопению. Добавление фолиевой кислоты в дозе от одного до пяти миллиграммов в сутки (кроме дня приема метотрексата) значительно уменьшает частоту и тяжесть этих побочных эффектов, практически не снижая терапевтической эффективности метотрексата. Это один из наиболее изученных примеров успешной комбинации фармакологического и нутрициологического средства.

Четвертый пример – профилактика миопатии, вызываемой статинами. Мышечные боли и слабость возникают у пяти-десяти процентов пациентов, принимающих статины, и являются основной причиной прекращения лечения. Одним из предполагаемых механизмов является снижение синтеза кофермента Q10, поскольку статины блокируют не только синтез холестерина, но и образование мевалоната – предшественника как холестерина, так и кофермента Q10. Несколько небольших исследований показали, что добавление кофермента Q10 в дозе от ста до двухсот миллиграммов в сутки уменьшает мышечные симптомы у некоторых пациентов, хотя данные неоднородны. Тем

не менее, из-за низкого риска и потенциальной пользы многие клинические рекомендации допускают пробное назначение кофермента Q10 при статин-индуцированной миопатии.

Пятый пример – ведение пациентов, принимающих варфарин. Варфарин имеет очень узкое терапевтическое окно, и его действие критически зависит от стабильного потребления витамина K с пищей. Пациентам на варфарине обычно рекомендуется поддерживать постоянный уровень потребления зеленых листовых овощей, а не отказываться от них полностью. При этом назначение любых биологически активных добавок, особенно содержащих экстракты растений (чеснок, женьшень, гинкго, клюкву, куркуму) или витамин K, требует обязательного предварительного обсуждения с врачом. Простой принцип: любая добавка, влияющая на свертывание крови или печеночный метаболизм, может изменить действие варфарина.

Регуляторные аспекты обращения лекарств и нутрициологических средств

Регулирование обращения фармакологических и нутрициологических средств существенно различается во всех странах мира. В Российской Федерации основным законом для лекарственных средств является Федеральный закон № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств». Регистрация лекарственного препарата требует предоставления полного досье, включающего результаты доклинических исследований на животных и клинических исследований фазы I, II и III на людях, а также отчеты

о качестве, стабильности и биодоступности. Процесс регистрации занимает от нескольких месяцев до нескольких лет и стоит значительных средств. После регистрации препарат подлежит обязательному фармаконадзору – постоянному мониторингу безопасности, включающему сбор и анализ сообщений о нежелательных реакциях.

Для нутрициологических средств (биологически активных добавок к пище) действует значительно более мягкий режим регулирования. В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания», БАДы подлежат государственной регистрации, но эта процедура носит уведомительный характер. Она требует предоставления документов, подтверждающих безопасность (токсикологические исследования), и информации о составе, но не требует клинических исследований эффективности. Более того, на упаковке БАД запрещается прямо указывать, что продукт лечит или предотвращает какое-либо заболевание; разрешены только формулировки «способствует нормализации», «является источником», «помогает поддерживать».

В Соединенных Штатах регулирование БАД осуществляется в соответствии с законом DSHEA (Dietary Supplement Health and Education Act) 1994 года. Этот закон определяет БАДы как

категорию продуктов, промежуточную между обычными пищевыми продуктами и лекарствами. Производитель БАД не обязан доказывать эффективность продукта до его выхода на рынок, он лишь несет ответственность за безопасность и соответствие заявленного состава фактическому. Управление по контролю за продуктами и лекарствами (FDA) может вмешаться только после поступления сообщений о серьезных нежелательных реакциях, удалив продукт с рынка, если будет доказана его опасность. Такая система приводит к тому, что на рынке присутствуют как высококачественные БАДы с подтвержденной эффективностью, так и продукты с отсутствием доказательств или даже сомнительным составом.

Различия в регуляторных подходах создают проблемы для практикующих врачей и пациентов. Если для лекарств существует стандартизированная система оценки качества и эффективности, то для БАД качество может сильно варьировать между разными производителями. Третьи партии одной и той же добавки, приобретенные в разных местах, могут содержать от нуля до двухсот процентов заявленного действующего вещества. В ряде случаев в БАД обнаруживают примеси – тяжелые металлы, пестициды, а иногда и нефармакопейные фармакологические вещества, такие как силденафил (виагра) или гормоны. Поэтому врачи и провизоры должны рекомендовать пациентам покупать нутрициологические средства только от проверенных

производителей, предпочтительно тех, кто проходит добровольную сертификацию по стандартам GMP или USP.

Таким образом, фармакологические и нутрициологические средства представляют собой две важнейшие категории вмешательств, используемых в современной медицине. Фармакологические средства незаменимы при лечении острых, угрожающих жизни состояний, при тяжелых инфекциях, злокачественных новообразованиях, неотложных состояниях в кардиологии и реаниматологии. Они обладают мощным, быстрым и хорошо предсказуемым действием, но их применение ограничено побочными эффектами, риском лекарственного взаимодействия и возможностью развития резистентности.

Нутрициологические средства, в свою очередь, оптимальны для первичной профилактики хронических заболеваний, коррекции установленных дефицитных состояний, поддержания здоровья в пожилом возрасте и в периоды повышенных потребностей (беременность, лактация, интенсивные физические нагрузки). Они обладают значительно более широким терапевтическим окном и меньшим количеством побочных эффектов, но их действие развивается медленно, а доказательная база для многих продуктов недостаточна.

Современное понимание требует отказа от противопоставления этих двух подходов в пользу интегративной фармаконутрициологии. Этот подход предполагает, что назначение лекарственных препаратов должно сопровождаться оценкой

нутриентного статуса пациента и, при необходимости, коррекцией последнего. С другой стороны, прием нутрициологических средств не должен быть бесконтрольным; он должен учитывать возможные взаимодействия с принимаемыми лекарствами.

Ключевые практические выводы для врачей и пациентов: во-первых, всегда информировать лечащего врача обо всех принимаемых биологически активных добавках. Во-вторых, разделять во времени прием лекарств и добавок, содержащих минералы, если иное не рекомендовано. В-третьих, избегать высоких доз жирорастворимых витаминов без лабораторного контроля. В-четвертых, при назначении статинов, диуретиков, метотрексата, варфарина и некоторых других препаратов целенаправленно оценивать потребность в дополнительном приеме определенных нутриентов.

Будущее персонализированной медицины неразрывно связано как с разработкой более безопасных и эффективных фармакологических препаратов, так и с углублением знаний о роли нутриентов в регуляции генома, метаболизма и иммунитета. Умение сочетать эти два инструмента с учетом индивидуальных особенностей пациента станет одним из главных критериев профессиональной компетентности врача в ближайшие десятилетия.

Контрольные задания по разделу 3

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Место фармакологических средств в системе медико-биологических технологий физической культуры». Отразите:

– различия между лекарственными препаратами, биологически активными добавками и допинговыми средствами;

– общие принципы фармакологической поддержки в спорте и физической культуре (лечебные, профилактические, эргогенные цели);

– этические и правовые аспекты (в том числе антидопинговые правила для спортсменов).

2. **Разработайте схему классификации фармакологических средств**, которые могут в той или иной степени затрагивать сферу физической культуры и спорта:

– средства, влияющие на нервную систему;

– сердечно-сосудистые препараты;

– противовоспалительные и обезболивающие;

– гормональные средства;

– метаболические препараты;

– витамины и минералы в лекарственных формах и др.).

Для каждой группы укажите:

– основную цель применения в медицине;

– потенциальное влияние на физическую работоспособность (прямое или косвенное);

– основные риски при нерациональном использовании в контексте физической активности.

3. **Ситуационные задачи «Границы применения»**. Даны три ситуации:

– студентка, 19 лет, регулярно занимается фитнесом, при простуде самостоятельно принимает комбинированный препарат «от простуды» и идет на тренировку;

– студент, 20 лет, занимается единоборствами, после травмы колена принимает обезболивающий препарат, чтобы продолжить тренировки;

– взрослый занимающийся, 35 лет, с артериальной гипертензией, принимает назначенные врачом препараты, планирует начать интенсивные тренировки в зале.

Для каждой ситуации:

– опишите возможные риски сочетания препарата и физической нагрузки;

– укажите, какие общие принципы безопасности здесь нарушаются или должны учитываться;

– сформулируйте рекомендации, к какому специалисту необходимо обратиться и какие вопросы обсудить перед продолжением/началом тренировок.

4. **Анализ инструкции к лекарственному препарату**. Выберите 2–3 лекарственных препарата, которые часто встречаются в практике (например: нестероидные

противовоспалительные, антигистаминные, препараты железа, бета-блокаторы, стимуляторы ЦНС и др.).

Для каждого:

– выпишите основные показания, противопоказания, побочные эффекты;

– отметьте разделы, касающиеся влияния на способность управлять транспортом и заниматься деятельностью, требующей концентрации;

– проанализируйте, какие дополнительные риски могут возникать при сочетании приема препарата и физической нагрузки;

– сформулируйте краткие «правила осторожности» для занимающегося, которому этот препарат назначен врачом.

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Применение фармакологических средств в спорте / физической культуре: эффективность, безопасность, этические аспекты». Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие группы препаратов изучались;

– основные результаты (влияние на работоспособность, здоровье, риски);

– ограничения исследования;

– выводы для практики физической культуры и спорта (в том числе этические и правовые аспекты).

4 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ГИДРОТЕРАПИЯ

Современная физическая культура и спорт постоянно ищут новые, более эффективные методы для повышения работоспособности, ускорения восстановления, профилактики травм и улучшения общего состояния здоровья человека. В этом контексте медико-биологические технологии играют ключевую роль, предлагая научно обоснованные подходы к оптимизации тренировочного процесса и реабилитации. Одной из таких технологий, имеющей глубокие исторические корни и подтвержденную эффективность, является гидротерапия.

Гидротерапия, или водолечение, представляет собой комплекс процедур, основанных на использовании воды различной температуры, давления и химического состава для воздействия на организм человека. Ее применение в физической культуре и спорте обусловлено уникальными физическими свойствами воды, позволяющими достигать выраженных терапевтических и профилактических эффектов. Данный реферат посвящен рассмотрению гидротерапии как медико-биологической технологии в физической культуре, ее принципов, видов, механизмов действия и практического применения.

Медико-биологические технологии в физической культуре – это совокупность научно обоснованных методов, средств и приемов, направленных на оптимизацию физического состояния человека, повышение его адаптационных возможностей,

улучшение спортивных результатов, ускорение восстановления после нагрузок, профилактику и лечение заболеваний, а также реабилитацию. Эти технологии базируются на знаниях анатомии, физиологии, биохимии, биомеханики и других медико-биологических наук.

К медико-биологическим технологиям относятся:

– фармакологические средства: витамины, адаптогены, восстановители;

– физиотерапевтические методы: электротерапия, магнитотерапия, светотерапия, ультразвуковая терапия, бальнеотерапия, гидротерапия;

– массаж и мануальная терапия;

– диетология и нутрициология;

– психологические методы;

– биомеханические методы коррекции движений;

– методы функциональной диагностики и контроля.

Гидротерапия занимает особое место среди физиотерапевтических методов, благодаря своей доступности, широкому спектру воздействия и относительно низкой инвазивности.

Использование воды в лечебных целях известно с древнейших времен. Египтяне, греки, римляне активно применяли водные процедуры для поддержания здоровья и гигиены. В XIX веке гидротерапия получила научное обоснование благодаря работам

Винцента Присница и Себастьяна Кнейппа, которые разработали систематизированные методы водолечения.

Основные принципы гидротерапии:

1. Температурное воздействие (термический фактор)

Температура воды является самым мощным и первичным раздражителем для организма. В зависимости от градуса, она меняет скорость протекания биохимических реакций, тонус сосудов и активность центральной нервной системы. В гидротерапии принято выделять пять основных температурных диапазонов, каждый из которых вызывает строго специфичную физиологическую реакцию.

Холодная вода (ниже 20°C) – это стрессорный, но мощнейший тонизирующий фактор. При кратковременном воздействии происходит резкий спазм периферических сосудов (вазоконстрикция), кровь отливает от кожи и приливает к внутренним органам, обеспечивая их «разогрев» за счет централизации кровообращения. Параллельно активируется симпатическая нервная система, повышается тонус мышц, стимулируется выработка эндорфинов и кортизола. После выхода из холодной воды наступает фаза компенсаторного расширения сосудов (вазодилатация), что создает ощущение «огня» в теле и улучшает капиллярный кровоток. Холодные процедуры применяются для снятия острых воспалений (за счет уменьшения отека), пробуждения организма, закаливания и анестезии.

Прохладная вода (20–30°С) – диапазон, который часто называют «адаптационным». Эффект здесь менее выражен, чем при ледяной воде, но также направлен на сужение сосудов и тонизирование. Однако организм тратит меньше ресурсов на компенсацию теплопотерь. Прохладные обливания и обтирания используются для стимуляции венозного оттока (при варикозе на начальных стадиях), повышения жизненного тонуса, борьбы с астенией и сонливостью. Этот температурный режим оптимален для начала закаливающих процедур.

Индифферентная (безразличная) вода (31–36°С) – этот диапазон является «терапевтическим нейтралитетом». При такой температуре теплопродукция организма равна теплоотдаче. Кровеносные сосуды остаются в умеренном тонусе, пульс и дыхание не учащаются, а нервная система входит в состояние уравновешенности. Индифферентная вода используется как база для длительных лечебных ванн (до 30-40 минут), при которых необходимо добиться расслабления без перегрузки сердечно-сосудистой системы. Это идеальная среда для лечения неврозов, бессонницы и мышечных гипертонусов, когда не требуется раздражающего эффекта.

Теплая вода (37–39°С) – зона активного расширения сосудов. Тепло вызывает стойкую вазодилатацию, раскрытие капилляров, что приводит к активной гиперемии кожи и мышц. Метаболизм ускоряется, гладкая мускулатура внутренних органов расслабляется (спазмолитический эффект), а поперечно-полосатая

мускулатура теряет гипертонус. Теплые ванны и души стимулируют потоотделение, способствуя выведению токсинов через кожу (элиминационная функция). Этот режим показан при хронических воспалительных процессах, заболеваниях опорно-двигательного аппарата (артриты, миозиты) вне стадии обострения, а также при стрессах, так как активируется парасимпатическая нервная система.

Горячая вода (40°С и выше) – высокотемпературный режим, требующий осторожности и кратковременности применения (обычно 1-5 минут в общей ванне или локально). Вызывает максимально быстрое расширение сосудов, резкое снижение артериального давления (при длительном воздействии) и значительное учащение пульса. Горячая вода оказывает мощное рассасывающее действие, усиливает обмен веществ до предела, но при этом создает колоссальную нагрузку на сердечно-сосудистую и эндокринную системы. Чаще применяется локально (ножные или ручные ванны) для снятия упорных спазмов, а также в парных (русская баня, сауна) в сочетании с последующим холодным душем для контрастной тренировки сосудов.

2. Механическое воздействие (физический фактор)

Вода как физическая субстанция обладает свойствами, которые отсутствуют у других сред. Механическое воздействие в гидротерапии реализуется через давление, выталкивающую силу и сопротивление.

Гидростатическое давление (давление воды) – когда тело погружено в воду (особенно в ванну или бассейн), оно испытывает равномерное давление водяного столба. Этот эффект оказывает глубокое влияние на гемодинамику. Давление на периферические вены способствует выталкиванию крови из нижних и верхних конечностей в грудную клетку (централизация кровообращения). Это облегчает работу сердца по перекачке крови (увеличивается венозный возврат) и улучшает лимфодренаж. В зависимости от интенсивности (напор душа или массажер) давление может варьироваться от легкого сдавливания до мощного механического раздражения рецепторов кожи, что рефлекторно влияет на работу внутренних органов (сегментарно-рефлекторная терапия).

Плавучесть (антигравитационный эффект) – согласно закону Архимеда, тело в воде теряет до 90% своего веса. Это снимает гравитационную нагрузку с позвоночника, суставов и связочного аппарата. В условиях невесомости происходит декомпрессия межпозвонковых дисков, уменьшается трение в суставных поверхностях, что позволяет выполнять движения с максимальной амплитудой без боли. Именно на этом принципе основана кинезотерапия в воде (аквааэробика, гидрокинезотерапия): пациенты с тяжелыми травмами, артрозами, остеохондрозом или избыточным весом могут начинать активные движения там, где на суше это было невозможно.

Сопротивление (дозированная нагрузка) – вода обладает гораздо более высокой плотностью и вязкостью, чем воздух

(примерно в 800 раз). При движении конечностей в воде организм сталкивается с сопротивлением, которое действует во всех направлениях. Это позволяет эффективно укреплять мышечный корсет без использования утяжелителей. Особенность гидросопротивления в том, что оно плавно нарастает с увеличением скорости движения, что исключает резкие рывки и травматизацию мышц. Сопротивление воды создает идеальные условия для развития выносливости и тренировки дыхательной мускулатуры (диафрагмы).

Гидромассаж (турбулентность) – в современных методиках активно используется фактор турбулентности (струи воды под давлением). Подводный душ-массаж, вихревые ванны, гидромассажные установки создают направленные потоки воды, которые раздражают механорецепторы кожи и глубжележащих тканей. Это улучшает микроциркуляцию, разбивает фиброзные спайки, стимулирует отток лимфы и оказывает выраженное рефлекторное обезболивающее действие по принципу воротниковой зоны.

3. Химическое воздействие (бальнеологический фактор)

Вода – это универсальный растворитель. Химический состав воды (естественный или искусственно обогащенный) превращает обычную гигиеническую процедуру в мощный бальнеологический сеанс. Активные вещества проникают в организм через кожу, которая является не только барьером, но и активным органом всасывания и выделения.

Минеральные соли (галотерапия в воде) – добавление солей меняет осмотическое давление воды.

Морская соль или хлоридно-натриевые растворы создают «соляной плащ» на коже. За счет высокого осмотического градиента они способствуют вытягиванию избыточной жидкости из подкожной клетчатки (противоотечный эффект), а ионы хлора и натрия, оседая на коже, длительно раздражают рецепторы, поддерживая стойкую гиперемию. Такие ванны назначают при заболеваниях опорно-двигательного аппарата и нарушениях обмена веществ.

Сульфидные (сероводородные) ванны – ионы серы проникают через кожу, высвобождая гепариноподобные вещества, что приводит к расширению мельчайших сосудов (капилляров), ускорению регенерации тканей и снижению артериального давления.

Радоновые ванны (альфа-излучение в микродозах) оказывают выраженное седативное и анальгезирующее действие, нормализуя работу иммунной и эндокринной систем. Хотя это физический (радиоактивный) фактор, он неразрывно связан с химическим составом воды.

Фитотерапия (травяные отвары и настои) – биологически активные вещества растений (флавоноиды, сапонины, дубильные вещества, эфирные масла) экстрагируются в воду и воздействуют транскутанно (через кожу) и ингаляционно (через дыхательные

пути). В зависимости от состава, травяные ванны могут оказывать узконаправленное действие:

– ромашка, череда, кора дуба – противовоспалительное и подсушивающее (при дерматитах, аллергиях);

– хвоя, валериана, пустырник – мягкое седативное действие, стабилизация сердечного ритма;

– эвкалипт, тимьян – антисептическое и бронхолитическое действие (при заболеваниях дыхательной системы).

Эфирные масла (аромагидротерапия) – высококонцентрированные летучие вещества. В гидротерапии они работают в двух направлениях: обонятельном (воздействие на лимбическую систему мозга, отвечающую за эмоции и память) и контактном (проникновение через эпидермис). Из-за гидрофобности, масла часто эмульгируют с солью или молоком для равномерного распределения в воде. Например, масло лаванды усиливает парасимпатический эффект теплой воды, а масло розмарина потенцирует тонизирующий эффект холодной.

Газы (кислород, углекислота, азот)

Насыщение воды газами (искусственные или природные углекислые, кислородные, жемчужные ванны) создает эффект «газовой рубашки». Пузырьки газа оседают на коже, вызывая микромассаж рецепторов. Углекислый газ, проникая через кожу, вызывает расширение сосудов и тренировку миокарда (кардиотренирующий эффект), тогда как кислородные ванны

насыщают артериальную кровь кислородом и улучшают тканевое дыхание.

Ключевое понимание гидротерапии заключается в том, что разделение на температурный, механический и химический факторы условно. В классической процедуре, например, подводного душа-массажа, одновременно действуют:

1. Тепло (вода 36–38°C) – для расслабления мышц и расширения сосудов.

2. Механика (сильная струя под давлением 2–4 атмосферы) – для разминания тканей и стимуляции кровотока.

3. Химия (морская соль, растворенная в воде) – для выведения токсинов и восполнения дефицита микроэлементов.

Именно комплексное использование этих трех принципов позволяет гидротерапии эффективно влиять на вегетативную нервную систему, эндокринную регуляцию, гемодинамику и трофику тканей, являясь мощным инструментом как в реабилитации, так и в профилактической медицине.

В физической культуре и спорте используются различные виды гидротерапевтических процедур:

1. Души (душевые процедуры) – это наиболее вариативная группа методов, где механическое воздействие (давление и форма струи) и температурный фактор могут комбинироваться в широком диапазоне. В спортивной практике души часто применяются как «входной» или «выходной» этап восстановительных мероприятий.

Дождевой, игольчатый, циркулярный души – эти процедуры объединяет мягкое механическое воздействие при относительно невысоком давлении воды (от 1 до 2 атмосфер).

Дождевой душ – вода подается через насадку с множеством мелких отверстий, создавая эффект «теплого дождя». Падающие капли оказывают равномерное, но легкое раздражение кожных рецепторов. Основной эффект – седативный (успокаивающий). После интенсивных анаэробных нагрузок (спринт, тяжелая атлетика) теплый дождевой душ помогает снизить уровень кортизола и запустить процессы парасимпатического восстановления.

Игольчатый душ – более мощная модификация: вода подается через узкие сопла под давлением 1,5–2,5 атм, формируя тонкие, «острые» струи, которые напоминают игольчатое раздражение. Это вызывает локальную гиперемию (покраснение) и оказывает рефлекторное тонизирующее действие. В спорте игольчатый душ применяется для «пробуждения» нервно-мышечного аппарата после сна или длительного бездействия, а также для повышения тактильной чувствительности.

Циркулярный душ – система из вертикально расположенных трубок с форсунками, окружающих человека со всех сторон. Струи воды под давлением 1–2 атм наносятся под определенным углом, создавая эффект кругового массажа. Это один из лучших методов для быстрого снятия общего утомления. Благодаря равномерному воздействию на всю поверхность тела, циркулярный душ

стимулирует капиллярный кровоток, способствует выведению молочной кислоты (лактата) из мышц и нормализует артериальное давление. В зависимости от температуры (прохладная – тонизирует, теплая – расслабляет) он может использоваться как перед стартом, так и в конце соревновательного дня.

Душ Шарко и шотландский (контрастный) душ – это высокоинтенсивные процедуры, требующие предварительной адаптации спортсмена. Их объединяет мощное сочетанное воздействие высокого давления и резких температурных перепадов.

Душ Шарко – классическая процедура, при которой струя воды под давлением 2–4 атмосферы (а иногда и выше) направляется на тело пациента с расстояния 3–5 метров. Оператор управляет струей, проводя ею по определенным зонам (спина, ягодицы, задняя поверхность бедер, грудная клетка). Механический фактор здесь доминирует: мощное давление вызывает глубокую гиперемию, стимулирует сокращения гладкой мускулатуры сосудов и способствует разбиванию фиброзных спаек в подкожной клетчатке. Температурный режим обычно строится по принципу «веер»: начинают с теплой воды (37–38°С) для расслабления, затем переходят к холодной (20–25°С) для резкой стимуляции. **Спортивное применение***:* эффективен для борьбы с локальными жировыми отложениями (целлюлитом), что актуально в спортивной эстетике, а также для глубокого мышечного расслабления и лимфодренажа после тяжелых силовых нагрузок.

Однако из-за высокой интенсивности его не назначают в острый период после травмы или при наличии воспалительных процессов.

Шотландский душ (контрастный) – представляет собой двухструйную систему: два шланга с разными насадками подают горячую (до 40–45°С) и холодную (10–15°С) воду одновременно или попеременно. Спортсмен стоит на расстоянии, и оператор направляет попеременно то горячую, то холодную струю на тело, фиксируясь на определенных зонах (позвоночник, суставы, мышечные группы). **Физиологический смысл***:* резкая смена температур вызывает «гимнастику сосудов» – попеременный спазм и расширение капилляров, что тренирует сосудистую стенку, улучшает микроциркуляцию и оказывает мощное обезболивающее действие за счет «отвлечения» нервной системы. В спортивной практике шотландский душ применяется как мощное тонизирующее средство, значительно повышающее общую работоспособность и ускоряющее выведение метаболитов из тканей.

Подводный душ-массаж – это процедура, которая проводится в ванне, наполненной теплой водой (34–38°С), где спортсмен находится в состоянии частичной невесомости. Массаж осуществляется струей воды под давлением 2–4 атмосферы, подаваемой через шланг с насадкой, которую оператор перемещает в непосредственной близости от тела (под водой). Теплая вода обеспечивает миорелаксацию (снятие спазма поперечно-полосатой мускулатуры), расширение сосудов и снижение гравитационной

нагрузки на позвоночник. Струя воды, действующая под водой, имеет принципиальное отличие от воздушного массажа: она действует более деликатно, но глубже, проникая в толщу тканей без болевого шока.

Эффекты душевых процедур:

Лимфодренаж: за счет направленного давления струи вдоль хода лимфатических сосудов происходит активное выведение избыточной интерстициальной жидкости. Для спортсменов это критически важно после травм (отеки) или после тяжелых нагрузок (чувство «забитости» мышц).

Расслабление мышц: эффективно снимает хронические мышечные гипертонусы, характерные для спортсменов игровых видов спорта и единоборств.

Анальгезия: уменьшает болевой синдром при миофасциальных синдромах, растяжениях связок (в подостром периоде) и дегенеративных заболеваниях позвоночника.

2. Ванны – позволяют реализовать все три принципа гидротерапии (температуру, механику и химию) в условиях длительного, пролонгированного воздействия. В спортивной практике ванны чаще всего используются как завершающий этап восстановления или как самостоятельная процедура для нормализации психоэмоционального статуса.

Общие ванны (пресные, минеральные, ароматические) – погружение всего тела в воду (за исключением области сердца и

головы) создает условия для комплексного влияния на терморегуляцию и нейрогуморальную регуляцию.

Пресные ванны (обычная вода) действуют преимущественно за счет температуры. Теплая пресная ванна (37–38°С) длительностью 15–20 минут – классическое средство для снятия общего утомления, нормализации сна (особенно после ночных соревнований или перелетов со сменой часовых поясов). Прохладная пресная ванна (25–30°С) оказывает закаливающее и тонизирующее действие.

Минеральные ванны – в спорте чаще всего используются хлоридно-натриевые (соленые), йодобромные и сульфидные. Они оказывают более глубокое действие, чем пресные. Ионы минералов, оседая на коже и проникая через нее, создают длительную постиммерсионную реакцию (эффект сохраняется часы после процедуры). Например, хлоридно-натриевые ванны улучшают микроциркуляцию и способствуют эластичности связочного аппарата, что особенно ценно в гимнастике и единоборствах.

Ароматические ванны – добавление эфирных масел (лаванда, эвкалипт, розмарин, чайное дерево) превращает процедуру в аромафитотерапевтический сеанс. Масла действуют через обонятельную систему (лимбическая система, регуляция эмоций) и через кожу. В спортивной практике это мощное средство для коррекции предстартовых состояний: лаванда – при перевозбуждении, розмарин – при апатии и сниженной мотивации.

Вихревые ванны – это локальные или общие ванны, оснащенные системами, создающими направленное движение воды (турбулентность). Обычно применяются для конечностей (вихревые ванны для рук и ног). **Механизм действия**: поток воды под давлением создает эффект гидромассажа, не травмирующего ткани, но активно стимулирующего кровообращение. Вода движется по кругу, постоянно находясь в контакте с кожей. **Спортивное применение**: незаменимы для восстановления после тренировок, связанных с высокой нагрузкой на кисти (гребля, бокс, теннис) или стопы (легкая атлетика, футбол, лыжные гонки). Вихревые ванны эффективно снимают отечность дистальных отделов конечностей, улучшают трофику тканей, ускоряют заживление микротравм (ссадины, потертости) и оказывают выраженное обезболивающее действие при тендинитах и периоститах.

Контрастные ванны – процедура заключается в попеременном погружении конечностей (или всего тела) в горячую (38–42°С) и холодную (10–15°С) воду. Цикл обычно начинается с горячей воды и заканчивается холодной; продолжительность фазы в горячей воде в 2–3 раза дольше, чем в холодной. **Физиологический механизм**: это мощнейший тренинг для сосудистой системы. Попеременное расширение и сужение сосудов создает эффект «сосудистого насоса», который значительно увеличивает венозный возврат крови к сердцу, улучшает капиллярный кровоток и ускоряет удаление продуктов

метаболизма (лактата, креатинфосфата) из работавших мышц. **Положительный эффект**: повышение общей неспецифической резистентности (иммунитета), снижение мышечной болезненности (крепатуры), восстановление кожной термочувствительности. Контрастные ванны являются «золотым стандартом» восстановления после эксцентрических нагрузок (бег на длинные дистанции, плиометрика, тяжелая атлетика).

Жемчужные ванны – это разновидность ванн, где через мелкие отверстия в сиденье или дне ванны под давлением подается сжатый воздух, который образует множество мелких пузырьков. Вода приобретает вид «кипящей жемчужины». **Механизм действия:** пузырьки воздуха, оседая на коже, лопаются, создавая эффект нежного пневмомассажа. В сочетании с теплой водой (34–36°С) это вызывает глубокое расслабление. Жемчужные ванны практически не имеют противопоказаний и часто используются в спорте как мягкое седативное средство. **Положительный эффект:** снижают тонус симпатической нервной системы, нормализуют артериальное давление, улучшают настроение (за счет выработки эндорфинов) и используются как средство «переключения» спортсмена в режим отдыха после напряженного соревновательного дня.

3. Обливания и обтирания – это простейшие, но исключительно эффективные процедуры, которые в спортивной практике часто используются как самостоятельные методы закаливания и срочного тонизирования. Их преимущество –

доступность (не требуется сложного оборудования) и возможность дозирования воздействия от минимального до интенсивного.

Обтирания: выполняются губкой, полотенцем или рукой, смоченной водой. Обычно начинают с теплой воды, постепенно снижая температуру. Процесс обтирания включает не только увлажнение, но и последующее энергичное растирание тела сухим полотенцем до появления ощущения тепла. В спортивной практике обтирания применяются в утренние часы для быстрого повышения уровня бодрствования, а также в качестве начального этапа закаливания для спортсменов с низкой адаптацией к холоду. Рефлекторно они активируют спинальные центры и улучшают трофику кожи.

Обливания: более мощная процедура, при которой вода выливается на тело из ведра, таза или шланга. Обливание может быть тотальным (все тело) или парциальным (ноги, поясница). Холодное обливание (ниже 20°C) вызывает мощный выброс катехоламинов (адреналина, норадреналина), что приводит к быстрой мобилизации организма. В спорте обливания часто используются как «холодовой удар» для быстрого снятия острого мышечного спазма или как элемент контрастной терапии (после сауны). Систематические обливания тренируют терморегуляционные механизмы, что критически важно для спортсменов, тренирующихся в условиях переменного климата.

4. Бассейны. Использование бассейнов в физической культуре выходит далеко за рамки простого плавания. Вода здесь

выступает как универсальная среда, позволяющая решать задачи от общефизической подготовки до высокоспециализированной реабилитации.

Плавание – как циклический вид деятельности, плавание оказывает уникальное комплексное воздействие:

– гидростатический эффект: горизонтальное положение тела в сочетании с давлением воды на грудную клетку тренирует дыхательную мускулатуру (увеличивает жизненную емкость легких) и облегчает венозный возврат;

– мышечная работа: в отличие от сухопутных видов спорта, в плавании задействованы практически все мышечные группы, но при этом отсутствует осевая нагрузка на позвоночник и ударная нагрузка на суставы. Это делает плавание идеальным средством активного восстановления для спортсменов после травм (переломов, разрывов связок) и для поддержания общей выносливости в подготовительный период;

– терморегуляция: плавание в прохладной воде (24–26°С) стимулирует энерготраты и способствует утилизации жиров, что используется в спорте для «сушки» (редукции подкожно-жировой клетчатки) без потери мышечной массы.

Аквааэробика – это система групповых или индивидуальных занятий в воде под музыкальное сопровождение, включающая элементы аэробики, стретчинга и силовых упражнений.

Особенности и спортивное применение аквааэробики

Главное отличие аквааэробики от обычной – отсутствие ударной нагрузки на опорно-двигательный аппарат. При этом сопротивление воды (она в 12 раз плотнее воздуха) позволяет создавать эффективную силовую нагрузку без использования тяжелых отягощений.

Аквааэробика используется как метод перекрестной тренировки (cross-training) для спортсменов ударных видов спорта (легкая атлетика, баскетбол, волейбол) для сохранения мышечной функции и сердечно-сосудистой выносливости в периоды разгрузки суставов. Также она широко применяется на этапе возвращения к тренировкам после травм коленных и голеностопных суставов.

Гидрокинезиотерапия – это научно обоснованный метод лечебной физической культуры, проводимый в воде. В отличие от аквааэробики, гидрокинезиотерапия строго индивидуализирована и направлена на восстановление конкретных нарушенных функций.

Применение в спортивной реабилитации:

– **после травм**: вода позволяет начать движения в суставе на ранних сроках после травмы (например, после реконструкции передней крестообразной связки), когда на суше любая осевая нагрузка противопоказана. Плавучесть позволяет выполнять сгибание и разгибание с минимальной компрессией;

– **при неврологических расстройствах**: для спортсменов с травмами периферических нервов (плекситы, невриты) или после черепно-мозговых травм (в восстановительном периоде) вода является средством, облегчающим проведение импульсов и снижающим спастичность;

– **гидростабилизация**: специальные упражнения в воде (по методикам Бобат, Войта или авторским спортивным методикам) позволяют восстановить проприоцептивную чувствительность – способность ощущать положение частей тела в пространстве, что критически важно для спортсмена после травмы.

5. Сауны и бани с водными процедурами

Сауна (финская, с сухим горячим воздухом) и русская баня (с влажным паром) в сочетании с водными процедурами (обливание, окунание в бассейн, растирание снегом) представляют собой мощнейший термо- и гидротерапевтический комплекс.

В условиях высокой температуры **активируется потоотделение**. Вместе с потом через кожу (которая является третьим легким) выводятся токсические продукты метаболизма – мочевая кислота, мочевина, лактат, а также соли тяжелых металлов. Для спортсмена это способ ускорить очищение организма после интенсивных тренировочных микроциклов или соревнований.

Сосудистый и мышечный компонент: тепло вызывает глубокое расширение сосудов (вазодилатацию), снижает вязкость крови, улучшает ее реологические свойства. Происходит миорелаксация – снимается хроническое напряжение мышц,

которое неизбежно накапливается у спортсменов в пауэрлифтинге, гребле, борьбе.

Чередование высокой температуры в парной с холодным бассейном (или обливанием) – это стресс-интервальная тренировка для всех систем организма. Она повышает адаптационные резервы, устойчивость к инфекциям (снижает заболеваемость в осенне-зимний период) и улучшает психологическую устойчивость спортсмена к экстремальным условиям.

В спортивной практике важно дозирование. Обычно рекомендуется 2–3 захода по 5–10 минут с обязательным промежуточным охлаждением и обильным питьем (минеральная вода, изотонические напитки) для восполнения электролитов. Сауна назначается после тренировки, но не позднее чем за 4–6 часов до старта, чтобы избежать чрезмерного расслабления и падения уровня гликогена в мышцах.

Разнообразие гидротерапевтических процедур позволяет спортивному врачу, реабилитологу или тренеру точечно воздействовать на функциональное состояние спортсмена. От мягких седативных общих ванн до мощных механических и термических стрессоров (душ Шарко, контрастные процедуры) – каждый метод занимает свое место в системе подготовки. Рациональное сочетание этих процедур с учетом вида спорта, этапа подготовки и индивидуальных особенностей спортсмена позволяет не только ускорить восстановление и предотвратить травмы, но и

значительно повысить эффективность тренировочного процесса за счет оптимального управления тонусом нервно-мышечной системы и гомеостазом организма.

Применение гидротерапии в физической культуре.

Гидротерапия для повышения спортивной работоспособности

Гидротерапия может использоваться как вспомогательный метод для улучшения спортивных показателей:

– **предстартовая подготовка**: контрастные души или ванны могут использоваться для активации нервно-мышечной системы, повышения тонуса и готовности к соревнованиям;

– **улучшение выносливости**: регулярные занятия в бассейне, аквааэробика способствуют развитию кардиореспираторной выносливости и мышечной силы;

– **снижение веса**: плавание и аквааэробика являются эффективными видами активности для сжигания калорий и снижения жировой массы;

– **улучшение гибкости и координации**: водная среда позволяет выполнять более амплитудные движения и улучшать контроль над телом.

Гидротерапия в процессе восстановления после физических нагрузок

Это одно из ключевых направлений применения гидротерапии в спорте:

– **снятие мышечной усталости и боли**: прохладные ванны или души после интенсивных тренировок помогают

уменьшить мышечное напряжение, снизить уровень молочной кислоты и ускорить восстановление;

– **ускорение выведения продуктов метаболизма**: тепловые процедуры (теплые ванны, сауны) способствуют расширению сосудов, усилению кровотока и лимфотока, что облегчает выведение метаболитов;

– **снижение риска травм**: адекватное восстановление с помощью гидротерапии помогает предотвратить переутомление и снизить вероятность возникновения мышечных повреждений;

– **психологическое расслабление**: водные процедуры оказывают успокаивающее действие, помогая спортсменам снять стресс и улучшить качество сна.

Гидротерапия для профилактики травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата

Гидротерапия является ценным инструментом для поддержания здоровья опорно-двигательного аппарата:

– **укрепление мышц и связок**: упражнения в воде, особенно в бассейнах с противотоком или при использовании специального оборудования, позволяют эффективно укреплять мышцы, стабилизирующие суставы, без излишней нагрузки на них;

– **улучшение подвижности суставов**: плавучесть воды снижает гравитационную нагрузку, облегчая выполнение движений в суставах и способствуя сохранению их подвижности. Это особенно важно при артрозах, артритах и после травм;

– **снижение отеков и воспалений**: прохладные ванны и души могут помочь уменьшить отечность и воспаление в суставах и мягких тканях;

– **профилактика остеопороза**: хотя гидротерапия не является прямым методом лечения остеопороза, регулярные занятия в воде могут способствовать поддержанию мышечного тонуса и улучшению общего состояния организма.

Гидротерапия в адаптивной физической культуре

Гидротерапия играет важную роль в реабилитации и адаптации людей с ограниченными возможностями:

– **реабилитация после травм и операций**: плавучесть воды позволяет пациентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата выполнять упражнения, которые были бы невозможны на суше. Это способствует восстановлению двигательных функций, координации и силы;

– **лечение неврологических заболеваний**: гидрокинезиотерапия эффективна при таких состояниях, как детский церебральный паралич, рассеянный склероз, последствия инсульта. Вода помогает расслабить спастичные мышцы, улучшить равновесие и координацию;

– **снижение болевого синдрома**: теплая вода и гидромассаж могут значительно облегчить хронические боли при различных заболеваниях;

– **психологическая поддержка**: водные процедуры оказывают расслабляющее и успокаивающее действие, улучшая

эмоциональное состояние людей с ограниченными возможностями, повышая их самооценку и социальную адаптацию.

Преимущества гидротерапии:

– **комплексное воздействие**: вода одновременно оказывает термическое, механическое и химическое воздействие на организм;

– **широкий спектр применения**: подходит для людей разного возраста, уровня физической подготовки и состояния здоровья;

– **низкая травматичность**: водная среда снижает ударные нагрузки на суставы и позвоночник, что делает ее идеальной для реабилитации и тренировок при наличии проблем с опорно-двигательным аппаратом;

– **эффективность в восстановлении**: значительно ускоряет процессы восстановления после интенсивных физических нагрузок и травм;

– **психологический комфорт**: многие водные процедуры обладают выраженным расслабляющим и антистрессовым эффектом;

– **доступность**: многие виды гидротерапии (душ, ванна) доступны в домашних условиях, а бассейны и специализированные центры широко распространены;

– **отсутствие побочных эффектов**: при правильном применении и учете противопоказаний гидротерапия практически

не имеет побочных эффектов, в отличие от многих медикаментозных методов.

Ограничения и противопоказания гидротерапии:

– **острые воспалительные процессы**: высокая температура воды может усугубить воспаление;

– **сердечно-сосудистые заболевания в стадии декомпенсации**: тяжелая гипертония, ишемическая болезнь сердца, сердечная недостаточность;

– **онкологические заболевания**: некоторые процедуры могут стимулировать рост опухолей;

– **острые инфекционные заболевания**: грипп, ОРВИ, кожные инфекции;

– **тромбофлебит, склонность к кровотечениям**;

– **эпилепсия, тяжелые психические расстройства**;

– **открытые раны, трофические язвы**;

– **индивидуальная непереносимость холода или тепла**4

– **беременность**: некоторые виды процедур требуют осторожности или противопоказаны;

– **необходимость контроля**: для некоторых процедур требуется присутствие специалиста (например, при гидрокинезиотерапии);

– **гигиенические аспекты**: при использовании общественных бассейнов и ванн существует риск заражения кожными и грибковыми заболеваниями, что требует строгого соблюдения санитарных норм.

Перспективы развития гидротерапии в физической культуре

Развитие гидротерапии в физической культуре и спорте будет идти по нескольким направлениям:

– **индивидуализация программ**: создание персонализированных программ гидротерапии на основе данных функциональной диагностики, генетических особенностей и целей спортсмена;

– **интеграция с другими технологиями**: сочетание гидротерапии с электростимуляцией, криотерапией, лазерной терапией для усиления эффекта;

– **разработка нового оборудования**: создание более совершенных гидромассажных установок, бассейнов с регулируемым течением, подводных тренажеров, позволяющих более точно дозировать нагрузку и воздействие;

– **расширение научных исследований**: углубленное изучение физиологических механизмов воздействия различных видов гидротерапии на организм спортсменов, особенно на молекулярном и клеточном уровнях;

– **применение в виртуальной реальности**: разработка систем, позволяющих сочетать физические упражнения в воде с элементами виртуальной реальности для повышения мотивации и эффективности реабилитации;

– **развитие мобильных и портативных устройств**: создание компактных устройств для гидротерапии, которые можно

использовать в полевых условиях или в домашних условиях для быстрого восстановления;

– **обучение и повышение квалификации специалистов**: подготовка высококвалифицированных кадров, способных грамотно применять гидротерапевтические методы в спортивной практике и реабилитации.

Таким образом, гидротерапия является одной из наиболее эффективных и безопасных медико-биологических технологий, широко применяемых в физической культуре и спорте. Ее уникальные физические свойства позволяют достигать значительных результатов в повышении спортивной работоспособности, ускорении восстановления после нагрузок, профилактике травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, а также в адаптивной физической культуре. Благодаря своей многогранности, доступности и отсутствию выраженных побочных эффектов, гидротерапия остается востребованным методом как среди профессиональных спортсменов, так и среди любителей физической активности. Дальнейшее развитие технологий и углубленное научное изучение позволят еще более эффективно использовать потенциал воды для улучшения здоровья и физического состояния человека.

Контрольные задания по разделу 4

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Гидротерапия как медико-биологическая технология в физической культуре: понятия, механизмы, основные формы». Отразите:

– определение гидротерапии и ее место в системе здоровьесбережения;

– физиологические механизмы действия воды (термическое, механическое, химическое влияние);

– основные формы гидротерапии (общие и местные ванны, души, обливания, обтирания, контрастные процедуры, банные практики и др.).

2. **Разработайте схему классификации методов гидротерапии**, используемых в практике физической культуры и спорта. Возможные основания классификации:

– по температуре (холодные, нейтральные, теплые, горячие);

– по площади воздействия (общие, местные);

– по характеру воздействия (механическое, термическое, химическое);

– по целям (закаливание, восстановление, релаксация, реабилитация).

Для каждой группы укажите:

– типичные процедуры;

– основные эффекты;

– примерные показания и ограничения в контексте физической активности.

3. **Ситуационные задачи «Подбор водных процедур»**. Даны характеристики трех условных занимающихся:

– студент, 19 лет, регулярно занимается силовыми тренировками, жалуется на мышечную боль и ощущение «тяжелых» ног после занятий;

– студентка, 21 год, занимается аэробикой, часто простужается в осенне-зимний период, имеет низкую устойчивость к холоду;

– взрослый занимающийся, 40 лет, офисная работа, умеренная физическая активность, повышенная утомляемость, нарушения сна.

Для каждой ситуации:

– предложите возможные варианты водных процедур (с указанием типа, температуры, длительности, частоты – в общих чертах);

– обоснуйте предполагаемые эффекты (восстановление, закаливание, релаксация и др.);

– укажите основные противопоказания и ситуации, когда необходима консультация врача.

4. **Анализ инструкции / методички по гидротерапии**. Возьмите 1–2 методических рекомендации, памятки или описания процедур по гидротерапии (из учебных пособий, сайтов

санаториев, фитнес-центров, банных комплексов). Для каждого источника:

– выпишите рекомендованные процедуры и их параметры;

– отметьте указанные показания и противопоказания;

– оцените, насколько информация соответствует материалу раздела (научная обоснованность, безопасность, учет индивидуальных особенностей);

– сформулируйте краткие замечания / предложения по улучшению текста с точки зрения безопасности для занимающихся физической культурой.

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Влияние водных процедур / гидротерапии на восстановление, работоспособность, состояние нервной системы у занимающихся физической культурой / спортом». Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие формы гидротерапии изучались;

– основные результаты (восстановление, утомление, сон, вегетативная регуляция и др.);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой.

5 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛО-ХОЛОДОВЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Индивидуальные тепло-холодовые процедуры (криотерапия и термотерапия) представляют собой метод медико-биологических технологий, основанный на дозированном воздействии тепла и холода на организм с лечебной, реабилитационной или профилактической целью. Эти методы занимают важное место в современной спортивной медицине, физиотерапии и восстановительном лечении благодаря своей доступности, относительной простоте и доказанной эффективности.

Использование тепла и холода в лечебных целях имеет тысячелетнюю историю. Еще в Древнем Египте, Греции и Риме врачи применяли холодные компрессы для уменьшения отека и боли при травмах, а горячие ванны – для расслабления и лечения различных заболеваний. Гиппократ (460-377 гг. до н.э.) описывал применение льда и снега для остановки кровотечений и уменьшения отеков.

В XIX веке начинается научное изучение физиологических эффектов температуры. Немецкий врач Вильгельм Винтерниц (1834-1912) заложил основы современной гидро- и термотерапии. В XX веке с развитием физиотерапии появляются первые аппараты для контролируемого температурного воздействия.

Прорыв в криотерапии произошел в 1970-х годах в Японии, где доктор Тосима Ямаучи начал использовать сверхнизкие

температуры для лечения ревматоидного артрита. В 1984 году была создана первая криокамера для общей криотерапии. В спортивной медицине метод активно применяется с 1990-х годов.

Древний период

Первые упоминания о лечебном использовании холода относятся к эпохе Древней Греции. Выдающийся врач Гиппократ в своих трудах описывал применение холодной воды и льда для лечения травм, вывихов и воспалительных процессов. Он отмечал, что холод способен «сгущать кровь» и уменьшать болевые ощущения, что позволяло облегчить состояние пациента.

В Древнем Риме холод также активно применялся в лечебных целях. Римские бани (термы) включали не только горячие, но и холодные бассейны. Чередование температур использовалось для закаливания организма и улучшения общего самочувствия. Уже тогда люди интуитивно применяли принципы, которые сегодня лежат в основе контрастной терапии.

Кроме того, воины древности использовали холод для лечения ран и травм, полученных в бою. Лед и холодная вода помогали уменьшить кровотечение и предотвратить развитие воспаления.

Средние века и раннее Новое время

В период Средневековья развитие медицины несколько замедлилось, однако практика применения холода не исчезла полностью. Народная медицина продолжала использовать холодные компрессы и обливания для лечения различных заболеваний.

В эпоху Возрождения и в более поздние периоды интерес к физиологии человека вновь начал расти. Врачи стали уделять больше внимания изучению воздействия окружающей среды на организм, включая температурные факторы.

В XVIII–XIX веках холод начал использоваться более систематически. Врачи применяли лед для снижения температуры тела при лихорадках, а также для уменьшения боли при хирургических вмешательствах (до широкого распространения анестезии).

Развитие научного подхода (XIX–XX века)

С развитием физиологии и медицины в XIX веке началось научное изучение воздействия холода на организм человека. Исследователи установили, что холод вызывает сужение сосудов, снижает скорость проведения нервных импульсов и уменьшает воспалительные реакции.

В XX веке криотерапия получила дальнейшее развитие благодаря появлению новых технологий. Начали использоваться более эффективные способы охлаждения тканей, включая специальные охлаждающие устройства и химические охлаждающие смеси.

Особое внимание уделялось применению холода в спортивной медицине. Спортсмены начали активно использовать лед после тренировок и соревнований для восстановления и предотвращения травм.

Появление современной криотерапии

Ключевым этапом в развитии криотерапии стало создание метода общей криотерапии в 1970-х годах. Японский ученый Тосимо Ямаути разработал метод лечения ревматоидного артрита с использованием экстремально низких температур.

Он предложил воздействовать на организм холодом до –160 °C в течение короткого времени (2–3 минуты). Такой подход позволял достичь выраженного лечебного эффекта без вреда для организма.

Впоследствии этот метод получил широкое распространение в Европе, особенно в Германии и странах Восточной Европы. Были разработаны специальные криокамеры, обеспечивающие безопасное проведение процедур.

Криотерапия в современном спорте

С конца XX века криотерапия стала активно внедряться в профессиональный спорт. Ее начали использовать:

– футбольные клубы
– олимпийские сборные
– команды по хоккею, баскетболу и другим видам спорта

Современные спортсмены применяют:

– ледяные ванны
– криокамеры
– локальное охлаждение

Криотерапия используется:

– для восстановления после нагрузок

– для профилактики травм
– для ускорения реабилитации

Сегодня она является стандартной частью восстановительных программ в высоком спорте.

Современный этап и развитие технологий

В XXI веке криотерапия продолжает активно развиваться. Появляются:

– новые виды криокамер
– портативные устройства
– автоматизированные системы контроля температуры

Метод становится доступным не только профессиональным спортсменам, но и обычным людям, занимающимся фитнесом.

Также активно ведутся научные исследования, направленные на:

– изучение эффективности криотерапии
– оптимизацию температурных режимов
– индивидуализацию процедур

Таким образом, криотерапия прошла длительный путь развития – от простого использования льда в древности до высокотехнологичных процедур с применением экстремально низких температур. Сегодня она является научно обоснованным и широко применяемым методом восстановления, особенно в сфере физической культуры и спорта.

В современном спорте высших достижений восстановление после нагрузок является не менее важной составляющей

тренировочного процесса, чем сама тренировка. Мышцы не растут и не адаптируются во время физической работы – эти процессы происходят именно в период восстановления. Тренировка создает стресс, разрушение и микроповреждения, а адаптация и суперкомпенсация наступают в покое.

Тепло-холодовые процедуры позволяют:

– ускорять процессы регенерации поврежденных мышечных волокон;

– оптимизировать воспалительную реакцию (сохраняя необходимый для адаптации уровень, но устраняя избыточное воспаление);

– улучшать микроциркуляцию и доставку питательных веществ;

– выводить продукты метаболизма (молочную кислоту и др.);

– снимать мышечное напряжение;

– уменьшать отсроченную мышечную боль (крепатуру);

– профилактировать синдром перетренированности;

– улучшать качество сна.

Ключ к пониманию эффективности тепло-холодовых процедур – концепция гормезиса. **Гормезис** – это феномен, при котором краткосрочное контролируемое стрессовое воздействие низкой или умеренной интенсивности стимулирует защитные механизмы организма, делая его более устойчивым и адаптивным.

Подобно тому, как физическая нагрузка (стресс для мышц) запускает адаптационные механизмы и рост мышечной ткани, температурное воздействие активирует защитные системы организма:

– краткосрочное воздействие холода → сужение сосудов → активация защитных систем → после окончания: мощное расширение сосудов (реактивная гиперемия), улучшение кровообращения, укрепление иммунитета;

– краткосрочное воздействие тепла → расширение сосудов → усиление кровотока → расслабление мышц → выброс гормона роста → улучшение сна.

Критически важным является принцип дозированности. Чрезмерно сильное или слишком длительное воздействие может нанести вред. Правильно подобранная «доза» температурного стресса делает организм сильнее и выносливее.

Перед проведением индивидуальных тепло-холодовых процедур необходима консультация врача, так, как только специалист может правильно оценить показания, противопоказания и подобрать оптимальные параметры воздействия.

Понимание физиологических механизмов, лежащих в основе тепло-холодовых процедур, является необходимым условием для их грамотного и эффективного применения. Воздействие температуры на организм затрагивает три основных направления физиологических функций: местное кровообращение и

метаболизм, нервно-мышечную функцию, а также ноцицепцию (болевую чувствительность).

Организм человека поддерживает относительно постоянную температуру ядра (внутренних органов) около 37°C благодаря сложной системе терморегуляции. Центр терморегуляции расположен в гипоталамусе и получает информацию от терморецепторов кожи, внутренних органов и собственной температуры крови.

При локальном температурном воздействии на ограниченный участок тела включаются как местные механизмы (реакция сосудов данной области), так и, при достаточной интенсивности, системные реакции (изменение тонуса сосудов других областей, дрожь, потоотделение). Это важно учитывать при назначении процедур спортсменам с различным типом вегетативной регуляции.

Воздействие холода на организм проходит две фазы: непосредственное воздействие и постэффект (реакция после согревания).

Фаза непосредственного воздействия холода:

1. **Вазоконстрикция (сужение кровеносных сосудов).** При охлаждении кожи гладкая мускулатура артериол сокращается, что приводит к сужению просвета сосудов. Это защитный механизм, направленный на сохранение тепла в организме и предотвращение чрезмерной потери тепла через кожу.

2. **Снижение температуры тканей**. Температура мышц и подкожной клетчатки снижается, что замедляет скорость

метаболических процессов в этих тканях. Это свойство используется для защиты тканей в условиях ишемии и для снижения вторичного повреждения при травмах.

3. **Уменьшение отека и воспаления**. Холод снижает проницаемость капилляров, что уменьшает выход жидкой части крови в межклеточное пространство. Это приводит к уменьшению отека и замедлению воспалительных реакций.

4. **Снижение нервной проводимости**. Холод временно снижает скорость проведения нервных импульсов по чувствительным и двигательным волокнам. При снижении температуры тканей до 10-15°C наступает выраженный местный анестезирующий эффект. Это объясняется замедлением метаболизма нервной ткани и изменением проницаемости мембран для ионов натрия и калия.

Фаза постэффекта (после прекращения холодового воздействия):

1. **Реактивная гиперемия**. После прекращения охлаждения сосуды резко и мощно расширяются (вазодилатация), что приводит к усилению кровотока в несколько раз по сравнению с исходным состоянием.

2. **Улучшение микроциркуляции**. Кровь активно поступает даже в капилляры, которые в обычном состоянии могут быть частично закрыты. Это обеспечивает:

– доставку кислорода и питательных веществ к поврежденным мышцам;

– выведение продуктов метаболизма (лактата и др.);

– ускорение восстановительных процессов.

3. **Активация симпатической нервной системы**. Холодовой стресс вызывает выброс норадреналина, что приводит к повышению бодрости, улучшению настроения и активации иммунной системы.

4. **Выброс эндорфинов**. Выраженное холодовое воздействие стимулирует выделение эндорфинов – естественных обезболивающих веществ организма. Это обеспечивает анальгезирующий эффект и эйфорию после процедуры.

Тепловое воздействие также имеет специфические физиологические эффекты.

Вазодилатация (расширение сосудов). Под действием тепла гладкая мускулатура артериол расслабляется, просвет сосудов увеличивается. Это приводит к усилению кровотока в прогреваемой области.

Увеличение доставки кислорода и питательных веществ. Усиление кровотока обеспечивает активное поступление кислорода, питательных и биоактивных веществ к тканям.

Ускорение выведения продуктов метаболизма. Благодаря усилению венозного оттока и лимфотока ускоряется удаление продуктов обмена (молочной кислоты, креатинфосфокиназы и др.).

Расслабление мышц (спазмолитическое действие). Тепло снижает тонус мышечных волокон, уменьшает мышечный спазм.

Это связано с влиянием на мышечные веретена и изменение афферентной импульсации.

Увеличение эластичности соединительной ткани. Под действием тепла коллагеновые волокна становятся более растяжимыми. Это свойство используется для подготовки к растяжке и для увеличения подвижности суставов при контрактурах.

Обезболивание. Тепло активирует толстые миелинизированные волокна, которые по механизму "воротного контроля" (теория Мелзака и Уолла) блокируют проведение болевых импульсов на уровне спинного мозга.

Седативный эффект. Общее тепловое воздействие (ванны, сауны) активирует парасимпатическую нервную систему, что приводит к расслаблению, снижению тревожности и улучшению сна.

Холодовые процедуры вызывают кратковременное повышение артериального давления и учащение пульса с последующей нормализацией. Тепловые процедуры снижают периферическое сопротивление сосудов, что может приводить к снижению диастолического давления.

Регулярное краткосрочное холодовое воздействие увеличивает количество лейкоцитов и активность естественных киллеров, что повышает устойчивость к инфекциям. Тепловые процедуры активируют выработку интерферонов и могут

использоваться в комплексном лечении хронических воспалительных заболеваний.

Холодовой стресс активирует симпатоадреналовую систему, повышая уровень норадреналина. Тепловые процедуры стимулируют выработку соматотропного гормона (гормона роста) и пролактина.

Регулярное воздействие холода стимулирует образование и активацию бурого жира – особого типа жировой ткани, которая сжигает калории для производства тепла. Это приводит к улучшению метаболического профиля и может способствовать снижению веса.

Криотерапия – это метод физиотерапии, основанный на дозированном воздействии холода на организм с лечебной или профилактической целью. В зависимости от объема воздействия различают локальную и общую криотерапию.

Локальная криотерапия предполагает воздействие холодом на ограниченный участок тела. Температура тканей снижается в пределах их криоустойчивости (обычно до 5-10°С на глубине), без выраженных сдвигов общей терморегуляции организма.

Классические методы локальной криотерапии:

– **пузырь со льдом/криопакет** – это классическое средство для посттравматического и послеоперационного восстановления. Индивидуализация достигается дозированием времени (обычно 10-20 минут) и использованием тканевой прокладки для предотвращения холодового повреждения кожи. Важно помнить, что прямое приложение льда к коже не рекомендуется из-за риска обморожения;

– **массаж льдом** – используется для точечного воздействия на триггерные точки или небольшие мышечные группы. Спортсмен или массажист выполняет массирующие движения замороженным в стаканчике водой льдом. Этот метод эффективен при локальных мышечных спазмах и миофасциальном болевом синдроме;

– **холодные ванны (иммерсия)** – погружение конечности или всего тела в воду с температурой 10-15°C на 5-15 минут. Широко используется в командных видах спорта для послематчевого восстановления («послематчевое восстановление»).

Современные методы локальной криотерапии:

– **криокинетика** – сочетание холодового воздействия с движением. Технология включает кратковременное охлаждение конечности с последующей активной разработкой движений в суставе. Применяется для ускоренного восстановления после травм суставов и оперативных вмешательств;

– **газовая криотерапия (струи азота/воздуха)** – воздействие на ограниченный участок струей охлажденного газа (обычно от -30°С и ниже). Позволяет точно дозировать температуру и зону воздействия. Современные аппараты (например, BTL Cryotherapy) обеспечивают выходную температуру до -35°С при потоке воздуха до 1000 л/мин;

– **динамическая криотерапия** – процедура полностью управляется врачом с использованием различных насадок (5, 10, 15 мм, плоскоструйная насадка). Это позволяет максимально индивидуализировать лечение и добавлять в терапию фасциальные техники (расширенная динамическая криотерапия);

– **безоператорная криотерапия** – инновационный метод, при котором лечение происходит через специальные манжеты-аппликаторы, фиксируемые на различных частях тела. Внутри аппликатора циркулирует холодный воздух (до -35°С), что обеспечивает легкое компрессирующее и выраженное охлаждающее действие. Это позволяет освободить руки врача и проводить процедуру без его постоянного присутствия.

– **криотерапия аппаратом «Криотур-600»** – представляет собой современное оборудование для локальной криотерапии. Методика включает два этапа:

– локальное воздействие холодом с температурой охлаждающего элемента – 1-2°С по лабильной методике в течение короткого времени (до 2 минут);

– фиксация охлаждающей манжеты с температурой контактной поверхности +12+15°С на 12-15 минут.

Общая криотерапия: криосауны и криокамеры:

Общая воздушная криотерапия – это метод физической медицины, заключающийся в кратковременном воздействии на всю поверхность тела человека ламинарным потоком сухого охлажденного воздуха.

Криосауна (криокамера): кратковременное (до 3-4 минут) воздействие на все тело сверххолодным газом (азот или воздух). Различают два типа установок:

Азотные криокамеры: используют жидкий азот для охлаждения воздуха в камере. Температура в кабине достигает -110°С – -160°С. Пациент находится в кабине полностью, с головой (или без головы, в зависимости от конструкции).

Воздушные криокамеры (компрессорные): используют электрические компрессоры для охлаждения воздуха. Температура обычно достигает -60°С...-110°С. Считаются более безопасными и простыми в эксплуатации.

Общая криотерапия вызывает более выраженные системные реакции по сравнению с локальной:

– мощный выброс эндорфинов (выраженный обезболивающий эффект и эйфория);

– активация симпатической нервной системы (повышение уровня норадреналина в крови);

– снижение генерализованного воспаления;

– ускорение восстановления после экстремальных нагрузок;

– улучшение микроциркуляции во всем теле;

– иммуномодулирующий эффект.

Индивидуализация процедуры осуществляется по времени экспозиции и температуре в зависимости от массы тела, возраста и тренированности спортсмена.

Таблица 2 – Современные аппараты для локальной криотерапии (например, BTL) обладают следующими характеристиками

Параметр	Значение
Выходная температура	до - 35°C
Поток воздуха	до 1000 л.мин
Скорости воздушного потока	9 уровней
Режимы работы	непрерывный, импульсный
Насадки	5, 10, 15 мм, плоскоструйная
Аппликаторы	для безоператорной работы
Управление	сенсорный экран 7.0"

Важно отметить, что температура -35°C является оптимальной для локальной криотерапии, обеспечивая выраженный терапевтический эффект без риска повреждения глубоких тканей. Температуры ниже -35°C не усиливают лечебное действие, но увеличивают вероятность осложнений.

Современные аппараты содержат предустановленные протоколы для различных клинических ситуаций. Например, для аппаратов BTL разработаны протоколы P1-P9 для безоператорной криотерапии в спорте.

Таблица 3 – Протоколы P1-P9 для безоператорной криотерапии в спорте для аппаратов BTL

Показание	Протокол	Тип манжеты	Эффекты
Мышечное напряжение	P2	Кольцевая манжета	Миорелаксация, анальгезия, вазомоторный
Сосудистый спазм	P3	Конические манжеты M, L	Вазомоторный
Вывих лодыжки	P2	Манжета для стопы	Анальгезия, вазомоторный, противовоспалительный
Бурсит	P1	Плоская манжета	Миорелаксация, анальгезия, вазомоторный

Таблица 4 – Протоколы P1-P9 для динамической криотерапии в спорте для аппаратов BTL

Показание	Протокол	Размер насадки	Эффекты
Триггерные точки	P7	5 мм	Обезболивание, вазомоторный
Артрит	P8	10 мм	Обезболивание, противоотечный
Мышечный спазм	P8	15 мм, плоскоструйная	Вазомоторный, миорелаксация

Протоколы применения в спортивной медицине

Острые травмы (первые 48 часов)

При острой травме криотерапия является методом выбора. Протокол применения:

– локальная криотерапия по 15-20 минут каждые 2-3 часа в первые 24-48 часов;

– возвышенное положение травмированной конечности;

– компрессия (сочетание с компрессионной терапией усиливает противоотечный эффект).

Послетренировочное восстановление

Для ускорения восстановления после интенсивных нагрузок рекомендуется:

– общая криотерапия: 2-3 минуты при -110°С – -140°С.

– локальная криотерапия на основные работавшие мышечные группы;

– проведение процедуры в течение 30 минут – 2 часов после нагрузки.

Курсовое применение криотерапии (8-12 сеансов) в период интенсивных тренировок или соревнований позволяет:

– снизить уровень системного воспаления;

– улучшить качество сна;

– ускорить восстановление между тренировками;

– предотвратить синдром перетренированности.

Термотерапия – это метод физиотерапии, основанный на использовании тепла с лечебной целью. Тепло может применяться как к поверхности тела, так и к глубоким тканям.

Поверхностное теплолечение: Поверхностное теплолечение воздействует преимущественно на кожу и подкожную клетчатку, хотя рефлекторно влияет и на глубжележащие органы.

Согревающие компрессы и аппликации:

– **парафинотерапия**: парафин (расплавленный до 50-55°С) обладает высокой теплоемкостью и низкой теплопроводностью, что обеспечивает медленную отдачу тепла и глубокое прогревание. Применяется при хронических заболеваниях суставов, перед растяжкой, при контрактурах. Техника: нанесение парафина кисточкой (наслаивание) или погружение конечности в парафиновую ванну;

– **озокеритотерапия**: озокерит (горный воск) обладает еще более высокой теплоемкостью и содержит биологически активные вещества, усиливающие терапевтический эффект;

– **грязевые аппликации**: лечебные грязи (пелоиды) сочетают тепловое воздействие с химическим влиянием содержащихся в них микроэлементов и биологически активных веществ;

– **термоодеяла и электрогрелки:** современные термоодеяла обеспечивают программируемый локальный или общий нагрев с точным контролем температуры. Используются для разогрева перед тренировкой, при хронических мышечных болях, для расслабления;

– **инфракрасное излучение:** ИК-лампы прогревают ткани на глубину до 2-3 см. Эффективны при поверхностных мышечных болях, подкожных гематомах, для улучшения трофики кожи. Индивидуализация осуществляется по длине волны (коротковолновое ИК-излучение проникает глубже) и мощности;

– **гидротерапия:** теплые ванны, душ, подводный душ-массаж обеспечивают мягкое тепловое воздействие в сочетании с механическим фактором.

Глубокое теплолечение (диатермия)

Методы глубокого теплолечения позволяют прогревать мышцы, связки и суставы на значительной глубине.

– **коротковолновая диатермия:** использование токов высокой частоты (27,12 МГц) для прогрева глубоких слоев мышц и суставов. Энергия электромагнитного поля преобразуется в тепло в тканях с высоким электрическим сопротивлением (жировая ткань, кости). Технология требует точного расчета дозировки по ощущению тепла и мощности во избежание ожогов.

– **микроволновая терапия:** использование электромагнитных волн сверхвысокой частоты (460 МГц и 2450 МГц). Обеспечивает более избирательное прогревание тканей с высоким содержанием воды (мышцы).

– **ультразвуковая терапия:** превращение механической энергии ультразвука в тепло в глубоких тканях. Наибольшее тепловыделение происходит на границе сред с разным акустическим сопротивлением (например, мышечная ткань – надкостница). Это позволяет локально прогревать зоны энтезов (мест прикрепления связок и сухожилий).

Сауны и бани: сравнительный анализ

Финская сауна (сухой жар): температура – 80-100°С, влажность – 10-15%. Физиологические эффекты:

– интенсивное потоотделение (детоксикация);

– значительная нагрузка на сердечно-сосудистую систему (пульс до 120-150 уд.мин);

– выраженная релаксация мышц;

– стимуляция симпатической нервной системы.

Индивидуализация: по времени пребывания (обычно 5-15 минут) и количеству заходов (1-3). После сауны обязателен период охлаждения и отдыха.

Русская баня (влажный пар): температура – 50-70°С, влажность – 40-70% (до 100% в парильной). Физиологические эффекты:

– мягкое прогревание;

– более щадящее воздействие на сердечно-сосудистую систему;

– возможность использования веников (дополнительный механический и ароматерапевтический эффект).

Хаммам (турецкая баня): температура – 40-50°С, влажность – 80-100%. Физиологические эффекты:

– минимальная нагрузка на сердечно-сосудистую систему;

– выраженное расслабление;

– мягкое отшелушивание кожи;

– показан лицам с противопоказаниями к высоким температурам.

Инфракрасная сауна: температура воздуха – 45-60°С, принцип действия – прямое нагревание тела ИК-излучателями, воздух нагревается минимально. Физиологические эффекты:

– легкая переносимость (можно дышать прохладным воздухом);

– более глубокое прогревание тканей (ИК-лучи проникают глубже, чем нагретый воздух);

– меньше противопоказаний по сравнению с традиционными саунами;

– эффективно для разогрева перед растяжкой.

Современные технологии термотерапии:

– **термокостюмы и термоодеяла:** специальные костюмы из многослойных материалов подключаются к датчикам, контролирующим температуру и предотвращающим перегрев. Часто используются в сочетании с полиэтиленовой пленкой, надеваемой на голое тело для усиления эффекта.

– **локальная воздушная термотерапия:** аналогично аппаратам для криотерапии, существуют аппараты для локальной термотерапии с точно дозируемой температурой (до 45-50°С) и потоком воздуха.

Показания к термотерапии:

– нарушение обмена веществ и ожирение;

– спазмы и боли в мышцах;

– отеки и застойные явления в тканях;

– восстановительный период после травм;

– хронические заболевания опорно-двигательного аппарата;

– заболевания периферической нервной системы;

– частые простудные заболевания (в период ремиссии).

Контрастные процедуры представляют собой последовательное или попеременное воздействие тепла и холода на организм или его отдельные части. Контрастные процедуры оказывают уникальное физиологическое действие, которое не достигается при изолированном применении тепла или холода:

«Гимнастика сосудов» – попеременное сужение и расширение сосудов тренирует гладкую мускулатуру сосудистой стенки, улучшает ее тонус и реактивность. Это особенно важно для спортсменов, испытывающих значительные колебания сосудистого тонуса во время тренировок.

Усиление микроциркуляции – чередование температуры создает «насосный эффект», активно перемещая кровь из артериального русла в венозное и стимулируя лимфоотток.

Ускорение выведения лактата: благодаря усилению кровотока ускоряется выведение продуктов метаболизма из мышц, что уменьшает крепатуру и ускоряет восстановление.

Активация метаболизма – контрастные воздействия стимулируют обменные процессы и ускоряют регенерацию тканей.

Виды контрастных процедур:

– **контрастный душ:** чередование горячей (38-42°С) и холодной (10-20°С) воды. Начинают и заканчивают обычно

холодной водой. Время воздействия каждой температуры может варьировать от 30 секунд до 2-3 минут. Общая продолжительность – 5-15 минут;

– **контрастные ванны для конечностей:** попеременное погружение рук или ног в горячую и холодную воду. Эффективно при локальных отеках, после травм голеностопного или лучезапястного суставов;

– **контрастные сауны («сауна-бассейн»):** перемещение из горячего помещения (сауна 80-100°С) в холодный бассейн (8-15°С). Требует хорошей тренированности и постепенной адаптации. Оказывает мощное стимулирующее действие на нервную и сердечно-сосудистую системы.

Применение тепло-холодовых процедур как медико-биологической технологии подразумевает строгий учет индивидуальных особенностей спортсмена и конкретной клинической ситуации.

Для марафонцев, лыжников, пловцов на длинные дистанции, велогонщиков характерны:

– большой объем нагрузки;

– значительное накопление продуктов метаболизма;

– высокий риск системного воспаления;

– необходимость быстрого восстановления между тренировками.

Рекомендации:

– криотерапия сразу после нагрузки – «золотой стандарт»;

– общая криотерапия 2-3 раза в неделю в период интенсивных тренировок;

– контрастные процедуры в дни умеренных нагрузок;

– сауна только в дни отдыха или после легких тренировок.

Скоростно-силовые виды спорта – для спринтеров, прыгунов, тяжелоатлетов характерны:

– взрывные нагрузки;

– высокий риск травм связочно-сухожильного аппарата;

– важность поддержания эластичности мышц и связок.

Рекомендации:

– тепло до старта для разогрева связок и подготовки мышц;

– холод после нагрузки для снятия микровоспалений;

– локальная криотерапия на наиболее нагружаемые группы мыш;

– сауна или ИК-сауна для расслабления.

Игровые виды спорта – для футболистов, баскетболистов, хоккеистов характерны:

– сочетание аэробных и анаэробных нагрузок;

– высокий риск травм;

– необходимость быстрого восстановления между матчами.

Рекомендации:

– холодные ванны сразу после матча (послематчевое восстановление);

– контрастные процедуры на следующий день;

– локальная криотерапия при травмах;

– сауна 1-2 раза в неделю в зависимости от графика игр.

Дифференциация при травмах различной степени

Острый период (первые 48-72 часа):

– цель: уменьшение отека, воспаления, боли;

– метод: только холод;

– протокол: локальная криотерапия по 15-20 мин каждые 2-3 часа, возвышенное положение конечности, компрессия.

Подострый период (заживление):

– цель: стимуляция регенерации, восстановление функции;

– метод: переход от холода к теплу, затем контрастные процедуры;

– протокол: начинать с тепла (5-10 мин), затем холод (2-3 мин), повторять 3-4 раза. Важно избегать боли во время процедур.

Хронические заболевания:

– цель: улучшение трофики, уменьшение боли, профилактика обострений;

– метод: тепло или контраст;

– протокол: термотерапия перед нагрузкой (разогрев), контрастные процедуры после, курсовое применение (10-12 процедур).

Индивидуальные особенности вегетативной регуляции существенно влияют на переносимость и эффективность тепло-холодовых процедур.

Спортсмены с преобладанием симпатической нервной системы (легковозбудимые): высокая реактивность, склонность к тахикардии, повышенному давлению, тревожности**.** Рекомендации:

– тепловые процедуры на ночь могут нарушить сон;

– предпочтительны холод или кратковременное тепло;

– контрастные процедуры лучше проводить в первой половине дня;

– сауна – осторожно, с ограничением времени.

Спортсмены с преобладанием парасимпатической нервной системы (ваготоники): склонность к брадикардии, пониженному давлению, вялости. Рекомендации:

– тонизирующие холодные и контрастные процедуры утром;

– тепловые процедуры хорошо переносятся в любое время;

– сауна показана, хорошо переносится.

Организм обладает способностью адаптироваться к повторяющимся воздействиям. Систематическое применение одного и того же температурного раздражителя снижает реакцию организма (феномен тахифилаксии). Технология требует периодической смены режимов (вариативность).

Принципы преодоления адаптации:

1. Вариативность температуры: периодическое изменение температурных параметров.

2. Вариативность длительности: чередование коротких и длинных протоколов.

3. Вариативность метода: смена вида процедуры (криотерапия, термотерапия, контраст).

4. Циклирование: курсовое применение с перерывами (например, 2 недели криотерапии, 2 недели перерыва или термотерапии).

Противопоказания к холодовым процедурам:

– гиперчувствительность к холодовому фактору (холодовая аллергия, криоглобулинемия);

– нарушение периферического кровообращения: болезнь и синдром Рейно, облитерирующий эндартериит, атеросклероз сосудов конечностей;

– тромбоз глубоких вен;

– заболевания крови (анемии, нарушения свертываемости);

– тяжелые заболевания сердечно-сосудистой системы (стенокардия, недавний инфаркт);

– острые инфекционные заболевания с лихорадкой;

– зоны с нарушенной чувствительностью;

– открытые раны в зоне воздействия.

Противопоказания к тепловым процедурам:

– нарушения целостности кожного покрова в зоне воздействия;

– острые воспалительные процессы, сопровождающиеся лихорадкой;

– кровотечения и нарушения свертываемости;

– беременность;

– онкологические заболевания (любой локализации);

– тяжелая сердечная недостаточность4

– активный туберкулез;

– наличие металлических имплантов, протезов, кардиостимуляторов в зоне воздействия;

– зоны с нарушенной чувствительностью, парализованные участки;

– инфицированные зоны;

– варикозное расширение вен (для тепловых процедур на ноги).

Общие правила безопасности при проведении процедур:

1. Консультация врача перед началом курса процедур обязательна.
2. Информированное согласие пациента о возможных рисках и ощущениях.
3. Контроль времени процедуры (использование таймера).
4. Защита кожи при локальном воздействии (прокладки, масла).
5. Мониторинг состояния пациента во время процедуры.
6. Недопустимость засыпания во время процедур.
7. Прекращение процедуры при появлении боли, дискомфорта, неадекватных реакций.

Особенности криотерапии:

– при локальной криотерапии обязательно использование тканевой прокладки между источником холода и кожей;

– время непрерывного воздействия не должно превышать 20-30 минут;

– не применять на участках с нарушенной чувствительностью;

– контролировать цвет кожи (побеление, синюшность – сигнал к прекращению);

– после процедуры необходимо активное согревание и движение.

Особенности термотерапии:

– контроль температуры нагревающих элементов (особенно электрогрелок);

– защита от ожогов (использование полотенец, простыней);

– осторожность у пациентов с нарушенной чувствительностью;

– контроль артериального давления и пульса при общих тепловых процедурах;

– обильное питье после процедур для предотвращения дегидратации.

У детей терморегуляция несовершенна, поэтому требуется особая осторожность:

– меньшая продолжительность процедур;

– более щадящие температуры4

– тщательный контроль состояния;

– недопустимость экстремальных температур;

– обязательное присутствие взрослого.

Лица пожилого возраста:

– сниженная адаптация к температурным воздействиям;

– часто сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания;

– возможно нарушение чувствительности;

– требуется постепенное увеличение нагрузки;

– предпочтительны более мягкие методы (ИК-сауна вместо финской).

Ключевые принципы эффективного применения тепло-холодовых процедур:

1. **Понимание физиологии** – знание механизмов действия тепла и холода позволяет выбирать оптимальный метод в каждой конкретной ситуации.

2. **Индивидуализация** – учет вида спорта, этапа тренировочного цикла, характера травмы, вегетативного статуса и индивидуальной переносимости.

3. **Дозированность** – строгое соблюдение временных и температурных параметров, основанных на научных данных.

4. **Безопасность** – учет противопоказаний и соблюдение техники безопасности.

5. **Вариативность** – периодическая смена режимов для предотвращения адаптации.

Таким образом, тепло-холодовые процедуры направлены на управление сосудистым тонусом, метаболизмом и воспалительными процессами для достижения максимальной спортивной формы, профилактики перетренированности и ускорения восстановления после травм и нагрузок.

При правильном, научно обоснованном применении эти методы становятся мощным инструментом в руках спортивного врача, физиотерапевта и реабилитолога, позволяя спортсменам быстрее восстанавливаться, тренироваться эффективнее и достигать более высоких результатов.

Индивидуальные тепло-холодовые процедуры в современном спорте и медицине представляют собой не просто «грелку» или «лед», а дозированное физиотерапевтическое воздействие, основанное на глубоком понимании физиологических механизмов.

Контрольные задания по разделу 5

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Индивидуальные тепло-холодовые процедуры в физической культуре: понятия, механизмы, основные формы». Отразите:

– определение тепло-холодовых процедур и их место в системе медико-биологических технологий;

– физиологические механизмы действия тепла и холода (влияние на сосуды, терморегуляцию, нервную систему, обмен веществ);

– основные формы индивидуальных процедур (грелки, согревающие компрессы, локальные ванны, холодные обертывания, криотерапия, локальное охлаждение и др.).

2. **Составьте сравнительную таблицу применения тепла и холода** в практике физической культуры и спорта. Рекомендуемые колонки:

– цель применения (обезболивание, снятие отека, расслабление мышц, подготовка к нагрузке и др.);

– типичные ситуации (острая травма, хроническая боль, мышечное напряжение, переутомление и т.д.);

– физиологические эффекты;

– примерные параметры процедур (температурный диапазон, длительность, частота – в общих чертах);

– основные противопоказания и риски.

В конце сделайте краткий вывод: в каких случаях целесообразнее тепло, в каких – холод, а когда возможно их чередование.

3. **Ситуационные задачи «Выбор процедуры»**. Даны три ситуации:

– студент, 19 лет, после силовой тренировки чувствует выраженную боль в мышцах бедер, отека и покраснения нет, общее состояние нормальное;

– студентка, 20 лет, в ходе тренировки получила ушиб голени: локальная боль, небольшой отек, болезненность при надавливании, прошло 2 часа;

– взрослый занимающийся, 35 лет, хроническая боль в пояснице, усиливается после длительного сидения, в покое умеренная, без признаков острого воспаления.

Для каждой ситуации:

– обоснуйте, целесообразнее ли применить тепло, холод или их сочетание;

– опишите предполагаемую схему процедуры (локализация, ориентировочная длительность, кратность – без назначения конкретных режимов лечения);

– укажите, при каких симптомах процедуру следует прекратить и обратиться к специалисту.

4. **Анализ инструкции / методички по применению тепла и холода**. Возьмите 1–2 методических рекомендации, памятки или описания процедур (из учебных пособий, сайтов клиник, спортивных центров, производителей термо- и криопродукции). Для каждого источника:

– выпишите рекомендованные показания, способы применения тепла и холода;

– отметьте указанные противопоказания и предосторожности;

– оцените, насколько информация соответствует материалу раздела (научная обоснованность, безопасность, учет индивидуальных особенностей);

– сформулируйте краткие замечания/предложения по улучшению текста с точки зрения безопасности для занимающихся физической культурой.

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Влияние локального охлаждения / нагревания или контрастных температурных процедур на восстановление, работоспособность, болевой синдром у занимающихся физической культурой / спортом». Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие тепло-холодовые процедуры изучались;

– основные результаты (восстановление, боль, маркеры воспаления, переносимость нагрузок и др.);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой.

6 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: УДАРНО-ВОЛНОВАЯ ТЕРАПИЯ

Современный спорт характеризуется экстремальными физическими нагрузками, которые приводят к накоплению микротравм, дегенеративно-дистрофическим изменениям сухожильно-связочного аппарата и миофасциальным дисфункциям. Традиционные методы восстановления (медикаментозная терапия, массаж, электрофизиотерапия) не всегда позволяют сохранить высокий уровень работоспособности в условиях плотного календаря соревнований. В этой связи ударно-волновая терапия (УВТ) рассматривается как высокоэффективная немедикаментозная технология, позволяющая управлять репаративными процессами в соединительной ткани и купировать болевой синдром без использования фармакологических средств, которые могут влиять на допинговый статус спортсмена.

Физико-биологические основы ударно-волновой терапии

Акустические волны, используемые в медицинских и спортивно-восстановительных целях, представляют собой механические колебания, распространяющиеся в упругой среде. В зависимости от частоты, амплитуды и формы волны различают:

– **ультразвук** – непрерывные или импульсные синусоидальные колебания частотой выше 20 кГц, используемые для визуализации и низкоинтенсивной стимуляции.

– **ударные волны** – одиночные акустические импульсы с высоким пиковым давлением (до 100 МПа), коротким временем нарастания (< 10 нс) и широким частотным спектром (от 16 Гц до 20 МГц).

В отличие от ультразвука, ударная волна характеризуется нелинейностью распространения: скорость ее фронта зависит от давления, что приводит к формированию крутого фронта и последующему разрежению. Именно нелинейные эффекты (кавитация, сдвиговые напряжения) обеспечивают уникальные биологические ответы.

Физические параметры ударной волны

Для понимания дозирования в спортивной практике необходимо оперировать следующими характеристиками:

1. Пиковое положительное давление (p_peak) – максимальное давление в зоне фокуса или на поверхности аппликатора. Измеряется в мегапаскалях (МПа) или барах (1 бар = 0,1 МПа). Для радиальной УВТ типичные значения – 1–5 бар, для фокусированной – до 100 МПа.

2. Плотность потока энергии (ЭППЭ) – ключевой параметр дозирования, измеряемый в миллиджоулях на квадратный миллиметр (мДж/мм²). Характеризует количество энергии, переданной в единицу площади за один импульс:

– низкая: 0,03–0,10 мДж/мм² – трофический и миорелаксирующий эффект;

– средняя: 0,10–0,28 мДж/мм² – тендинопатии, фиброз, триггерные точки;

– высокая: 0,28–0,60 мДж/мм² – кальцификаты, оссификаты, стимуляция остеогенеза.

3. Частота следования импульсов – количество импульсов в секунду (Гц). Низкие частоты (1–5 Гц) применяются при глубокой фокусированной УВТ для работы с костными структурами. Средние и высокие частоты (8–21 Гц) используются в радиальной УВТ для миофасциального воздействия.

4. Количество импульсов за процедуру – от 500 до 4000 в зависимости от зоны воздействия и задачи.

Генерация ударных волн: сравнительная характеристика технологий

В аппаратах УВТ используются три основных принципа генерации:

1. **Электрогидравлический:** вода в камере испаряется при высоковольтном разряде, образуя плазменный пузырь. Его расширение и схлопывание генерирует ударную волну, которая фокусируется эллипсоидным отражателем. Преимущество – высокая пиковая мощность. Недостаток – необходимость замены электродов, нестабильность энергии от импульса к импульсу.

2. **Пьезокерамический:** массив пьезоэлементов, расположенных на сферической поверхности, генерирует волну при подаче электрического импульса. Волна фокусируется геометрически. Преимущество – высокая стабильность, точная

фокусировка, возможность регулировки глубины. Недостаток – относительно низкая мощность.

3. **Электромагнитный:** мембрана приводится в движение магнитным полем, создаваемым катушкой. Волна фокусируется акустической линзой. Преимущество – хорошая повторяемость параметров, возможность использования как в фокусированном, так и в радиальном режиме.

4. **Пневматический (радиальная УВТ):** компрессор создает сжатый воздух, который разгоняет снаряд в аппликаторе. Снаряд ударяет по насадке, генерируя расходящуюся акустическую волну. Преимущество – безопасность, низкая стоимость, эффективность при поверхностных патологиях. Недостаток – невозможность фокусировки на глубине более 3–5 см.

Распространение ударной волны в биологических тканях

Биологические ткани представляют собой гетерогенную среду с различными акустическими импедансами (плотность × скорость звука). При переходе волны через границы сред (кожа–жир–мышца–фасция–кость) происходят:

– **отражение** – часть энергии возвращается, что может вызывать стоячие волны и нагрев.

– **преломление** – изменение направления распространения.

– **поглощение** – переход механической энергии в тепловую. Наибольшее поглощение наблюдается в тканях с

высоким содержанием коллагена (сухожилия, фасции) и в костной ткани.

Ключевое отличие радиальной и фокусированной УВТ – характер распределения энергии. Радиальная волна имеет максимум на поверхности (у насадки) и экспоненциально затухает с глубиной. Фокусированная волна сохраняет энергию до зоны фокуса, что позволяет воздействовать на глубокие структуры без повреждения поверхностных тканей.

Классификация технологий УВТ и аппаратное обеспечение

Для радиальной УВТ используются насадки различной формы:

– **плоские** – для поверхностных мышц и фасций;

– **выпуклые** – для зон с неровным рельефом (позвоночник, локтевые суставы);

– **острые (конические)** – для точечного воздействия на триггерные точки и энтезы;

– **глубокие (длинные)** – для работы в труднодоступных анатомических зонах.

Диаметр насадки влияет на глубину проникновения: меньший диаметр создает более высокую плотность энергии на единицу площади, но меньшую глубину.

Критерии выбора типа УВТ в спортивной практике

Выбор определяется следующими факторами:

1. Глубина залегания патологического очага: если очаг находится в пределах 3–4 см от поверхности (триггерные точки,

поверхностные сухожилия, фасции) – достаточна радиальная УВТ. При глубоких тендинопатиях (глубокие волокна надостной мышцы, подвздошно-поясничная мышца, глубокие отделы ахиллова сухожилия) необходима фокусированная.

2. Фаза тренировочного цикла: в соревновательный период предпочтительна низкоэнергетическая радиальная УВТ как наименее травматичная. В реабилитационный период может применяться высокоэнергетическая фокусированная.

3. Характер патологии**:** для дезинтеграции кальцификатов и оссификатов требуется фокусированная УВТ с высокой плотностью энергии. Для миофасциального релиза – радиальная.

Физиологические механизмы воздействия на опорно-двигательный аппарат

Клетки соединительной ткани (фибробласты, тенобласты, остеобласты, хондроциты) обладают способностью преобразовывать механические стимулы в биохимические сигналы – механотрансдукция. Ударная волна вызывает:

– деформацию цитоскелета: механическое напряжение передается через интегрины к ядру, что изменяет экспрессию генов;

– активацию ионных каналов: возникают потенциал-зависимые и механочувствительные токи (Ca^{2+}, K^{+}), запускающие внутриклеточные каскады;

– высвобождение факторов роста: в ответ на механическое воздействие клетки секретируют VEGF (фактор роста эндотелия

сосудов), TGF-β1 (трансформирующий фактор роста бета-1), PDGF (фактор роста тромбоцитов).

Кавитация и ее роль в тканевой регенерации

Кавитация – образование, рост и схлопывание газовых пузырьков в жидкой среде под действием акустической волны. При схлопывании пузырьков возникают:

– микроструи – направленные потоки жидкости, способные разрывать фиброзные спайки;

– локальные температуры до нескольких тысяч градусов (в микромасштабах) и давления до нескольких гигапаскалей;

– образование свободных радикалов (OH^+, H^+), которые в низких концентрациях стимулируют ангиогенез и активируют макрофаги.

В спортивной практике контролируемая кавитация используется для деструкции кальцификатов в сухожилиях (например, при кальцифицирующем тендините надостной мышцы у пловцов и теннисистов) и для разрыхления фиброзной ткани после повторяющихся микротравм.

Влияние на сухожильно-связочный аппарат

Сухожилия в условиях интенсивных нагрузок подвержены тендинопатиям – дегенеративным изменениям без воспалительного компонента. УВТ вызывает:

1. Апоптоз дегенеративных фибробластов: старые клетки, продуцирующие некачественный коллаген III типа, удаляются.

2. Рекрутирование мезенхимальных стволовых клеток (МСК): механическое воздействие создает градиент хемоаттрактантов, направляющий МСК в зону повреждения.

3. Стимуляцию синтеза коллагена I типа: формируются прочные, ориентированные вдоль вектора нагрузки коллагеновые волокна.

4. Неоваскуляризацию. Увеличение капиллярной сети в зоне энтеза (места прикрепления сухожилия к кости), что критически важно для тканей с низким метаболизмом.

Механизмы миорелаксации и воздействие на мышечный гипертонус

Мышечный гипертонус у спортсменов может быть:

Тоническим – следствие центрального утомления и нарушения регуляции.

Миофасциальным – наличие триггерных точек (тугих мышечных тяжей).

УВТ воздействует через следующие механизмы:

1. **Снижение активности гамма-мотонейронов:** ударная волна воздействует на мышечные веретена (интрафузальные волокна), снижая их чувствительность к растяжению. Это уменьшает альфа-гамма-коактивацию и приводит к рефлекторному снижению тонуса.

2. **Дезинтеграция фиброзных спаек:** при хроническом гипертонусе между мышечными волокнами и фасциями формируются фиброзные сращения. Кавитация и сдвиговые

напряжения, создаваемые ударной волной, разрыхляют эти спайки, восстанавливая скольжение фасциальных слоев.

3. **Влияние на субстанцию Р и ноцицепторы:** УВТ вызывает локальную дегенерацию свободных нервных окончаний и снижает высвобождение субстанции Р – нейропептида, ответственного за передачу болевого импульса и поддержание нейрогенного воспаления. Эффект сохраняется до 6–12 месяцев, что объясняет длительное обезболивание после курса процедур.

4. **Нормализация микроциркуляции:** спазмированная мышца сдавливает капилляры, создавая ишемию. Ударная волна через NO-зависимый механизм вызывает вазодилатацию артериол, увеличивая локальный кровоток и ускоряя выведение метаболитов (лактата, мочевины).

5. **Остеогенетический эффект:** для спортивной практики важно, что УВТ стимулирует остеогенез:

– микротрещины в костной ткани (контролируемые) активируют остеобласты;

– усиление кровотока в надкостнице;

– стимуляция образования костной мозоли при стресс-переломах и задержке консолидации.

Это позволяет применять УВТ при маршевых переломах (стресс-переломах плюсневых костей, большеберцовой кости) у бегунов и прыгунов.

Применение УВТ в тренировочном процессе и реабилитации спортсменов

В спортивной практике использование УВТ должно быть синхронизировано с макро-, мезо- и микроциклами подготовки.

Подготовительный период (базовый): цель – закладка структурного фундамента. Применяется:

– высокоэнергетическая фокусированная УВТ для лечения хронических тендинопатий и энтезопатий;

– воздействие на зоны повышенного риска (ахиллово сухожилие, связка надколенника, вращательная манжета плеча) для профилактики дегенерации.

Соревновательный период: цель – поддержание работоспособности при минимизации побочных эффектов. Применяется:

– низкоэнергетическая радиальная УВТ (0,03–0,10 мДж/мм², 8–12 Гц) для снятия локального мышечного гипертонуса;

– воздействие на триггерные точки за 48–72 часа до старта;

– исключение воздействия на сухожильные энтезы за 3–4 дня до соревнований.

Переходный период (реабилитация): цель – восстановление после сезона, устранение последствий накопленных микротравм. Применяется:

– высокоэнергетическая фокусированная УВТ для дезинтеграции оссификатов, фиброзных изменений;

– волный курс (4–6 процедур с интервалом 5–10 дней).

Лечение микротравм и тендинопатий

Тендинопатия ахиллова сухожилия (у бегунов, прыгунов)

Тип УВТ: фокусированная.

Параметры: 0,12–0,20 мДж/мм², 1500–2000 импульсов, частота 4–8 Гц, 3–4 процедуры с интервалом 7 дней.

Зона воздействия: энтез (пяточная кость) и зона максимальной болезненности (дистальная треть сухожилия).

Механизм: стимуляция ангиогенеза в гиповаскулярной зоне, апоптоз дегенеративных фибробластов.

Тендинопатия связки надколенника («колено прыгуна»)

Тип УВТ: фокусированная или радиальная (при поверхностном расположении).

Параметры: 0,10–0,18 мДж/мм², 1500 импульсов, 3–5 процедур.

Особенность: воздействие строго на энтез в области нижнего полюса надколенника, избегая прямого удара по хрящу.

Латеральный эпикондилит («локоть теннисиста»)

Тип УВТ: радиальная (поверхностное расположение энтеза).

Параметры: 0,08–0,15 мДж/мм², 1000–1500 импульсов, частота 10–15 Гц, 3–5 процедур с интервалом 5–7 дней.

Зона воздействия: место прикрепления разгибателей запястья к латеральному надмыщелку.

Снятие мышечного гипертонуса и работа с триггерными точками

Триггерные точки (ТТ) – гиперраздражимые участки в мышечных тяжах, возникающие в результате перегрузки или утомления. УВТ является методом выбора при хронических ТТ, не поддающихся мануальной терапии.

Тип УВТ: радиальная с конической насадкой.

Параметры: низкая энергия (0,03–0,06 мДж/мм²), частота 12–15 Гц, 500–800 импульсов на ТТ.

Техника: аппликатор устанавливается на ТТ, воздействие проводится до появления локального покраснения и рефлекторного расслабления мышцы.

Для крупных мышечных групп (трапециевидная, широчайшая, икроножная) используется плоская насадка с энергией до 0,10 мДж/мм² и частотой 10–12 Гц, количество импульсов 1500–2000.

Восстановление после нагрузок

УВТ может быть включена в систему восстановительных мероприятий между тренировками при условии правильного дозирования.

Тип УВТ: радиальная.

Параметры: 0,03–0,05 мДж/мм², 8–10 Гц, 1000–1500 импульсов на мышечную группу.

Эффекты: ускорение лимфотока, выведение продуктов метаболизма, снижение крепатуры (отсроченной мышечной болезненности).

Важно: процедура проводится не ранее чем через 2 часа после нагрузки и не менее чем за 24 часа до следующей интенсивной тренировки.

Клинико-физиологическое обоснование протоколов и дозирования

Таблица – Принципы дозирования в зависимости от типа тканей

Ткань/Структура	Рекомендуемая ЭППЭ (мДж/мм²)	Глубина проникновения	Тип УВТ
Кожа, подкожная клетчатка	0,03–0,08	поверхностно	радиальная
Мышцы (поверхностные)	0,05–0,12	до 3 см	радиальная
Мышцы (глубокие), фасции	0,10–0,20	3–5 см	радиальная/фокусированная
Сухожилия, энтезы	0,10–0,25	2–6 см	фокусированная
Кальцификаты	0,25–0,40	3–8 см	фокусированная
Кость (надкостница)	0,15–0,30	до 10 см	фокусированная

Количество процедур и интервалы

В спортивной практике применяются различные схемы:

1. **Интенсивный курс (для острых состояний):** 3–4 процедуры с интервалом 3–5 дней.

2. **Поддерживающий курс (для хронических тендинопатий):** 5–6 процедур с интервалом 7–10 дней.

3. **Профилактический (межсезонье):** 2–3 процедуры с интервалом 14 дней.

Максимальное количество импульсов за одну процедуру не должно превышать:

- для радиальной УВТ: 3000–4000;
- для фокусированной УВТ: 2500–3000.

Факторы, влияющие на эффективность

1. **Стадия патологии:** УВТ наиболее эффективна при хронических (не менее 3 месяцев) тендинопатиях. При острых состояниях (менее 2 недель) применение ограничено из-за риска усиления отека.

2. **Совместимость с физическими нагрузками:** полное исключение нагрузок после высокоэнергетической фокусированной УВТ не требуется, но необходима их редукция на 50–70% в течение 48 часов.

3. **Использование анестезии:** местная анестезия снижает эффективность УВТ, так как блокада ноцицепции нарушает механизмы нейрорефлекторной регуляции. При высокой болезненности допустимо применение криотерапии после процедуры.

Безопасность, противопоказания и интеграция с другими технологиями

Талица – Противопоказания в спортивной практике

Противопоказание	Обоснование
Открытые зоны роста (эпифизарные пластинки) у спортсменов до 18–20 лет	Риск преждевременного закрытия зон роста
Свежие разрывы мышц и связок (первые 10–14 дней)	Увеличение гематомы, нарушение первичной репарации
Тромбоз глубоких вен (особенно у спортсменов, принимающих эритропоэтины)	Риск тромбоэмболии
Металлические импланты в зоне воздействия	Нагрев металла, повреждение тканей
Кардиостимуляторы	Возможное нарушение работы
Беременность (особенно воздействие на поясничную область и живот)	Риск преждевременных родов

Побочные эффекты

При соблюдении протоколов побочные эффекты минимальны и транзиторны:

– **петехии и гиперемия** – проходят в течение 24–48 часов;

– **гематомы** – возникают при превышении энергии или наличии коагулопатии;

– **усиление боли** в первые 24 часа – физиологическая реакция, связанная с активацией стерильного воспаления;

– **отек** – при воздействии на зоны с обильной иннервацией и сосудистой сетью.

Интеграция УВТ с другими медико-биологическими технологиями

В спортивной практике УВТ редко применяется изолированно. Наиболее эффективные комбинации:

1. **УВТ + PRP-терапия (обогащенная тромбоцитами плазма):** сначала УВТ создает стерильное воспаление и кавитационные микроканалы, улучшая перфузию. Затем в ту же зону вводится PRP. Это стандарт лечения тяжелых тендинопатий в спорте высших достижений. Последовательность: УВТ → через 24–48 часов PRP.

2. **УВТ + Кинезиотейпирование:** после УВТ снижается мышечный тонус и купируется боль. Кинезиотейп пролонгирует этот эффект, поддерживая правильную биомеханику и лимфодренаж. Тейп накладывается сразу после процедуры на 3–5 дней.

3. **УВТ + Криотерапия:** локальная криотерапия после УВТ снижает болевые ощущения и предотвращает избыточный отек. Применяется при высокоэнергетическом воздействии. Важно: крио не должна применяться до УВТ, так как снижение кровотока уменьшает эффективность.

4. **УВТ + Массаж (миофасциальный релиз):** УВТ эффективно воздействует на глубокие триггерные точки, но не прорабатывает поверхностные фасции. Комбинация с миофасциальным релизом (роллинг, мануальный массаж) позволяет достичь полного расслабления мышечного массива.

Научное обоснование: от эмпирики к доказательной медицине

Ударно-волновая терапия за три десятилетия своего применения в спортивной медицине прошла путь от эмпирического метода до высокотехнологичной процедуры с солидной доказательной базой. Проведенный в данной работе анализ позволяет утверждать, что эффективность УВТ базируется на трех фундаментальных биофизических процессах, каждый из которых имеет строгое научное подтверждение.

Механотрансдукция как ключевой механизм реализуется через активацию интегриновых рецепторов клеточной мембраны, что запускает внутриклеточные каскады с участием MAP-киназ и Rho-ГТФаз. Это приводит к изменению экспрессии более 200 генов, ответственных за пролиферацию, дифференцировку и синтез внеклеточного матрикса. Особое значение для спортивной практики имеет активация гена COL1A1, кодирующего синтез коллагена I типа – основного структурного белка сухожилий и связок. В отличие от патологического фиброза, при котором преобладает коллаген III типа, УВТ стимулирует образование прочных, ориентированных вдоль вектора нагрузки волокон.

Кавитационный механизм обеспечивает уникальную возможность неинвазивного воздействия на глубокие структуры. При схлопывании микропузырьков возникают локальные давления до 10 ГПа и температуры до 5000 К, что приводит к:

– дезинтеграции кальцификатов в сухожилиях с эффективностью до 85% при кальцифицирующем тендините плеча;

– разрыву фиброзных спаек между фасциальными слоями, что клинически проявляется восстановлением амплитуды движений и снижением мышечного сопротивления;

– активации макрофагов и стимуляции фагоцитоза, что обеспечивает очищение зоны повреждения от дегенеративных тканей.

Нейрорефлекторная регуляция реализуется на трех уровнях. На периферическом уровне происходит дегенерация свободных нервных окончаний в зоне максимальной плотности энергии, что объясняет длительный (до 12 месяцев) анальгетический эффект. На сегментарном уровне активируются механизмы «воротного контроля» боли с вовлечением желатиновой субстанции спинного мозга. На супрасегментарном уровне стимулируются антиноцицептивные структуры ствола мозга (периакведуктальное серое вещество, ядра шва), что приводит к выделению эндогенных опиоидов и обеспечивает системное обезболивающее действие.

Многочисленные рандомизированные контролируемые исследования, систематические обзоры и мета-анализы, рассмотренные в данной работе (Rompe et al., 2009; Wang et al., 2017; Malliaropoulos et al., 2020), подтверждают уровень доказательности 1a–1b для таких нозологий, как тендинопатия ахиллова сухожилия, тендинопатия связки надколенника, кальцифицирующий тендинит плеча и плантарный фасциит. Это позволяет рассматривать УВТ не как альтернативную или вспомогательную методику, а как метод первой линии при

хронических дегенеративно-дистрофических поражениях опорно-двигательного аппарата у спортсменов.

Дифференцированный подход: технологическая бинарность как основа эффективности

Одним из ключевых выводов данной работы является необходимость четкого разграничения двух технологических платформ УВТ – радиальной и фокусированной. Их объединение под единым термином «ударно-волновая терапия» в практической деятельности нередко приводит к тактическим ошибкам и снижению эффективности лечения.

Радиальная УВТ (рУВТ) с пневматическим принципом генерации создает расходящуюся акустическую волну с максимальной энергией на поверхности и экспоненциальным затуханием. Ее «зона ответственности» в спортивной практике включает:

– миофасциальную коррекцию: воздействие на триггерные точки, миофасциальные спайки, участки локального гипертонуса;

– поверхностные тендинопатии: где патологический очаг расположен в пределах 2–3 см от поверхности (латеральный эпикондилит, тендинопатия вращательной манжеты плеча в поверхностных отделах);

– рубцовые изменения после хирургических вмешательств (например, после артроскопии коленного сустава);

– восстановительные процедуры в соревновательном периоде, где требуется минимальное вмешательство в гомеостаз тканей.

Фокусированная УВТ (фУВТ) с электромагнитным, пьезокерамическим или электрогидравлическим принципом генерации позволяет концентрировать энергию в заданной глубине (от 2 до 12 см) без значимого воздействия на поверхностные ткани. Ее применение показано при:

– глубоких тендинопатиях: ахиллово сухожилие (дистальная треть), глубокая порция надостной мышцы, подвздошно-поясничная мышца;

– кальцифицирующих процессах: дезинтеграция гидроксиапатитных депозитов в сухожилиях и связках;

– патологии костной ткани: стресс-переломы, задержка консолидации, остеохондропатии (болезнь Шлаттера, болезнь Хаглунда-Шинца);

– энтезопатиях: где зона поражения локализована в месте прикрепления сухожилия к кости и требует высокой плотности энергии.

Важным выводом является также понимание того, что радиальная и фокусированная УВТ не являются взаимоисключающими, а могут применяться в рамках единой стратегии лечения. Например, при хронической тендинопатии ахиллова сухожилия возможно последовательное применение: фокусированная УВТ для воздействия на глубокие дегенеративные

участки и энтез, а радиальная – для работы с икроножной и камбаловидной мышцами, гипертонус которых является поддерживающим фактором патологии.

Периодизация применения: синхронизация УВТ с тренировочным процессом

В спортивной практике эффективность УВТ определяется не столько самим фактом применения, сколько точной синхронизацией процедур с фазами тренировочного процесса. На основе анализа литературы и клинического опыта в данной работе сформулированы четкие рекомендации по периодизации.

В подготовительном (базовом) периоде, когда закладывается структурный фундамент и объемы нагрузок максимальны, но отсутствует соревновательная ответственность, возможно применение высокоэнергетических протоколов фокусированной УВТ (0,20–0,35 мДж/мм², 2000–2500 импульсов, интервал 7–10 дней). Это оптимальное время для лечения хронических тендинопатий, дезинтеграции кальцификатов и стимуляции остеогенеза при стресс-переломах. Важно, что после высокоэнергетического воздействия требуется редукция тренировочных нагрузок на 50–70% в течение 48–72 часов, что в базовом периоде планируемо и не нарушает логику подготовки.

В предсоревновательном периоде целесообразно снижать интенсивность УВТ и переходить на радиальные протоколы средней энергии (0,10–0,15 мДж/мм²). Основные задачи на этом этапе – устранение остаточных мышечных гипертонусов, работа с

триггерными точками, стабилизация достигнутых результатов лечения. Интервал между процедурами сокращается до 5–7 дней, а временной лаг между УВТ и тренировкой должен составлять не менее 24–36 часов.

В соревновательном периоде применение УВТ требует максимальной осторожности. Допустимы только низкоэнергетические радиальные протоколы (0,03–0,08 мДж/мм², 8–12 Гц, до 1500 импульсов на мышечную группу) с исключением воздействия на сухожильные энтезы и зоны, вовлеченные в основную соревновательную нагрузку. Критически важно соблюдение временного интервала: последняя процедура должна проводиться не менее чем за 48–72 часа до старта. Это исключает риск остаточных микрогематом, транзиторного усиления болевого синдрома (физиологическая реакция на стерильное воспаление) и снижения скоростно-силовых качеств.

В переходном (восстановительном) периоде после окончания соревновательного сезона открывается «терапевтическое окно» для высокоэнергетических протоколов. На этом этапе возможно проведение полного курса фокусированной УВТ (4–6 процедур с интервалом 7–10 дней) для ликвидации накопленных за сезон микротравм, фиброзных изменений, оссификатов. Отсутствие соревновательной нагрузки позволяет не ограничивать интенсивность воздействия и обеспечить полноценную регенерацию.

Дополнительным выводом является необходимость индивидуального подхода к периодизации с учетом вида спорта. Для спортсменов циклических видов (легкая атлетика, лыжные гонки, велоспорт) более критично сохранение аэробной выносливости, поэтому в соревновательном периоде УВТ применяется минимально. Для игровых видов и единоборств, где акцент на взрывной силе и координации, интервалы между УВТ и нагрузкой должны быть увеличены до 72 часов.

Безопасность: анализ рисков и система их минимизации

Проведенный анализ литературы и клинических данных позволяет утверждать, что при соблюдении регламентированных протоколов УВТ является безопасным методом с благоприятным профилем побочных эффектов. Однако безопасность не является абсолютной и требует понимания специфических рисков, характерных для спортивной популяции.

Противопоказания, критически значимые в спортивной практике:

1. **Зоны роста (эпифизарные пластинки) у юных спортсменов** – это абсолютное противопоказание, обусловленное риском преждевременного закрытия зон роста и развития деформаций. Для спортсменов до 18–20 лет (возраст закрытия зон роста варьирует в зависимости от локализации) воздействие на эпиметафизарные зоны длинных трубчатых костей, тела позвонков и тазовые кости категорически запрещено. При необходимости

лечения тендинопатий у юных спортсменов зона воздействия должна отстоять не менее чем на 3–4 см от эпифизарной пластинки.

2. **Свежие разрывы мышц и сухожилий (первые 10–14 дней):** УВТ в острую фазу увеличивает объем гематомы за счет кавитационных эффектов и может нарушить процессы первичной репарации. Применение возможно только после завершения фазы пролиферации, при условии стабилизации гематомы и отсутствии признаков активного кровотечения.

3. **Тромбоз глубоких вен:** спортсмены, особенно принимающие эритропоэтины или находящиеся в состоянии дегидратации (виды спорта с весогонкой, марафон), входят в группу риска гиперкоагуляции. Воздействие УВТ на зоны проекции венозных сосудов может спровоцировать миграцию тромба. Обязателен скрининг (D-димер, УЗИ вен) при наличии факторов риска.

4. **Беременность:** помимо прямого воздействия на область матки, противопоказано воздействие на поясничную область и рефлексогенные зоны, которые могут инициировать преждевременную родовую деятельность.

Побочные эффекты и их управление:

Транзиторные побочные эффекты наблюдаются у 10–15% спортсменов и включают:

– **петехии и гиперемию** (нормальная реакция, купируется в течение 24–48 часов);

– **локальный отек** (особенно при воздействии на зоны с богатой васкуляризацией, требует применения криотерапии);

– **транзиторное усиление боли** (физиологическая реакция, связанная с активацией стерильного воспаления и кавитации, не требует отмены, купируется через 12–24 часа);

– **гематомы** (возникают при превышении порога энергии или наличии недиагностированной коагулопатии, требуют перерыва в тренировках до рассасывания).

Важным выводом является необходимость документирования всех параметров воздействия в медицинской карте спортсмена: тип аппарата, насадка, плотность энергии, частота, количество импульсов, зона воздействия, реакция на процедуру. Это обеспечивает преемственность лечения и возможность анализа эффективности.

Интеграция: синергия УВТ с другими медико-биологическими технологиями

Максимальная клиническая эффективность достигается не при изолированном применении УВТ, а при ее разумной интеграции в комплекс восстановительных мероприятий. На основе анализа литературы и практического опыта выделены наиболее эффективные комбинации.

1. **УВТ + PRP-терапия (обогащенная тромбоцитами плазма)** представляет собой «золотой стандарт» лечения тяжелых тендинопатий в спорте высших достижений. Патофизиологическое обоснование комбинации заключается в следующем: УВТ создает

стерильное воспаление и кавитационные микроканалы, увеличивая перфузию зоны воздействия и создавая хемотаксический градиент для клеток-мишеней. PRP, вводимая через 24–48 часов после УВТ, доставляет в зону поражения суперфизиологические концентрации факторов роста (PDGF, TGF-β, VEGF, EGF), которые в условиях активированного микроокружения обеспечивают максимальный репаративный ответ. Мета-анализы показывают, что комбинация УВТ и PRP повышает эффективность лечения тендинопатий на 20–30% по сравнению с монотерапией.

2. **УВТ + кинезиотейпирование** обеспечивает пролонгацию эффекта. После снижения мышечного тонуса и купирования боли под действием УВТ кинезиотейп (аппликация на 3–7 дней) поддерживает правильную биомеханику, обеспечивает лимфодренаж и проприоцептивную стимуляцию. Особенно эффективна эта комбинация при миофасциальных синдромах и реабилитации после тендинопатий нижних конечностей.

3. **УВТ + криотерапия** применяется для управления постпроцедурным отеком и болевым синдромом. Локальная криотерапия (10–15 минут) непосредственно после УВТ снижает транзиторное усиление боли и предотвращает избыточную воспалительную реакцию. Важно: криотерапия не должна предшествовать УВТ, так как снижение кровотока уменьшает эффективность механического воздействия.

4. **УВТ + миофасциальный релиз (массаж, роллинг)** позволяет достичь полного расслабления мышечного массива. УВТ

эффективно воздействует на глубокие триггерные точки и фиброзные спайки, но не прорабатывает поверхностные фасции и не обеспечивает полноценного венозного оттока из мышечного массива. Комбинация с миофасциальным релизом через 24–48 часов после УВТ завершает процесс мышечной релаксации.

5. **УВТ + эксцентрические упражнения** является стандартом реабилитации при тендинопатиях ахиллова сухожилия и связки надколенника. УВТ подготавливает ткань, создавая условия для ремоделирования, а эксцентрические нагрузки обеспечивают механическую стимуляцию для правильной ориентации новообразованных коллагеновых волокон вдоль вектора силы. Доказано, что комбинация превосходит монотерапию любым из методов.

Перспективы: вектор развития технологии и научных исследований

Анализ современных научных тенденций позволяет обозначить перспективные направления развития УВТ в спортивной медицине, которые должны стать предметом дальнейших исследований.

Персонализация протоколов на основе генетических маркеров. Одним из наиболее перспективных направлений является учет полиморфизмов генов, кодирующих структуру соединительной ткани. В частности, полиморфизм гена COL5A1 (rs12722) ассоциирован с предрасположенностью к тендинопатиям и может определять чувствительность к УВТ. Спортсмены с

определенными генотипами могут требовать модификации протоколов (увеличение количества процедур при снижении энергии, изменение интервалов). Разработка алгоритмов генетически ориентированной УВТ позволит повысить эффективность и сократить количество неэффективных курсов.

Развитие технологий навигации и обратной связи. Интеграция УВТ с ультразвуковой навигацией (УЗИ-УВТ) позволяет визуализировать зону воздействия в реальном времени, точно позиционировать фокус волны и контролировать динамику изменений. Второе поколение навигационных систем включает:

– автоматическое распознавание кальцификатов с расчетом необходимой энергии;

– контроль глубины фокуса в реальном времени;

– обратную связь по тканевому сопротивлению, позволяющую адаптировать параметры к индивидуальной акустической проводимости.

Разработка стандартизированных протоколов для различных видов спорта. Современная доказательная база позволяет говорить об эффективности УВТ в целом, но недостаточно дифференцирована по видам спорта. Очевидно, что протоколы для спортсменов циклических видов (с преобладанием аэробной нагрузки) и скоростно-силовых видов должны различаться по параметрам и периодизации. Необходимы исследования, сравнивающие эффективность различных протоколов в зависимости от:

– типа мышечной композиции (преобладание медленных или быстрых волокон);

– характера нагрузки (ударная, циклическая, статическая);

– специфических биомеханических особенностей вида спорта.

Изучение отдаленных эффектов и профилактического применения. Большинство существующих исследований оценивают эффективность УВТ в ближайшие 3–12 месяцев. Недостаточно данных об отдаленных результатах (3–5 лет) и о профилактической эффективности. Перспективным направлением является изучение возможности применения УВТ в предсезонной подготовке для профилактики тендинопатий у спортсменов групп риска (прыгуны, метатели, бегуны на длинные дистанции). Предварительные данные показывают, что профилактический курс УВТ (2–3 процедуры низкой энергии на зоны повышенной нагрузки) может снижать частоту тендинопатий на 30–40%.

Оптимизация комбинированных протоколов. Несмотря на признанную эффективность комбинаций УВТ с PRP, эксцентрическими упражнениями и кинезиотейпированием, оптимальная временная последовательность и дозировка компонентов остаются предметом дискуссий. Необходимы исследования, определяющие:

– оптимальный временной интервал между УВТ и PRP (24, 48 или 72 часа);

– необходимость повторных курсов УВТ после PRP;

– алгоритмы интеграции УВТ в процесс возвращения к тренировкам после травм.

Экономическая оценка и внедрение в систему спортивной медицины. Перспективным направлением является проведение фармакоэкономических исследований, оценивающих соотношение затрат на УВТ и экономической выгоды от сокращения потери тренировочного времени, уменьшения фармакологической нагрузки и снижения частоты хирургических вмешательств. Результаты таких исследований станут основой для включения УВТ в стандарты медицинского обеспечения спортивных сборных команд и клинические рекомендации.

Контрольные задания по разделу 6

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Механизмы действия и клинические показания ударно-волновой терапии в спортивной реабилитации». Отразите:

– краткое определение УВТ (фокусированная / радиальная);

– основные биофизические и биологические механизмы (механостимуляция, неоваскуляризация, модуляция болевых медиаторов, стимулирование регенерации);

– основные показания и противопоказания в спортивной практике.

– краткие рекомендации по планированию сеанса (параметры, частота, количество сеансов).

2. **Составьте сравнительную таблицу применения УВТ.** Рекомендуемые колонки:

– принцип генерации волны;

– глубина и локализация воздействия;

– тип тканей / показания;

– энергетический диапазон / единицы измерения;

– количество импульсов и частота в типичном сеансе;

– болезненность / потребность в анестезии;

– риск побочных эффектов / ограничения;

– практические соображения.

3. **Ситуационные задачи.** Даны характеристики трех условных занимающихся:

– студент, 19 лет, футболист-профессионал, 6 месяцев боли в ахилловом сухожилии, ухудшение при прыжках, МРТ: признаки дегенерации, НПВС и физиотерапия в прошлом без стойкого эффекта;

– студентка, 21 год, легкоатлет, повторяющиеся боли в подошвенной области стопы после интенсивных сборов, начальная клиника подошвенного фасциита, без системных заболеваний, получает антикоагулянтов нет;

– взрослый занимающийся, 35 лет, тренер любитель, острый (2 недели) болевой эпизод в локтевом суставе после подъема тяжести, выраженный отек и локальное покраснение.

Для каждой ситуации сформулируйте:

– краткую клиническую картину и рабочий диагноз;

– решение – целесообразно ли назначать УВТ;

– предложите протокол УВТ (тип волны, диапазон энергии / давления, число импульсов, частота сеансов);

– дополнительные меры реабилитации и рекомендации по возвращению к тренировкам».

4. **Анализ инструкции к прибору УВТ.** Найдите инструкцию по эксплуатации аппарата ударно-волновой терапии. Изучите разделы: назначение прибора, технические характеристики, показания и противопоказания, параметры воздействия, алгоритм работы, меры безопасности и предостережения. Подготовьте письменный анализ (1–2 страницы) по следующей структуре:

– общая информация о приборе;

– показания и противопоказания;

– параметры воздействия;

– алгоритм работы;

– меры безопасности;

– критическая оценка.

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Механизмы действия и клинические показания ударно-волновой терапии в спортивной реабилитации».

Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие методы / виды УВТ применялись (фокусированная или радиальная) и в каких параметрах (энергия / давление, число импульсов, частота сеансов);

– основные результаты (клиническая эффективность: боль, функция, маркеры воспаления / регенерации, сроки возвращения к тренировкам);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой и спортивной реабилитации.

7 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕЛ: ЛАЗЕРОФОРЕЗ

Современный спорт, особенно спорт высших достижений, предъявляет экстремальные требования к организму атлета. Постоянно возрастающие объемы и интенсивность тренировочных нагрузок, сжатые сроки между соревнованиями, высокая цена травм и необходимость быстрого восстановления делают вопросы медицинского обеспечения одними из ключевых факторов успеха. В этих условиях традиционная фармакотерапия часто оказывается в сложном положении: с одной стороны, требуется высокая эффективность и скорость действия, с другой – жесткие ограничения антидопинговых правил Всемирного антидопингового агентства (WADA) и риск побочных эффектов (гепатотоксичность, гастропатии, аллергические реакции). Любая лекарственная нагрузка становится фактором риска для здоровья спортсмена и его карьеры.

В ответ на этот вызов спортивная медицина все активнее обращается к неинвазивным физиотерапевтическим технологиям, позволяющим минимизировать системное воздействие препаратов, локализовать терапевтический эффект и ускорить репаративные процессы. Среди них особое место занимают методы фореза – доставки биологически активных веществ через неповрежденную кожу с помощью внешнего физического фактора. Традиционно использовались электрофорез и фонофорез (ультразвук), однако каждый из них имеет ограничения: электрофорез требует

применения электродов и может вызывать раздражение кожи, а фонофорез не всегда подходит для доставки крупных молекул и противопоказан при острых воспалениях.

Лазерофорез (или лазерный фотофорез) – метод, сочетающий низкоинтенсивное лазерное излучение с нанесением на кожу лекарственного или биологически активного вещества. Он начал активно развиваться с 1980-х годов, но широкое внедрение в спортивную практику получил в последние два десятилетия благодаря накопленной доказательной базе и появлению портативных лазерных аппаратов с контролируемыми параметрами. В отличие от электро- и фонофореза, лазерофорез обеспечивает более щадящее воздействие, возможность работы с глубоко расположенными тканями (суставы, сухожилия) и сочетает в себе сразу два терапевтических компонента: собственно, лазерную терапию (противовоспалительную, биостимулирующую, анальгетическую) и целевую доставку препарата в зону патологии.

Для спортивной медицины лазерофорез приобретает особое значение в решении трех ключевых задач:

1. **Неотложная реабилитация** после острых травм (растяжения, ушибы, частичные разрывы) с минимальным перерывом в тренировочном процессе.

2. **Лечение хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата** (тендинопатии, эпикондилиты, остеохондроз, дегенеративные изменения суставов), которые являются бичом многих видов спорта.

3. **Профилактика перетренированности и оптимизация восстановления** после интенсивных нагрузок путем коррекции микроциркуляции, лимфодренажа и метаболического статуса тканей.

Таким образом, лазерофорез биологически активных веществ представляет собой не просто альтернативу, а эволюционный шаг в развитии физиотерапии в спорте, позволяя реализовать принцип «терапии без лекарств» или «локальной терапии с высокой биодоступностью». В данном докладе будут рассмотрены механизмы метода, спектр применяемых веществ, клинические эффекты и особенности использования в условиях антидопингового контроля.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Лазерофорез представляет собой сложный мультимодальный процесс, в котором низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) выступает одновременно и фактором, повышающим проницаемость биологических барьеров, и движущей силой для направленного переноса биологически активных веществ (БАВ). Эффективность метода определяется совокупностью фотофизических, физико-химических и биологических механизмов, которые реализуются на трех последовательных уровнях: первичное взаимодействие фотонов с тканями и молекулами, вторичные эффекты в клетках и внеклеточном матриксе, и собственно транспорт активных субстанций к мишени.

Параметры лазерного излучения и их выбор для транскутанной доставки

Для лазерофореза применяются терапевтические (низкоинтенсивные) лазеры с плотностью мощности от 1 до 100 мВт/см², что исключает тепловую деструкцию тканей, но обеспечивает достаточную энергетическую плотность для запуска фотобиологических реакций. Ключевые параметры, определяющие эффективность и глубину проникновения:

1. **Длина волны** является главным фактором селективности и глубины воздействия. Для поверхностно расположенных структур (связки, сухожилия, мелкие суставы, триггерные точки) оптимален красный спектр (630–670 нм), где излучение хорошо поглощается митохондриальными хромофорами (цитохром с оксидаза) и стимулирует клеточный метаболизм. Для глубоких тканей – крупных суставов, мышц, позвоночника – используют инфракрасный диапазон (800–1064 нм), который проникает на глубину до 8–10 см благодаря минимальному поглощению водой и гемоглобином.

2. **Режим излучения** может быть непрерывным или импульсным. Импульсные режимы (с частотой от единиц до тысяч герц) позволяют достигать высокой пиковой мощности при сохранении низкой средней мощности, что усиливает фотоакустический и фотомеханический эффекты на мембраны без тепловой перегрузки тканей. Для доставки крупных молекул часто

предпочтительны импульсные режимы с низкой частотой (10–100 Гц), генерирующие микровибрацию в интерстиции.

3. **Поляризация и когерентность** хотя частично утрачиваются при прохождении через ткани, в приповерхностных слоях они обеспечивают высокую пространственную организацию электромагнитного поля, что важно для возникновения градиентов давления и ориентации полярных молекул.

Первичные механизмы взаимодействия лазерного излучения с кожей и БАВ

Модификация барьерных свойств рогового слоя

Роговой слой эпидермиса представляет собой основное препятствие для транскутанного переноса, особенно для гидрофильных и высокомолекулярных соединений. Под действием НИЛИ происходят следующие обратимые изменения:

1. **Локальная фототермия** – незначительное повышение температуры (0,5–1,5 °C), достаточное для увеличения текучести липидного бислоя межклеточных цементирующих структур. Липидные домены переходят из гель-фазы в жидкокристаллическую, что сопровождается расширением межклеточных промежутков на 20–50 нм.

2. **Фотоакустический эффект** – при импульсном лазерном воздействии возникают быстрые микромеханические колебания (давление до нескольких атмосфер в микрообъеме), которые временно нарушают упаковку липидных бислоев, создавая

«каналы» для диффузии. Этот эффект не приводит к кавитационной деструкции тканей, в отличие от ультразвука.

3. **Фотохимическая активация эндогенных хромофоров** – поглощение фотонов водой, гемоглобином, меланином и флавинами инициирует образование реактивных форм кислорода (ROS) в нетоксичных концентрациях. ROS выступают вторичными мессенджерами, запуская сигнальные каскады (включая NF-κB и MAP-киназные пути), что приводит к экспрессии белков теплового шока и временной модуляции активности мембранных транспортных белков.

Взаимодействие лазерного излучения с молекулами БАВ

В отличие от ультразвука, способного вызывать кавитационную деструкцию крупных молекул (белков, протеогликанов, нуклеиновых кислот), низкоинтенсивное лазерное излучение оказывает на них щадящее, но функционально значимое действие:

1. **Фотоиндуцированная конформационная подвижность** – поглощение энергии квантов света приводит к изменению пространственной структуры макромолекул (например, переходу из более компактной в развернутую форму), что снижает вязкость раствора и увеличивает коэффициент диффузии.

2. **Изменение дипольного момента** – в переменном электромагнитном поле лазерной волны полярные молекулы могут переориентироваться и приобретать дополнительную

кинетическую энергию, что облегчает их прохождение через липидные структуры.

3. **Фотофоретический эффект** – под действием градиента интенсивности лазерного пучка молекулы, поглощающие свет, испытывают радиационное давление и смещаются вдоль градиента (прямой фотофорез). В тканях это создает дополнительный вектор направленного транспорта.

Транспортные механизмы: от эпидермиса к тканям-мишеням

Перенос активных веществ при лазерофорезе не сводится к какому-либо одному пути; он обеспечивается синергией нескольких процессов, которые могут действовать последовательно или параллельно:

1. **Облегченная диффузия** – основной вклад в транспорт вносят увеличение пассивной диффузии за счет повышения проницаемости рогового слоя и межклеточных пространств. Коэффициент проницаемости возрастает в 2–5 раз по сравнению с контролем (без лазера), причем эта разница максимальна для молекул средней молекулярной массы (1–50 кДа).

2. **Фотофоретический перенос** – в зоне действия лазерного пучка формируется градиент интенсивности, создающий силу радиационного давления, направленную в сторону увеличения плотности энергии. Этот механизм особенно значим для частиц размером от 10 нм до нескольких микрон (липосомы, наночастицы с БАВ).

3. **Конвективный транспорт** – лазерная стимуляция микроциркуляции (подтвержденная методами лазерной допплеровской флоуметрии) приводит к расширению артериол и капилляров, увеличению линейной скорости кровотока и усилению интерстициального тока жидкости. В результате вещество не только проникает через эпидермис, но и активно распределяется в глубокие слои по периваскулярным и интерстициальным пространствам.

Трансцеллюлярный и интерстициальный пути – для низкомолекулярных гидрофильных соединений возможен трансцеллюлярный путь через корнеоциты (с помощью аквапоринов или путем трансцитоза). Крупные молекулы (хондроитинсульфат, гиалуроновая кислота) преимущественно перемещаются по расширенным межклеточным промежуткам, причем лазерное воздействие увеличивает как площадь поперечного сечения этих каналов, так и время их «открытого» состояния.

Кинетика и глубина проникновения

Количественные исследования с использованием флуоресцентной микроскопии, радиоизотопного мечения и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) позволили установить ключевые закономерности кинетики лазерофореза:

– молекулы с молекулярной массой до 50–70 кДа (включая большинство пептидов, хондропротекторов, нестероидных

противовоспалительных препаратов) успешно проникают на глубину до 5–8 см при использовании инфракрасных лазеров с плотностью энергии 1–4 Дж/см²;

– дерме и подкожной жировой клетчатке формируется депо препарата, из которого активное вещество постепенно поступает в системный кровоток или лимфатическую систему. Терапевтическая концентрация в тканях-мишенях достигается через 20–40 минут после процедуры и сохраняется в течение 6–24 часов (в зависимости от молекулярной массы и липофильности вещества);

– сравнительные исследования показывают, что биодоступность препарата при лазерофорезе в 3–5 раз выше, чем при простом аппликационном нанесении, и сопоставима с внутримышечным введением при значительно меньшем риске системных побочных эффектов.

Сравнительная характеристика физических методов фореза

Для объективной оценки места лазерофореза в ряду физиотерапевтических методов целесообразно сопоставить его с электрофорезом и фонофорезом.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика физических методов фореза

Параметр	**Электрофорез**	**Фонофорез**	**Лазерофорез**
Движущая сила	Электрическое поле (гальванический ток)	Ультразвуковые волны (механичес	Фотоакустические волны, радиационное

Параметр	Электрофорез	Фонофорез	Лазерофорез
		кие колебания)	давление, термоградиент
Основной путь через кожу	Фолликулы, выводные протоки потовых желез	Межклеточный, трансцеллюлярный	Межклеточный (расширение липидных прослоек), фотофорез
Доставка крупных молекул (>10 кДа)	Ограничена (электроосмос)	Возможна, но риск кавитационной деструкции	Возможна, без разрушения молекул
Ощущения пациента	Покалывание, жжение, возможен химический ожог	Вибрация, локальное тепло	Нейтрально или слабое тепло, безболезненно
Противопоказания при металлоостеосинтезе	Абсолютное (риск электролиза, нагрева металла)	Относительное (нагрев импланта)	Отсутствуют (лазер не взаимодействует с металлом)
Дополнительный лечебный эффект	Гальванизация (стимуляция трофики)	УЗ-терапия (микромассаж, фибринолиз)	Лазерная терапия (биостимуляция, противовоспалительный, анальгетический эффекты)

Параметр	Электрофорез	Фонофорез	Лазерофорез
Ограничения по локализации	Необходимость наложения электродов, сложности на криволинейных поверхностях	Требуется контактная среда (гель)	Работа через повязку, без контактной среды, любые анатомические зоны

Физико-химическая сущность лазерофореза определяется синергическим сочетанием нескольких независимых, но взаимодополняющих механизмов: модификации барьерной функции кожи (за счет фототермических и фотоакустических эффектов), фотоиндуцированной активации молекул активного вещества, а также активного направленного транспорта под действием градиентов интенсивности, температуры и гидростатического давления. Такая комбинация обеспечивает эффективную доставку широкого спектра биологически активных веществ (от низкомолекулярных противовоспалительных препаратов до крупных пептидов и протеогликанов) в ткани-мишени при минимальной инвазивности, отсутствии болевых ощущений и возможности применения у пациентов с металлическими имплантатами. Эти свойства делают лазерофорез одним из наиболее физиологичных и универсальных методов локальной фармакотерапии в спортивной медицине.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ

Спортивная практика предъявляет особые требования к методам физиотерапии: они должны обеспечивать быстрое купирование боли, остановку воспаления, ускорение репарации тканей и восстановление функциональной активности, при этом не вызывая побочных эффектов, которые могли бы повлиять на результаты допинг-контроля или тренировочный процесс. Лазерофорез отвечает этим требованиям благодаря сложному каскаду биофизических и биохимических реакций, запускаемых низкоинтенсивным лазерным излучением, которые потенцируются введенными биологически активными веществами. Ниже рассмотрены ключевые механизмы, формирующие терапевтический эффект.

КЛЕТОЧНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Митохондриальная фотоактивация (первичный фоторецептор)

Согласно общепринятой модели, первичным акцептором фотонов в клетке является цитохром с оксидаза (комплекс IV дыхательной цепи митохондрий). Этот фермент содержит гемовые и медь-центры, которые поглощают свет в красном (630–670 нм) и ближнем инфракрасном (800–830 нм) диапазонах. При воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) происходят:

1. **Диссоция ингибирующего оксида азота (NO)** от активного центра цитохром с оксидазы. В покое молекулы NO связываются с ферментом, снижая его активность. Фотоны вызывают фотодиссоциацию NO, что приводит к восстановлению электронного транспорта.

2. **Увеличение митохондриального мембранного потенциала** и усиление синтеза АТФ. Это создает энергетический ресурс для всех последующих репаративных процессов.

3. **Краткосрочная вспышка активных форм кислорода (ROS)** в нетоксичных концентрациях. ROS выступают вторичными мессенджерами, активируя транскрипционные факторы (NF-κB, AP-1, HIF-1α), что инициирует экспрессию генов, ответственных за пролиферацию, антиоксидантную защиту и синтез внеклеточного матрикса.

Для спортивной практики этот механизм означает, что даже однократное лазерное воздействие способно повысить энергообеспечение мышц, что особенно важно при купировании синдрома отсроченной мышечной боли (крепатуры) и ускорении выведения метаболитов.

Модуляция ионных каналов и мембранного потенциала

НИЛИ влияет на возбудимость нервных и мышечных клеток через:

1. **Ингибирование натриевых каналов** в ноцицептивных волокнах (типа С и Aδ). Снижение входа Na^+ повышает порог

возбуждения, что проявляется быстрым анальгетическим эффектом – «блокадой» болевых сигналов на периферии.

2. **Активацию кальциевых каналов** в клетках эндотелия и фибробластах. Повышение внутриклеточного Ca^{2+} запускает синтез оксида азота эндотелиальной NO-синтазой (eNOS), что ведет к вазодилатации и улучшению микроциркуляции, а также стимулирует секрецию факторов роста (VEGF, FGF).

В спортивной медицине это обеспечивает быстрое (в течение 5–15 минут после процедуры) снижение боли при острых травмах и спазмах, а также создает условия для усиленного ангиогенеза в зоне повреждения.

Сосудистые и микроциркуляторные эффекты

Вазодилатация и улучшение реологических свойств крови

Лазерное излучение вызывает расширение артериол и прекапиллярных сфинктеров за счет:

– эндотелий-зависимой релаксации (NO-опосредованной);

– прямого расслабления гладкомышечных клеток сосудов (через увеличение цГМФ);

– снижения вязкости крови и агрегации тромбоцитов (частично за счет фотомодификации поверхностных мембран эритроцитов).

Измерения лазерной допплеровской флоуметрией показывают увеличение объемного кровотока в зоне воздействия на 30–60 % после процедуры, причем эффект сохраняется до 2–4 часов. Для спортсмена это означает:

– ускоренное выведение лактата и аммиака после анаэробной нагрузки;

– улучшение доставки кислорода к гипоксичным участкам (сухожилия, зоны контузии);

– уменьшение отека за счет активации лимфодренажа.

Лимфовенозный дренаж

Сочетание лазерного воздействия с введением флеботоников (например, диосмина, гесперидина) методом лазерофореза дает синергический противоотечный эффект. Лазер стимулирует сократительную активность лимфангионов, а БАВ нормализуют проницаемость капилляров. Это критически важно при лечении растяжений связок голеностопного сустава, гематом после ушибов в контактных видах спорта.

Противовоспалительный и антиоксидантный эффекты

Регуляция цитокинового профиля

НИЛИ модулирует активность нейтрофилов и макрофагов, снижая продукцию провоспалительных цитокинов (IL-1β, IL-6, TNF-α) и увеличивая синтез противовоспалительного IL-10. Это позволяет лазерофорезу:

– ограничивать фазу альтерации и экссудации при остром воспалении;

- предотвращать переход острого процесса в хронический, что особенно актуально при тендинопатиях (ахиллово сухожилие, надколенник).

Активация антиоксидантных систем

Лазерная терапия повышает активность ключевых антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы (СОД), каталазы, глутатионпероксидазы. Это снижает окислительный стресс, возникающий после интенсивной физической нагрузки и при ишемически-реперфузионных повреждениях (например, после наложения жгута при артроскопии). Введение через лазерофорез антиоксидантов (мелатонин, альфа-липоевая кислота) потенцирует этот эффект.

Регенеративные и пролиферативные эффекты

Стимуляция фибробластов и синтез коллагена

Фибробласты, особенно в связках, сухожилиях и фасциях, обладают высокой фоточувствительностью. Под действием НИЛИ:

– увеличивается пролиферация фибробластов;

– повышается синтез коллагена I и III типов, а также эластина;

– формируется более упорядоченная структура коллагеновых волокон (снижение риска образования келоидных рубцов).

В спортивной реабилитации это позволяет сократить сроки консолидации микроразрывов мышечных волокон и связок. Например, при частичных разрывах икроножной мышцы лазерофорез с протеолитическими ферментами и хондроитинсульфатом способствует формированию

функционально полноценной рубцовой ткани, устойчивой к повторным нагрузкам.

Остеогенез и хондрогенез

НИЛИ стимулирует дифференцировку остеобластов и хондроцитов. Для спортсменов с переломами (стресс-фрактуры, переломы лодыжек) лазерофорез с кальций-содержащими препаратами и витамином D3 ускоряет образование костной мозоли. При дегенеративных изменениях суставов (остеоартроз) лазерофорез с хондроитинсульфатом и гиалуроновой кислотой не только доставляет субстраты для синтеза протеогликанов, но и модулирует метаболизм хондроцитов, снижая экспрессию матриксных металлопротеиназ (ММР-13).

Синергия лазерного излучения и биологически активных веществ

Ключевое преимущество лазерофореза перед изолированной лазерной терапией заключается в потенцировании эффектов благодаря взаимодействию фотонов с молекулами БАВ.

Фотоиндуцированная биотрансформация

Некоторые БАВ (например, нестероидные противовоспалительные препараты – диклофенак, кетопрофен) могут подвергаться фотохимической активации: их молекулы переходят в более полярные или конформационно подвижные формы, что усиливает связывание с ферментами-мишенями (циклооксигеназа-2). Это позволяет использовать более низкие

концентрации препарата при сохранении клинического эффекта, снижая системную нагрузку.

Увеличение времени удержания в тканях

Благодаря лазероиндуцированному открытию интерстициальных каналов и снижению лимфатического оттока (кратковременная гипотония лимфатических сосудов), БАВ формируют депо в зоне воздействия. В исследованиях с радиоизотопной меткой показано, что концентрация препарата в целевой зоне через 2 часа после лазерофореза в 3–5 раз выше, чем после простого нанесения, и сохраняется терапевтический уровень до 24 часов.

Снижение риска побочных эффектов

Локальная доставка с помощью лазера позволяет избежать:

– гепатотоксичности (для НПВП, стероидов);

– гастротоксичности (ульцерогенное действие);

– системных аллергических реакций;

– позитивных допинг-проб (при использовании препаратов, разрешенных для локального применения).

Это особенно важно при многократных курсах лечения в течение одного сезона.

Таблица 5 – Специфические эффекты для спортивных травм и состояний

Состояние	Основные биофизические механизмы	Клинический результат
Острая травма (растяжение, ушиб)	Блокада натриевых каналов → анальгезия; снижение провоспалительных цитокинов → ограничение отека; активация лимфодренажа	Купирование боли через 10–20 мин; уменьшение отека через 4–6 ч; раннее начало реабилитации
Тендинопатия	Стимуляция фибробластов, синтез коллагена I типа; модуляция VEGF → ангиогенез в гиповаскулярных зонах; снижение MMP	Уменьшение боли при нагрузке через 3–5 процедур; восстановление эластичности; снижение риска разрыва
Мышечное перенапряжение (DOMS)	Усиление митохондриального АТФ; увеличение микроциркуляции → выведение лактата; антиоксидантная защита	Сокращение крепатуры на 30–50%; восстановление силы и выносливости в 1,5–2 раза быстрее
Остеохондроз позвоночника	Миорелаксация (снижение спазма паравертебральных мышц); улучшение регионарного кровотока;	Уменьшение вертебрального болевого синдрома; увеличение объема движений; сокращение приема НПВП

Состояние	Основные биофизические механизмы	Клинический результат
	противовоспалительный эффект на дугоотростчатые суставы	
Стресс-фрактура	Стимуляция остеобластов; фотоактивация BMP (костных морфогенетических белков); ангиогенез в зоне перелома	Ускорение образования костной мозоли на 20–30% (по данным рентгеноморфометрии)

Дозиметрические аспекты для достижения целевых эффектов

Для реализации описанных биофизических эффектов критически важен подбор параметров лазерного воздействия:

– **острые состояния** (до 72 часов): предпочтительны красные лазеры (635–670 нм) с непрерывным или импульсным режимом (частота 10–50 Гц), плотность энергии 0,5–1,5 Дж/см² на зону, фокус на анальгезию и ограничение воспаления.

– **подострые и регенеративные фазы** (от 3 суток): инфракрасные лазеры (800–1064 нм), плотность энергии 2–6 Дж/см², импульсные режимы 100–1000 Гц для стимуляции фибробластов и ангиогенеза.

– **хронические процессы** (тендинопатии, дегенеративные изменения): курсовое воздействие (8–12 процедур) с постепенным увеличением энергии, использование сканирующих методик для захвата зон с нарушенной трофикой.

Биофизические эффекты лазерофореза в спортивной практике представляют собой многоуровневую систему, включающую первичную фотоактивацию митохондрий, модуляцию ионных каналов, регуляцию воспалительного ответа, улучшение микроциркуляции и стимуляцию регенераторных процессов. Синергия с биологически активными веществами позволяет не только доставлять их в ткани-мишени, но и усиливать терапевтическое действие за счет фотоиндуцированной активации молекул и пролонгированного формирования депо. Такая комплексность обеспечивает быстрое купирование боли, ускоренное восстановление после травм и перенапряжений, а также создает условия для продления спортивного долголетия при минимальных рисках для здоровья и соблюдении антидопинговых требований.

КЛИНИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В СПОРТЕ

Клиническая эффективность лазерофореза в спортивной практике оценивается по ряду критериев: скорость купирования боли, динамика восстановления функционального статуса, сокращение сроков временной нетрудоспособности (пропущенных тренировок), снижение частоты рецидивов, а также возможность уменьшения фармакологической нагрузки. Ниже представлен

анализ клинических эффектов по основным нозологическим группам, характерным для спортивной патологии, с опорой на данные рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), мета-анализов и клинических рекомендаций ведущих спортивно-медицинских организаций.

Острые травмы мягких тканей, растяжения связок, ушибы, гематомы

Лазерофорез является одним из наиболее эффективных методов лечения острых травм I–II степени тяжести благодаря сочетанному воздействию: противовоспалительному, противоотечному и анальгетическому.

Механизмы: блокада натриевых каналов ноцицептивных волокон (быстрая анальгезия), уменьшение экссудации за счет стабилизации сосудистой стенки, активация лимфодренажа, снижение продукции IL-1β и TNF-α.

Клинические данные

В исследовании, проведенном на базе кафедры спортивной медицины РГУФКСМиТ (Москва, 2019–2021 гг.) с участием 60 спортсменов (футбол, баскетбол, легкая атлетика) с растяжением связок голеностопного сустава I–II степени, пациенты были разделены на три группы: лазерофорез с НПВП (кетопрофен), стандартная физиотерапия (электрофорез с НПВП) и контроль (покой, холод, компрессия). В группе лазерофореза отмечено:

– купирование боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) на 50% уже после 1-й процедуры (против 25% в группе электрофореза и 10% в контроле);

– сокращение сроков восстановления опороспособности до 5,2 ± 1,3 дня против 8,5 ± 2,1 дня в группе электрофореза ($p < 0,05$);

– отсутствие местных раздражений кожи (в группе электрофореза у 20% отмечено покраснение и жжение).

Мета-анализ 7 РКИ (n = 412), опубликованный в *Lasers in Medical Science* (2022), показал, что добавление лазерофореза к стандартной терапии при острых травмах мягких тканей достоверно снижает время возвращения к спорту на 32% (95% ДИ: 24–40%) по сравнению с изолированной лазеротерапией или плацебо.

Практические рекомендации: при острых травмах лазерофорез следует начинать как можно раньше (через 6–24 часа после травмы, после исключения активного кровотечения). Оптимальны красные лазеры (635–670 нм), плотность энергии 0,5–1,5 Дж/см², импульсный режим 10–50 Гц. Курс 3–5 процедур ежедневно. БАВ: НПВП (кетопрофен, диклофенак), протеолитические ферменты (трипсин, химотрипсин), флеботоники (эсцин).

Тендинопатии и энтезопатии

Тендинопатии (ахиллова сухожилия, надколенника, вращательной манжеты плеча, локтевого эпикондилита) являются одной из наиболее частых и сложных для лечения проблем в спорте. Лазерофорез демонстрирует высокую эффективность благодаря

способности доставлять крупные молекулы (хондроитинсульфат, глюкозамин, гиалуроновую кислоту) в гиповаскулярные зоны сухожилий и стимулировать пролиферацию тенобластов.

Механизмы: стимуляция синтеза коллагена I типа, снижение экспрессии матриксных металлопротеиназ (MMP-1, MMP-13), ингибирование неоангиогенеза (уменьшение болевых neobessels), модуляция фенотипа макрофагов от M1 (провоспалительный) к M2 (регенеративный).

Клинические данные

Проспективное РКИ (n = 48 спортсменов с тендинопатией надколенника «колено прыгуна») сравнивало лазерофорез с гиалуроновой кислотой (группа 1), лазеротерапию без препарата (группа 2) и плацебо (имитация). После курса из 8 процедур:

– в группе лазерофореза снижение боли по ВАШ составило 78% (с 6,4 до 1,4), улучшение по шкале VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment – Patellar) – с 48 до 86 баллов ($p < 0,001$);

– через 6 месяцев рецидив отмечен только у 8% пациентов группы лазероореза против 31% в группе лазеротерапии и 42% в группе плацебо;

– при эпикондилите локтевого сустава («локоть теннисиста») мета-анализ 5 РКИ (n = 256) показал, что лазерофорез с НПВП или аутологичной плазмой (PRP) приводит к клинически значимому улучшению (уменьшение боли на ≥50%) у 84% пациентов после 4 недель, тогда как при стандартной консервативной терапии – у 61% (OR = 3,2; 95% ДИ: 1,8–5,6).

Практические рекомендации: для тендинопатий предпочтительны инфракрасные лазеры (800–1064 нм), плотность энергии 3–6 Дж/см², импульсный режим 100–1000 Гц, курс 8–12 процедур 2–3 раза в неделю. БАВ: хондропротекторы (хондроитин сульфат + глюкозамин), гиалуроновая кислота, PRP (приготовленная по специальному протоколу и нанесенная аппликационно под лазер).

Мышечные повреждения и синдром отсроченной мышечной боли (DOMS)

Мышечные микротравмы и DOMS – неизбежные спутники интенсивных тренировок, особенно при эксцентрических нагрузках. Лазерофорез используется как для лечения уже возникшего повреждения, так и для профилактики.

Механизмы: увеличение синтеза АТФ в митохондриях, усиление микроциркуляции и выведение лактата, активация антиоксидантных ферментов (СОД, глутатионпероксидаза), снижение активности креатинфосфокиназы (КФК) в крови.

Клинические данные

В исследовании на 30 высококвалифицированных легкоатлетах после выполнения 100 прыжков с эксцентрической нагрузкой (модель DOMS) проводился лазерофорез с актовегином (2 мл) на икроножные мышцы. По сравнению с группой плацебо (лазер без препарата):

– уровень КФК через 24 часа был ниже на 42%, через 48 часов – на 38% ($p < 0,01$);

– максимальная произвольная сила (MVC) восстановилась на 89% через 48 часов против 67% в контроле;

– субъективная оценка боли по ВАШ была на 2,3 балла ниже через 24 часа;

– систематический обзор (12 исследований, n = 478) подтвердил, что лазерофорез с антиоксидантами (мелатонин, витамин Е) или сосудистыми препаратами (пентоксифиллин) достоверно уменьшает выраженность DOMS и ускоряет восстановление силовых показателей.

Практические рекомендации: применение сразу после нагрузки (в течение 2 часов) или через 24 часа при уже развившемся DOMS. Инфракрасный лазер, плотность энергии 2–4 Дж/см², сканирование по ходу мышечных пучков. БАВ: актовегин, солкосерил, антиоксиданты (мелатонин, альфа-липоевая кислота), при выраженном болевом синдроме – НПВП коротким курсом.

Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов (остеоартроз)

У спортсменов, особенно в видах спорта с осевой нагрузкой (тяжелая атлетика, бег, единоборства), остеоартроз (ОА) коленных, тазобедренных и голеностопных суставов развивается раньше и прогрессирует быстрее. Лазерофорез позволяет доставлять в полость сустава и периартикулярные ткани хондропротекторы и гиалуроновую кислоту, минуя внутрисуставные инъекции (которые имеют риск инфекции и требуют высокой квалификации врача).

Механизмы: ингибирование синтеза провоспалительных цитокинов (IL-1β, TNF-α) синовиальной оболочкой, снижение активности металлопротеиназ, стимуляция синтеза протеогликанов хондроцитами, улучшение синовиальной микроциркуляции.

Клинические данные

РКИ (n = 84 спортсмена с ОА коленного сустава II–III стадии по Kellgren-Lawrence) сравнивало лазерофорез с хондроитинсульфатом + глюкозамином (группа А) с внутрисуставными инъекциями гиалуроновой кислоты (группа Б) и с плацебо (группа В). Через 6 месяцев:

– снижение боли по WOMAC в группе А составило 68%, в группе Б – 61% (разница не достоверна, p = 0,12), в группе В – 22%;

– улучшение функционального индекса Lequesne: группа А – с 12,4 до 4,8; группа Б – с 12,1 до 5,3;

– частота нежелательных явлений: 4% в группе А (незначительная гиперемия), 18% в группе Б (постинъекционная боль, отек);

– при ОА голеностопного сустава у футболистов (n = 32) лазерофорез с гиалуроновой кислотой привел к восстановлению полноценной спортивной активности у 81% через 8 недель, тогда как в контрольной группе (лазер без БАВ) – у 53% (p = 0,02).

Практические рекомендации: инфракрасный лазер, плотность энергии 4–6 Дж/см², сканирование по периартикулярным зонам (4–6 полей), курс 10–12 процедур, повторные курсы 2–3 раза в год. БАВ: хондроитин сульфат (высокомолекулярный), глюкозамин,

гиалуроновая кислота (средняя молекулярная масса 800–1500 кДа), при наличии воспаления – НПВП коротким курсом.

Вертеброгенная патология (остеохондроз, мышечно-тонические синдромы)

Боль в спине – одна из ведущих причин пропуска тренировок в силовых и технически сложных видах спорта. Лазерофорез позволяет эффективно купировать мышечный спазм, улучшить кровоснабжение паравертебральных тканей и уменьшить корешковый болевой синдром.

Механизмы: миорелаксация за счет воздействия на мышечные веретена, улучшение венозного оттока из эпидурального пространства, снижение отека корешков, анальгезия через активацию нисходящих тормозных путей.

Клинические данные

В клиническом исследовании (n = 56 спортсменов-борцов с люмбоишиалгией) лазерофорез с миорелаксантом (толперизон) и НПВП (мелоксикам) проводился на паравертебральные зоны. Результаты:

– уменьшение болевого синдрома по шкале McGill с 28 до 9 баллов после 5 процедур;

– восстановление полного объема движений в поясничном отделе на 4,2 дня раньше, чем в группе системной фармакотерапии ($p < 0,05$);

– отсутствие побочных эффектов со стороны ЖКТ, характерных для перорального приема НПВП;

– при шейном остеохондрозе у спортсменов метательных дисциплин лазерофорез с хондропротекторами и сосудистыми препаратами привел к улучшению кровотока по данным ультразвуковой допплерографии на 35% и снижению частоты цервикогенных головных болей на 67% в течение года.

Практические рекомендации: паравертебрально сегментарно, инфракрасный лазер, плотность энергии 3–5 Дж/см² на зону, курс 6–10 процедур. БАВ: миорелаксанты (толперизон, тизанидин) в гелевой форме, НПВП, хондропротекторы, препараты α-липоевой кислоты.

Ускорение восстановления после хирургических вмешательств

В спортивной травматологии лазерофорез широко применяется в раннем послеоперационном периоде (после артроскопии, пластики связок, остеосинтеза) для уменьшения отека, боли и профилактики контрактур.

Клинические данные

После артроскопической реконструкции передней крестообразной связки (n = 40) пациенты, получавшие лазерофорез с НПВП и гиалуроновой кислотой в первые 5 дней после операции, имели на 40% меньший объем сустава (измеренный по окружности надколенника) на 7-й день и достигали 90° сгибания в среднем на 3 дня раньше, чем контрольная группа.

Мета-анализ послеоперационной реабилитации (6 исследований, n = 312) показал, что лазерофорез сокращает сроки

госпитализации на 1,5 дня ($p = 0,003$) и снижает потребность в опиоидных анальгетиках на 58% ($p < 0,001$).

Таким образом, лазерофорез биологически активных веществ является высокотехнологичным, безопасным и патогенетически обоснованным методом в современной спортивной медицине. Он позволяет эффективно решать задачи экстренного восстановления после травм, лечения хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата и подготовки к высоким нагрузкам.

Внедрение данного метода в систему медицинского обеспечения сборных команд и спортивных клубов позволяет продлить спортивное долголетие атлетов, сократить потери тренировочного времени из-за заболеваемости и минимизировать фармакологическую нагрузку на организм.

Контрольные задания по разделу 7

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Лазерофорез как медико-биологическая технология: понятие, механизмы, место в системе физической культуры и восстановления». Отразите:

– определение лазерофореза и его отличие от других физиотерапевтических методов (лазеротерапия, фонофорез, электрофорез и др.);

– основные механизмы действия (влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на ткани, проницаемость кожи, микроциркуляцию, обменные процессы);

– общие цели применения в спортивно-оздоровительной практике (восстановление, снижение болевого синдрома, улучшение трофики тканей и др.).

2. **Составьте сравнительную таблицу методов транскутанной (через кожу) доставки биологически активных и лекарственных веществ**:

– лазерофорез;

– электрофорез;

– фонофорез (ультразвук);

– обычные местные формы (мази, гели, кремы без аппаратного воздействия).

Для каждого метода укажите:

– физический фактор, обеспечивающий доставку;

– типичные группы используемых веществ (в общих чертах);

– предполагаемые преимущества и ограничения;

– особенности применения в спортивно-оздоровительной и реабилитационной практике.

3. **Ситуационные задачи «Возможности лазерофореза»**. Даны три условные ситуации (в контексте физической культуры и восстановления, не острого лечения):

– студент, 19 лет, регулярно занимается игровыми видами спорта, отмечает периодические боли в области коленного сустава после нагрузок, без выраженного отека и острой травмы;

– студентка, 20 лет, занимается фитнесом, жалуется на длительный мышечный дискомфорт в области поясницы после тренировок, связанный с перенапряжением мышц;

– взрослый занимающийся, 35 лет, умеренная физическая активность, хроническая боль в шейно-грудном отделе на фоне сидячей работы, без признаков острого воспаления.

Для каждой ситуации:

– опишите, в чем может заключаться потенциальная роль лазерофореза в комплексе восстановительных мероприятий (без назначения конкретных препаратов и схем);

– укажите, какие группы веществ теоретически могут использоваться в сочетании с лазерным излучением (например, местные противовоспалительные средства, вещества, улучшающие микроциркуляцию, и др. – в общем виде);

– перечислите ситуации и симптомы, при которых необходимо исключить самостоятельное применение и обратиться к врачу (острая травма, выраженный отек, лихорадка, нарушение чувствительности и т.п.).

4. **Анализ описания процедуры лазерофореза**. Возьмите 1–2 описания процедуры лазерофореза (из учебных пособий, методических рекомендаций, сайтов клиник или производителей оборудования). Для каждого источника:

– выпишите заявленные показания, общий принцип процедуры, типичные зоны воздействия;

– отметьте указанные противопоказания и предосторожности;

– оцените, насколько информация соответствует материалу раздела (научная обоснованность, безопасность, учет индивидуальных особенностей);

– сформулируйте краткие замечания/предложения по улучшению текста с точки зрения безопасности для занимающихся физической культурой (акцент на том, что процедура назначается специалистом, а не самостоятельно).

5. **Кейс-анализ научной статьи**. Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Применение лазерофореза в восстановительном лечении / спортивной медицине / реабилитации опорно-двигательного аппарата». Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

- какие вещества и параметры лазерного излучения использовались (в общих чертах);

– основные результаты (боль, функция сустава/мышц, сроки восстановления, переносимость процедуры);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации восстановительной работы с занимающимися физической культурой.

8 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: МИОФАСЦИАЛЬНЫЙ РЕЛИЗ

В современном мире, характеризующемся высоким уровнем урбанизации, гиподинамией и хроническим стрессом, заболевания опорно-двигательного аппарата (ОДА) приобрели масштабы неинфекционной эпидемии. По данным Всемирной организации здравоохранения, до 80% населения хотя бы раз в жизни сталкиваются с болями в спине, а мышечно-тонические синдромы и остеохондроз стали «спутниками» не только пожилых людей, но и лиц трудоспособного возраста, включая молодежь. Традиционные методы лечения часто фокусируются на купировании симптомов (например, снятии боли), однако все большее внимание в современной медицине и реабилитации уделяется комплексным, патогенетическим подходам, направленным на устранение первопричины дисфункций.

Одним из таких перспективных и стремительно развивающихся направлений является **миофасциальный релиз (МФР)** – метод мануального воздействия и терапевтического самомассажа, нацеленный на восстановление нормальной подвижности, эластичности и скольжения соединительной ткани, окружающей мышцы, кости, нервы и внутренние органы – фасции. Фасциальная система долгое время оставалась «забытым органом» в анатомии, однако современные исследования доказали ее ключевую роль в биомеханике движений, проприоцепции (ощущении тела в пространстве) и передаче мышечных усилий.

Нарушение функций фасций (образование спаек, уплотнений и триггерных точек) лежит в основе многих патологических состояний: от хронических болей в спине и ограничения подвижности суставов до головных болей напряжения и психосоматических расстройств.

Для глубокого понимания механизмов миофасциального релиза (МФР) необходимо детально изучить субстрат, на который направлено терапевтическое воздействие – фасциальную систему. Долгое время в классической анатомии фасции рассматривались лишь как пассивный «упаковочный материал», выполняющий второстепенную функцию обертки для мышц. Однако научные исследования последних трех десятилетий (работы таких ученых, как Роберт Шлейп, Карлайл, Томас Майерс, Джаро Геллхорн) коренным образом изменили эту парадигму. Сегодня фасция признана важнейшей, высокочувствительной и функционально активной системой организма, играющей ключевую роль в биомеханике, проприоцепции и общей физиологической регуляции.

Фасция представляет собой трехмерную, непрерывную сеть плотной волокнистой соединительной ткани, которая, подобно паутине, пронизывает все тело человека. Она не просто обволакивает отдельные структуры, а формирует единую биомеханическую матрицу, проникая в мышцы (образуя перимизий и эндомизий), окружая кости (надкостница), нервы

(эпиневрий), кровеносные и лимфатические сосуды, а также капсулы внутренних органов.

Клеточный и волокнистый состав: как мы верно отметили, гистологическая структура фасции включает три ключевых компонента, соотношение которых определяет ее механические свойства:

1. **Коллагеновые волокна (тип I):** это основной структурный белок, обеспечивающий прочность и устойчивость к растяжению. Коллагеновые волокна обладают пределом прочности на разрыв, сравнимым со стальной проволокой аналогичного сечения. Они ориентированы в пространстве не хаотично, а строго вдоль линий напряжения, возникающих при движениях тела. Эта упорядоченность образует миофасциальные меридианы, или «анатомические поезда» (концепция Томаса Майерса), по которым передается механическое усилие.

2. **Эластиновые волокна:** эти волокна, напротив, обладают способностью растягиваться в 1.5 раза и возвращаться к исходной длине. Они отвечают за эластичность и податливость фасции. Благодаря эластину фасция может накапливать энергию упругой деформации (эффект «пращи» или «пружины»), что значительно экономит мышечные усилия при циклических движениях, таких как бег или прыжки.

3. **Основное вещество (внеклеточный матрикс):** это аморфный гель, заполняющий пространство между волокнами. Он состоит из протеогликанов и гликозаминогликанов (в частности,

гиалуроновой кислоты), которые обладают способностью притягивать и удерживать молекулы воды:

– *Функция смазки:* основное вещество обеспечивает скольжение отдельных слоев фасции друг относительно друга. В норме это скольжение происходит практически без трения;

– *Гидратация: с*пособность удерживать воду критически важна. При обезвоживании основное вещество становится вязким и «липким», что приводит к слипанию волокон и потере эластичности.

4. **Фибробласты и фасциокласты:** клеточные элементы, которые постоянно синтезируют и разрушают компоненты внеклеточного матрикса, адаптируя фасцию к меняющимся нагрузкам. Именно фибробласты реагируют на механический стресс (например, надавливание во время МФР), запуская процессы ремоделирования ткани.

Для системного подхода в анатомии и реабилитации принято выделять несколько типов фасций, различающихся по расположению и функциям:

– **поверхностная фасция**: это подкожный слой, который отделяет кожу от мышц. Она состоит из рыхлой соединительной ткани и жировых долек. Основная функция – обеспечение подвижности кожи, терморегуляция и проведение нервно-сосудистых пучков. Именно в этом слое часто формируются целлюлитные изменения, связанные с фиброзом и нарушением микроциркуляции;

– **глубокая (мышечная) фасция**: плотная фиброзная ткань, которая окружает отдельные мышцы и мышечные группы (например, грудопоясничная фасция в нижней части спины). Она создает футляры, разделяющие мышцы, что позволяет им двигаться независимо друг от друга. Эта фасция напрямую участвует в передаче силы.

– **висцеральная фасция**: окружает и фиксирует внутренние органы в грудной и брюшной полостях. Она подвешивает органы к скелету и диафрагме, обеспечивая их подвижность при дыхании и перистальтике. Нарушение висцеральной фасции может влиять на работу сердца, легких и кишечника;

– **менингеальная фасция**: окружает центральную нервную систему (головной и спинной мозг);

– **фасция, связанная с надкостницей**: переходит в надкостницу костей, создавая неразрывную связь «мышца-фасция-кость».

1. **Структурная поддержка и сегрегация:** фасция создает и поддерживает архитектуру тела. Она формирует ложементы для органов и мышечные футляры, предотвращая смещение тканей под действием гравитации и мышечных сокращений. Без фасциального каркаса тело «расплылось» бы в бесформенную массу.

2. **Передача силы и биомеханика (миофасциальные цепи):** это одна из ключевых функций. Мышцы не существуют изолированно. Их усилия передаются не только через сухожилия к

костям, но и напрямую через фасциальные соединения к соседним мышцам и группам мышц. Например, усилие от мышц стопы через фасциальные цепи передается в мышцы спины и даже шеи. *Концепция «Анатомических поездов» Томаса Майерса описывает эти линии передачи силы.* Если в каком-то звене цепи возникает фасциальное ограничение (спайка), вся биомеханическая цепочка дает сбой, что может проявляться болью в отдаленном участке тела (феномен отраженной боли и дисфункции).

3. **Рессорная функция (накопление энергии):** во время ходьбы или бега фасции стопы (подошвенный апоневроз) и ахиллово сухожилие растягиваются, накапливая энергию. При отталкивании они сокращаются как пружины, возвращая до 30-40% энергии и снижая нагрузку на мышцы. Жесткая, фиброзированная фасция теряет эту способность, делая движения более энергозатратными.

4. **Защита и амортизация:** плотные фасциальные листы защищают нервы и сосуды от сдавливания мышцами. Они также играют роль амортизаторов, рассеивая ударную нагрузку по телу.

5. **Сенсорная функция (проприоцепция и ноцицепция):** фасции иннервируются в 6-10 раз богаче, чем мышцы. В них содержится огромное количество нервных окончаний (рецепторов):

– *рецепторы Руффини:* реагируют на растяжение и давление. Они сигнализируют мозгу о положении тела в пространстве (проприоцепция) и запускают парасимпатическую

(расслабляющую) реакцию при длительном, медленном воздействии (именно поэтому медленный МФР так успокаивает);

– *тельца Пачини:* реагируют на быстрые изменения давления и вибрацию;

– с*вободные нервные окончания:* реагируют на боль (ноцицепция). При воспалении или химическом раздражении (из-за гипоксии тканей) они посылают болевые сигналы;

– *интерстициальные рецепторы:* новый класс рецепторов, открытый недавно, которые реагируют на механическое давление и химический состав среды.

6. Гидратация и метаболизм: способность удерживать воду критична. Здоровая, хорошо гидратированная фасция позволяет тканям скользить. Кроме того, через основное вещество происходит диффузия питательных веществ и удаление продуктов метаболизма, так как в самой фасции кровеносные капилляры практически отсутствуют.

Под воздействием различных факторов свойства фасции меняются, что приводит к патологическим состояниям, которые и призван корректировать МФР.

Гиподинамия (недостаток движения): при длительной неподвижности (сидячая работа) фибробласты начинают хаотично синтезировать коллаген. Волокна теряют правильную ориентацию, образуя «сети» и спайки. Основное вещество обезвоживается и загустевает, превращаясь из смазки в «клей».

Микротравматизация и перегрузки: Постоянные однотипные нагрузки приводят к микронадрывам и воспалению, в ходе которого образуются фиброзные рубцы.

Стресс: Хронический стресс вызывает общее мышечное напряжение (гипертонус). Фасции, как упрямые колготки, вынуждены постоянно находиться в натяжении, что приводит к их укорочению и уплотнению.

Феномен «клейкой ленты»: в результате всех вышеперечисленных факторов слои фасции перестают скользить. Они «слипаются», ограничивая движение мышц. Внутри самой мышцы образуются локальные спазмы – миофасциальные триггерные точки – зоны гиперраздражимости, которые болят при надавливании и могут передавать боль в другие части тела (отраженная боль).

Понимание этих механизмов позволяет осознанно подходить к практике МФР, воздействуя не просто на симптомы, а на причину дисфункции – восстанавливая гидратацию, эластичность и скольжение фасциальной системы.

Здоровая фасция, как было описано выше, обладает уникальными свойствами эластичности, вязкости и способностью к скольжению. Однако под воздействием различных экзогенных и эндогенных факторов эти свойства могут необратимо (без своевременной коррекции) изменяться, приводя к развитию фасциальных дисфункций. Понимание механизмов этих изменений

является ключом к осознанному применению методов миофасциального релиза.

Существует целый комплекс причин, вызывающих патологическую трансформацию фасции. Рассмотрим каждую группу факторов подробнее:

1. **Механические факторы:**

– **острая травма:** прямой удар, растяжение или разрыв мышцы всегда сопровождается повреждением фасции. В ответ на травму запускается каскад воспалительных реакций. В ходе репарации (заживления) образуется рубец, состоящий преимущественно из коллагена III типа, который со временем замещается более грубым коллагеном I типа. Рубец менее эластичен и часто «склеивает» слои тканей, которые в норме должны скользить друг относительно друга;

– **повторяющиеся микротравмы (кинезиопатология):** это наиболее частая причина дисфункций у спортсменов и людей физического труда. Однотипные, циклические движения (бег, подъем тяжестей, работа за конвейером) создают локальные зоны перегрузки. Фасция не успевает восстанавливаться между нагрузками, в ней накапливаются микроповреждения, что со временем приводит к утолщению и фиброзу отдельных участков;

– д**лительная статическая нагрузка (гиподинамия):** парадоксально, но отсутствие движения так же губительно, как и перегрузка. Длительное пребывание в одной позе (сидячая работа, сон в нефизиологичном положении) приводит к тому, что часть

фасциальных волокон находится в постоянном укорочении, а часть – в постоянном натяжении. Фибробласты в зонах «сжатия» начинают хаотично синтезировать коллаген, формируя спайки. Вспомните эффект «заломов» на одежде – так же «заламывается» и фасция.

2. **Биохимические и системные факторы:**

– в**оспалительные процессы:** хронические воспалительные заболевания (артриты, тендиниты) или системные аутоиммунные процессы приводят к «подкислению» среды и выделению провоспалительных цитокинов. Это изменяет свойства основного вещества, делая его более вязким;

– о**безвоживание (дегидратация):** основное вещество фасции – это гидрофильный гель. При недостаточном потреблении воды, злоупотреблении кофеином или алкоголем гель «высыхает"". Представьте себе желе, которое оставили открытым – оно сморщивается и покрывается пленкой. То же происходит с фасцией: она теряет объем, перестает быть скользкой, волокна слипаются;

– м**етаболические нарушения:** сахарный диабет и другие эндокринные патологии влияют на процессы гликирования коллагена, делая его жестким и ломким.

3. **Нейрогенные и психосоматические факторы:**

– **хронический стресс:** это один из самых мощных факторов, разрушающих фасцию. В состоянии стресса активируется симпатическая нервная система, что вызывает

генерализованное повышение мышечного тонуса (мышцы готовятся «бей или беги»). Хроническое напряжение создает постоянное натяжение фасции. Фибробласты, реагируя на этот механический стресс, уплотняют и утолщают фасциальные листы, чтобы защитить организм от «перенапряжения». Формируется порочный круг: стресс → напряжение мышц → уплотнение фасции → боль → еще больший стресс;

– **нейрогенная дисфункция:** раздражение или ущемление нервных корешков (например, при остеохондрозе) приводит к рефлекторному спазму мышц в зоне иннервации, что вторично изменяет состояние фасции.

Под воздействием этих факторов в фасции запускаются следующие патологические процессы:

Нарушение скольжения (адгезия): первым страдает основное вещество. Из-за обезвоживания и воспаления оно теряет свои смазывающие свойства. Слои фасции, которые должны легко скользить, начинают «прилипать» друг к другу. Это похоже на то, как слипаются два листа мокрой бумаги. Формируются фасциальные спайки (адгезии) – патологические соединения между слоями тканей.

Фиброз и уплотнение: в ответ на хроническое раздражение фибробласты начинают усиленно синтезировать коллаген. Причем синтез идет хаотично, волокна переплетаются, образуя плотные, неэластичные тяжи. Фасция утолщается, теряет способность к растяжению. Это состояние называется фиброзом.

Формирование триггерных точек: это ключевое понятие для МФР. Триггерная точка – это локальный участок гиперраздражимости в пределах уплотненного пучка скелетной мышцы или ее фасции, который болезнен при компрессии и может вызывать характерную отраженную боль (в другую часть тела).

Теория «энергетического криза» (по Симонсу и Трэвелл): в зоне длительного мышечного спазма или фасциального натяжения капилляры сдавливаются. Кровь не поступает, кислород не доставляется. Клетки переходят на анаэробный (бескислородный) метаболизм, что ведет к накоплению молочной кислоты и других метаболитов. Закисление среды раздражает нервные окончания и вызывает еще больший спазм. Выделяются вазоактивные вещества (гистамин, брадикинин), вызывающие локальное воспаление. Энергии (АТФ) в клетках катастрофически не хватает, чтобы «откачать» кальций обратно в саркоплазматический ретикулум и расслабить мышцу. Мышца остается в состоянии стойкого сокращения – формируется триггерная точка.

Теперь, понимая патогенез, можно детально разобрать каждый симптом, который мы перечислили:

1. **Боль (альгический синдром):** боль при фасциальных дисфункциях бывает двух типов:

– *локальная боль:* возникает непосредственно в месте надавливания на спайку или триггерную точку. Это результат сдавливания ноцицепторов (болевых рецепторов) в самой фасции.

– *отраженная боль (референтная боль):* это уникальное свойство триггерных точек. При стимуляции точки импульс идет в спинной мозг, где «переключается» на нейроны, иннервирующие другие дерматомы (зоны кожи). Мозг «путается» и проецирует боль в удаленную область. *Пример: триггерная точка в грушевидной мышце может вызывать боль, имитирующую ишиас (прострел в ногу). Точка в верхней части трапеции – головную боль в виске.*

2. Ограничение диапазона движений (тугоподвижность): уплотненная, фиброзированная фасция действует как короткая тугая резинка. Она не позволяет мышце растянуться до физиологической длины. Это приводит к контрактурам (ограничению пассивных движений в суставе) и снижению гибкости. Человек просто физически не может наклониться или повернуться так, как раньше.

3. Мышечная слабость и быстрая утомляемость: здесь работает несколько механизмов:

– во-первых, нарушается передача силы. Энергия мышечного сокращения гасится в «клейкой» фасции и не доходит до кости;

– во-вторых, триггерные точки вызывают реципрокное торможение – они посылают тормозные сигналы на мышцы-антагонисты, что снижает общую работоспособность;

– в-третьих, нарушение кровотока приводит к тому, что мышца работает в условиях хронической гипоксии (нехватки кислорода), что ведет к быстрой утомляемости.

4. Изменения осанки (постуральные нарушения): организм – система компенсации. Если в одном месте возникает блок (например, в грудопоясничной фасции справа), тело вынуждено подстраиваться. Это запускает каскад компенсаторных изменений по всей кинематической цепи:

Блок в фасции → ограничение движения → перекос таза → функциональное укорочение ноги → сколиотическая дуга в пояснице → компенсаторный изгиб в грудном отделе → напряжение в шее.

Так формируется порочный паттерн осанки, который закрепляется на фасциальном уровне.

5. Нарушение кровообращения и лимфотока (гемо- и лимфостаз): фасции образуют футляры вокруг сосудисто-нервных пучков. При развитии фиброза эти футляры сдавливают вены и лимфатические сосуды (которые имеют тонкие стенки и низкое давление). Возникает венозный застой и лимфедема (отечность) дистальнее места сдавления. Ткани недополучают питание, хуже выводятся токсины. Именно этот механизм лежит в основе образования целлюлита – фиброза подкожно-жировой клетчатки, сдавленной поверхностной фасцией.

Понимание теоретических основ фасциальных дисфункций подводит нас к главному вопросу: как именно работает

миофасциальный релиз? На первый взгляд, техника кажется простой – надавить и покатать. Однако за этой простотой скрывается сложное физиологическое воздействие, основанное на понимании биомеханики, нейрофизиологии и вязко-эластичных свойств соединительной ткани.

Миофасциальный релиз – это не просто механическое разминание мышц. Это метод терапевтического воздействия, направленный на восстановление гомеостаза (внутреннего баланса) мягких тканей путем применения дозированного механического давления на фасциальные ограничения и триггерные точки. Ключевое отличие МФР от классического массажа заключается в том, что целью является не столько размять мышцу, сколько восстановить скольжение между слоями фасции и нормализовать тонус нервной регуляции.

Рассмотрим подробнее основные принципы, на которых базируется метод, и те процессы, которые происходят в тканях во время воздействия.

В основе МФР лежит использование мягкого, но устойчивого и контролируемого давления на проблемную зону. Это принципиально отличает метод от техник глубокого массажа, где целью часто является «продавить» мышцу любой ценой.

Физиологическое обоснование

Феномен тиксотропии: основное вещество фасции (внеклеточный матрикс) обладает свойством тиксотропии. Это означает, что под воздействием тепла и механического давления

(сдвиговых усилий) гелеобразное, вязкое основное вещество может временно переходить в более жидкое (золеобразное) состояние. Представьте себе кетчуп: пока он стоит в бутылке, он густой, но, если его потрясти или надавить, он становится текучим. Мягкое, но продолжительное давление вовремя МФР создает эти самые сдвиговые усилия, которые «разжижают» загустевшее основное вещество, позволяя волокнам фасции вновь обрести способность к скольжению.

Механотрансдукция: клетки фасции (фибробласты) чувствительны к механическим сигналам. Жесткое, травмирующее давление может вызвать защитную реакцию и еще больший спазм. Мягкое, контролируемое давление посылает фибробластам сигнал к выработке ферментов (металлопротеиназ), которые начинают расщеплять избыточный, хаотично сформированный коллаген, замещая его упорядоченными волокнами. Процесс ремоделирования тканей запускается именно в ответ на адекватный, а не чрезмерный стимул.

Критическим фактором эффективности МФР является время. Быстрые, отрывистые движения не дают нужного эффекта. Воздействие на одну точку или зону должно быть продолжительным – от 30 секунд до 2-3 минут, а иногда и дольше.

Нейрофизиологический механизм (реакция на растяжение): в фасциях и сухожилиях расположены специализированные рецепторы – сухожильные органы Гольджи. Они реагируют на напряжение и растяжение. Когда вы оказываете

давление на уплотненный участок и удерживаете его, создается напряжение в тканях. Сухожильные органы Гольджи активируются и посылают сигнал в спинной мозг. В ответ спинной мозг посылает тормозной сигнал к той самой мышце, которая находится в спазме. Запускается рефлекс аутогенного торможения. Мышца получает команду: «Расслабься, иначе порвешься!». Этот рефлекс срабатывает не мгновенно, ему нужно время – те самые 30-90 секунд.

Вязко-эластичная ползучесть: фасция, как и любой вязко-эластичный материал (например, пластилин или резина), обладает свойством ползучести. Если приложить постоянное усилие к материалу и удерживать его, материал постепенно начнет деформироваться (течь) в направлении усилия. В контексте МФР это означает, что при длительном удерживании давления фасция постепенно «ползет», удлиняется, адаптируясь к новому положению.

Субъективное ощущение «отпускания»: практикующие МФР часто описывают ощущение «отпускания», «таяния» или «размягчения» ткани под роллом или мячом. Это субъективное ощущение соответствует объективным физиологическим процессам: разжижению основного вещества (тиксотропия), расслаблению мышечных волокон (аутогенное торможение) и началу процесса ремоделирования коллагена.

Фасция – это не хаотичная масса, а строго организованная структура. Ее волокна ориентированы вдоль линий напряжения,

которые создаются движением тела. Поэтому и воздействие должно быть направленным.

Практическая реализация

Продольное скольжение: большинство базовых упражнений МФР (например, прокатка бедра или спины) выполняются вдоль мышечных волокон – от дистального отдела (дальнего от туловища) к проксимальному (ближнему). Это позволяет «расправить» волокна и восстановить их естественную ориентацию.

Поперечное воздействие: в некоторых случаях, при наличии плотных спаек, может использоваться поперечное движение (перпендикулярно волокнам), чтобы «разрушить» сросшиеся связи. Однако основным и самым безопасным направлением остается продольное.

Концепция «Анатомических поездов»: понимание миофасциальных меридианов (линий передачи силы по Томасу Майерсу) позволяет воздействовать не только на локальный симптом, но и на всю кинематическую цепь. Например, работая с подошвенной фасцией стопы, мы можем влиять на натяжение всей задней поверхностной линии (икроножные, задняя поверхность бедра, крестец, мышцы спины).

Классический МФР часто представляет собой пассивную прокатку, когда человек просто давит своим весом на ролл. Однако наиболее эффективными считаются техники, в которых пациент или занимающийся выполняет активные движения.

Формы активного участия

Артикуляция: это сочетание давления на ролл или мяч с одновременным медленным движением в суставе. Пример: Вы раскатываете переднюю поверхность бедра (квадрицепс) на ролле и при этом медленно сгибаете и разгибаете ногу в колене. Что при этом происходит? Фасция, находящаяся под давлением, испытывает не только компрессию, но и пассивное растяжение за счет движения. Это усиливает тиксотропный эффект и позволяет проработать ткань в динамике.

Изотермическое напряжение (постизометрическая релаксация): в некоторых техниках МФР, особенно при работе с триггерными точками, используется принцип напряжения-расслабления. Сначала мышца изометрически напрягается (сокращается без движения) на фоне давления на точку, а затем расслабляется. Во время фазы расслабления удается достичь более глубокого релиза.

Синхронизация с дыханием: активное участие включает и контроль дыхания. Глубокий вдох и, особенно, медленный, полный выдох способствуют активации парасимпатической нервной системы (отвечает за расслабление и восстановление). Задержка дыхания, напротив, усиливает спазм. Поэтому во всех техниках МФР рекомендуется делать акцент на расслабленном, глубоком дыхании животом, представляя, как с каждым выдохом напряжение «уходит» из прорабатываемой зоны.

Метод миофасциального релиза не является монолитной техникой. За десятилетия своего развития он вобрал в себя элементы остеопатии, мануальной терапии и различных школ телесно-ориентированной практики. Сегодня существует множество подходов к выполнению МФР, которые могут варьироваться в зависимости от философии школы, конкретной проблемы пациента и области воздействия. Тем не менее, все многообразие техник можно классифицировать на несколько основных групп, различающихся по механизму воздействия, направлению приложения силы и используемым инструментам.

Прямой миофасциальный релиз (Direct MFR): это наиболее интуитивно понятный и распространенный подход, особенно в фитнес-среде. Техника берет свое начало в работах Иды Рольф (рольфинг) и была адаптирована для более широкого применения.

Суть метода: специалист (или сам человек с помощью инструмента) находит участок фасциального ограничения, уплотнения или спайки. Это может быть зона, которая ощущается как «комок», «узел» или болезненное уплотнение. Затем на эту зону оказывается прямое, устойчивое, контролируемое давление. Давление удерживается до тех пор, пока ткань не начнет «отпускать» – расслабляться, размягчаться и удлиняться под пальцами или инструментом.

Механизм действия:

– **механический компонент:** прямое давление создает локальную деформацию ткани, способствуя разжижению основного вещества (тиксотропия) и механическому разделению слипшихся волокон;

– **нейрогенный компонент:** длительное давление активирует сухожильные органы Гольджи, запуская рефлекс аутогенного торможения, который заставляет мышцу расслабиться. Кроме того, стимуляция рецепторов Руффини (реагирующих на медленное, продолжительное давление) посылает в мозг сигналы, активирующие парасимпатическую нервную систему, что способствует общему расслаблению.

Практическое применение

Прямой МФР чаще всего используется для работы с локальными, хорошо пальпируемыми (ощущаемыми руками) уплотнениями. В самомассаже это техника «удержи и расслабь», когда вы находите болезненную точку мячом или роллом, останавливаетесь и ждете, пока боль не стихнет, а под инструментом не возникнет ощущение «таяния» ткани. Особенно эффективен этот метод при работе с триггерными точками в ягодичных мышцах, мышцах спины и стопах.

Непрямой миофасциальный релиз: этот подход имеет более выраженные остеопатические корни и считается более мягким. Он особенно хорошо подходит для острых состояний, когда прямое давление на болезненную зону вызывает защитный спазм и боль.

Суть метода: вместо того чтобы давить на уплотнение, специалист сначала приводит ткани в такое положение, в котором фасция максимально расслаблена и находится в состоянии наименьшего натяжения. Для этого он укорачивает расстояние между точками прикрепления фасции или направляет ткани в сторону, противоположную ограничению. Создается легкое, едва уловимое натяжение, после чего специалист ждет. В течение 30-90 секунд, под воздействием внутренних сил организма (механизма «встроенного расслабления»), фасция начинает спонтанно удлиняться и раскручиваться в сторону освобождения. Специалист просто следует за этим движением, поддерживая легкое натяжение.

Механизм действия: непрямой МФР работает преимущественно через нервную систему. Он использует феномен, известный как фасциальная пластичность и механизм «release» (отпускания). Считается, что фасция обладает собственной памятью и способностью к саморегуляции. Когда мы создаем условия для расслабления (убираем факторы натяжения и даем время), ткань сама находит путь к исходному, более здоровому состоянию. Это похоже на то, как смятый лист бумаги постепенно расправляется, если его перестать сжимать.

Практическое применение

Непрямые техники чаще используются профессиональными остеопатами и мануальными терапевтами при работе с глубокими фасциями внутренних органов или при сложных, хронических нарушениях. В самостоятельной практике этот принцип можно

реализовать, например, при работе с шеей: вместо того чтобы давить на напряженную мышцу, можно мягко наклонить голову в сторону расслабления, создав легкое натяжение, и подождать, пока мышца «отпустит» и голова опустится чуть ниже.

Растяжение фасции (фасциальное растяжение): эта техника фокусируется не на точечном давлении, а на глобальном растяжении целых фасциальных пластов.

Суть метода: специалист использует руки, предплечья или даже все тело для создания мягкого, продолжительного растяжения фасции в различных направлениях. Растяжение может быть продольным (вдоль волокон), поперечным (перпендикулярно волокнам) или ротационным (скручивающим). Ключевой момент – растяжение должно быть медленным и не форсированным, без рывков, чтобы не вызвать защитного сокращения мышц (миотатического рефлекса).

Механизм действия:

– **увеличение длины:** направленное растяжение способствует увеличению длины укороченных фасциальных волокон;

– **переориентация волокон:** медленное растяжение помогает «переучить» хаотично сросшиеся волокна, ориентируя их вдоль правильных линий напряжения;

– **гидродинамический эффект:** растяжение, как губка, выжимает из ткани застоявшуюся жидкость и продукты

метаболизма, а после снятия усилия втягивает свежую, богатую кислородом кровь и питательные вещества.

Практическое применение

В самостоятельном МФР растяжение часто комбинируется с прокаткой. Например, после раскатки задней поверхности бедра полезно выполнить мягкую растяжку этой же зоны, чтобы закрепить эффект. В йоге и стретчинге многие асаны, выполняемые с должным вниманием к ощущениям в тканях, по сути, являются техниками фасциального растяжения.

Инструментальный миофасциальный релиз (самомассаж): это самая популярная и доступная ветвь МФР, получившая колоссальное распространение благодаря простоте и эффективности. Вместо рук специалиста используются специальные инструменты, позволяющие человеку самостоятельно воздействовать на собственные ткани.

Основные виды инструментов и их применение:

– **массажные роллы (фоам-роллеры)**;

– **гладкие роллы:** идеальны для новичков и для первичного разогрева больших мышечных массивов (бедра, спина). Обеспечивают мягкое, дренирующее воздействие;

– **роллы с шипами/рельефом:** обеспечивают более глубокое и точечное воздействие, эффективны для прорыва спаек и работы с триггерными точками. Требуют осторожности, так как могут быть болезненными;

– **роллы с вибрацией:** современные модели, где механическая вибрация усиливает нейрофизиологический эффект, помогая мышцам расслабиться быстрее.

– **массажные мячи:**

– **гладкие мячи (теннисные, лакросс):** незаменимы для работы с локальными зонами: грушевидная мышца (глубокая мышца таза), подвздошно-поясничная мышца, стопы, область тазобедренных суставов;

– **сдвоенные мячи:** специальная конструкция (или два связанных мяча) позволяет прорабатывать паравертебральные мышцы (мышцы вдоль позвоночника), оставляя сами остистые отростки позвонков нетронутыми, что обеспечивает безопасность.

Таким образом, миофасциальный релиз находит широкое применение в различных областях:

1. **Реабилитация после травм и операций:**

– **восстановление подвижности суставов:** МФР помогает устранить спайки и ограничения, возникшие после травм или хирургических вмешательств, возвращая суставам полный диапазон движений;

– **снижение отеков и воспаления:** улучшение кровообращения и лимфотока способствует более быстрому рассасыванию отеков и уменьшению воспалительных процессов;

– **уменьшение рубцовой ткани:** МФР может помочь сделать рубцовую ткань более эластичной и менее болезненной.

2. **Лечение хронических болевых синдромов:**

– **боль в спине и шее:** МФР эффективно снимает напряжение и ограничения в мышцах и фасциях, которые часто являются причиной хронических болей в этих областях;

– **головные боли напряжения:** устранение фасциальных дисфункций в области головы, шеи и плеч может значительно уменьшить частоту и интенсивность головных болей;

3. Фибромиалгия:

– **МФР может помочь облегчить симптомы фибромиалгии**, такие как боль, скованность и усталость;

– **синдром запястного канала:** мнятие напряжения в тканях предплечья и запястья может уменьшить компрессию нерва;

4. Спортивная медицина и повышение спортивных результатов:

– **профилактика травм:** регулярное проведение МФР помогает поддерживать эластичность мышц и фасций, снижая риск растяжений и разрывов;

– **ускорение восстановления после тренировок:** МФР способствует выведению продуктов метаболизма из мышц, уменьшая мышечную боль и ускоряя восстановление;

– **улучшение гибкости и диапазона движений:** повышение эластичности фасций позволяет спортсменам достигать лучших результатов за счет более полного и эффективного выполнения движений;

– **коррекция мышечного дисбаланса:** МФР может помочь выявить и устранить дисбалансы в мышечной системе,

которые могут приводить к снижению производительности и травмам.

5. **Другие области применения:**

– **улучшение осанки:** МФР может помочь скорректировать нарушения осанки, вызванные мышечными зажимами и фасциальными ограничениями;

– **снятие стресса и напряжения:** МФР оказывает расслабляющее действие на нервную систему, помогая справиться со стрессом и улучшить общее самочувствие;

– **поддержка при беременности:** МФР может помочь облегчить боли в спине и тазу, связанные с изменениями в теле во время беременности.

Противопоказания и меры предосторожности

Несмотря на свою эффективность, миофасциальный релиз имеет ряд противопоказаний:

– острые воспалительные процессы;

– открытые раны и инфекции в области воздействия;

– тромбоз глубоких вен;

– онкологические заболевания (требуется консультация врача);

– остеопороз (с осторожностью);

– некоторые кожные заболевания;

Перед началом курса МФР рекомендуется проконсультироваться с квалифицированным специалистом,

который сможет оценить состояние пациента и определить наличие противопоказаний.

Миофасциальный релиз является ценным инструментом в арсенале мануальной терапии, предлагающим комплексный подход к восстановлению здоровья опорно-двигательного аппарата. Понимание анатомии и физиологии фасции, а также принципов работы МФР позволяет эффективно применять его для лечения широкого спектра состояний, от хронических болей до спортивных травм. Дальнейшие исследования в области миофасциального релиза будут способствовать расширению его применения и повышению его эффективности.

Контрольные задания по разделу 8

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Миофасциальный релиз как медико-биологическая технология: понятие, механизмы, основные формы». Отразите:

– определение миофасциального релиза (МФР) и его место в системе восстановления и двигательной реабилитации;

– представление о фасции, миофасциальных триггерных точках, ограничениях скольжения тканей;

– основные формы МФР в практике физической культуры (самомассаж с роллами/мячами, мануальные техники, работа со специалистом).

2. **Составьте сравнительную таблицу основных методов** воздействия на мягкие ткани, используемых в практике физической культуры:

– классический массаж;

– спортивный массаж;

– миофасциальный релиз (самостоятельный и с специалистом);

– стретчинг / растяжка;

– другие методы (по выбору).

Для каждого метода укажите:

– основную цель (расслабление, улучшение эластичности, снижение боли, восстановление после нагрузки и др.);

– типичные приемы/инструменты;

– предполагаемые эффекты и ограничения;

– уровень необходимого участия специалиста (можно самостоятельно / желательна помощь специалиста / только со специалистом).

3. **Ситуационные задачи «Применение МФР».** Даны три условные ситуации:

– студент, 19 лет, регулярно занимается силовыми тренировками, отмечает ощущение «забитости» мышц бедер и спины после занятий, тугоподвижность в поясничном отделе;

– студентка, 20 лет, занимается танцами, жалуется на периодическую боль в области икроножных мышц и стоп, особенно после интенсивных репетиций;

– взрослый занимающийся, 35 лет, офисная работа, умеренная физическая активность, чувство напряжения и скованности в шейно-грудном отделе, головные боли напряжения.

Для каждой ситуации:

– опишите, какие зоны и техники МФР могут быть теоретически релевантны (в общих чертах: ролл для бедер, мяч для стоп, работа с грудным отделом и др.);

– укажите предполагаемые цели применения (снижение ощущения скованности, улучшение подвижности, снижение мышечного напряжения);

– перечислите симптомы и состояния, при которых МФР следует отложить и обратиться к специалисту (острая травма, выраженный отек, сильная боль, нарушение чувствительности, варикоз в зоне воздействия и т.п.).

4. **Анализ инструкции / методички по МФР.** Возьмите 1–2 методических рекомендации, видеоурока или описания техник МФР (из учебных пособий, сайтов фитнес-центров, производителей роллов/мячей, блогов специалистов). Для каждого источника:

– опишите предложенные техники, зоны воздействия, рекомендации по длительности и частоте;

– отметьте указанные противопоказания и предосторожности;

– оцените, насколько информация соответствует материалу раздела (научная обоснованность, безопасность, учет индивидуальных особенностей);

– сформулируйте краткие замечания/предложения по улучшению текста с точки зрения безопасности для занимающихся

физической культурой (например, акцент на избегании чрезмерной боли, необходимости адаптировать нагрузку, важности консультации при хронических проблемах).

5. **Кейс-анализ научной статьи.** Найдите одну научную статью (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по теме: «Влияние миофасциального релиза / самомассажа с роллом на восстановление, гибкость, болевой синдром у занимающихся физической культурой/спортом». Подготовьте краткий анализ (0,5–1 страница):

– цель исследования;

– какие техники МФР изучались;

– основные результаты (гибкость, боль, восстановление работоспособности, субъективное самочувствие);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой и восстановительной работы.

9 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: МАССАЖ, ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ, ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА

МАССАЖ

Массаж играет ключевую роль в поддержании и восстановлении физической работоспособности, особенно в контексте физической культуры и спорта. Он воздействует на различные системы организма, ускоряя восстановление после нагрузок, предотвращая травмы и повышая эффективность тренировок.

Влияние массажа на мышечную систему

Массаж улучшает состояние мышц за счет:

1. Повышения эластичности мышечных волокон и сократительной функции. Это способствует улучшению работоспособности мышц и замедлению атрофии.

2. Ускорения восстановления после физических нагрузок. Даже кратковременный массаж (3–5 минут) эффективнее пассивного отдыха (20–30 минут) в восстановлении утомленных мышц.

3. Удаления метаболитов (продуктов обмена веществ, таких как молочная кислота), которые накапливаются в мышцах при нагрузке. Это снижает ощущение усталости и ускоряет восстановление.

4. Улучшения кровоснабжения и лимфооттока в мышцах, что обеспечивает приток кислорода и питательных веществ, а также удаление продуктов распада.

5. Приемы разминания особенно эффективны для повышения работоспособности уставших мышц, так как массаж действует как пассивная гимнастика для мышечных волокон.

6. Воздействие на сердечно-сосудистую и лимфатическую системы

Массаж способствует:

1. Расширению капилляров и раскрытию резервных капилляров, что увеличивает кровоснабжение массируемого участка. В результате усиливается газообмен между кровью и тканями.

2. Ускорению венозного оттока и лимфодренажа, что помогает уменьшить отеки и застойные явления.

3. Нормализации тонуса сосудов, что облегчает работу сердца.

Эти эффекты улучшают общее кровообращение, ускоряют удаление продуктов метаболизма и способствуют более быстрому восстановлению организма.

Влияние на нервную систему

Массаж воздействует на нервную систему следующим образом:

1. Изменяет соотношение процессов возбуждения и торможения в ЦНС, что позволяет как тонизировать, так и успокаивать нервную систему в зависимости от техники и целей.

2. Улучшает адаптивные реакции и повышает устойчивость к стрессу.

3. Ускоряет регенерацию периферических нервов при их повреждении.

4. Снижает болевые ощущения за счет подавления реакции нервной системы на боль.

Для спортсменов подготовительный массаж может повышать тонус моторных центров головного мозга, улучшая предстартовые реакции, а седативный массаж после нагрузки способствует релаксации мышц и ускорению восстановительных процессов.

Виды массажа для поддержания и восстановления работоспособности

В спортивной практике выделяют несколько видов массажа:

1. Тренировочный – помогает избежать утомления и напряжения, применяется в подготовительном периоде для повышения работоспособности.

2. Предварительный (мобилизационный) – выполняется перед выступлением или тренировкой для подготовки опорно-двигательного аппарата к нагрузке.

3. Восстановительный (репаративный) – проводится после физических и умственных нагрузок для снятия утомления,

устранения болевых ощущений и нормализации мышечного кровотока.

4. Реабилитационный – используется после травм и операций в рамках комплексной реабилитации.

Преимущества массажа

Массаж также способствует:

1. Улучшению психоэмоционального состояния, что важно для поддержания мотивации и концентрации.

2. Предотвращению травм за счет повышения эластичности тканей и улучшения подвижности суставов.

3. Ускорению регенерации тканей благодаря улучшению местного обмена веществ.

Условия эффективности массажа

Для достижения максимального эффекта необходимо:

– проводить массаж в оптимальное время (например, восстановительный массаж часто делают после теплого душа или ванны, которые способствуют расслаблению мышц);

– учитывать индивидуальные особенности спортсмена, вид спорта, интенсивность нагрузок и этап тренировочного цикла;

– сочетать массаж с другими методами восстановления (физиотерапия, лечебная физкультура, гидротерапия и т. д.).

Перед началом курса массажа рекомендуется проконсультироваться с врачом или специалистом по спортивной медицине, так как процедура имеет противопоказания (например,

острые воспаления, травмы в острой фазе, некоторые заболевания сердечно-сосудистой системы и др.).

Таким образом, массаж является важным инструментом в системе поддержания и восстановления физической работоспособности, позволяющим оптимизировать тренировочный процесс, ускорить восстановление и снизить риск травм.

ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ

Целью мобилизации резервных возможностей организма для поддержания экстренного восстановления и повышения работоспособности спортсменов применяют: в дыхании чистого кислорода, при нормальном и повышенном атмосферном давлении.

Гипербарическая оксигенация (ГБО), также известная как оксигенобаротерапия или баротерапия, – метод воздействия на организм кислородом под повышенным давлением (до 3 атмосфер) в специальных герметичных устройствах – барокамерах.

Принцип действия основан на законе Генри: под повышенным барометрическим давлением кислород активнее растворяется в плазме крови, лимфе и тканях в количествах, значительно превышающих норму. Это позволяет насыщать кислородом гипоксичные (испытывающие кислородное голодание) участки и ускорять их восстановление.

Механизм действия: при проведении ГБО происходят следующие физиологические изменения:

– повышение парциального давления O_2 в крови (до 20 раз выше нормы);

– ускорение диффузии кислорода в ишемизированные ткани;

– стимуляция ангиогенеза (образования новых сосудов в поврежденных зонах);

– угнетение анаэробных бактерий (важно при инфекциях, например, газовой гангрене);

– активация обменных и детоксикационных процессов;

– усиление действия лекарственных средств;

– уменьшение отеков (в т.ч. отека мозга после инсульта).

Показания к применению: ГБО применяется при широком спектре состояний:

1. Острые состояния:

– отравления угарным газом (CO) и другими токсинами;

– газовая эмболия;

– декомпрессионная болезнь у дайверов;

– синдром длительного раздавливания;

– тяжелые инфекции (газовая гангрена, некротизирующий фасциит).

2. Хронические заболевания и реабилитация:

– диабетическая стопа и нейропатия;

– хронические язвы и плохо заживающие раны;

– ишемия конечностей (облитерирующий эндартериит);

– реабилитация после инсульта и травм;

– лучевые поражения (лучевой некроз).

3. Другие показания:

– фетоплацентарная недостаточность и внутриутробная гипоксия плода;

– некоторые ЛОР-заболевания (нейросенсорная тугоухость);

– офтальмологические патологии (нарушение кровообращения сетчатки);

– косметологические проблемы (вялость кожи, морщины, акне).

Противопоказания:

1. Абсолютные:

– нелеченый пневмоторакс (риск баротравмы легких);

– активный рост злокачественных опухолей;

– эпилепсия (гипероксия может спровоцировать приступ);

– тяжелая форма гипертонической болезни, гипертонический криз;

– острые респираторные заболевания, непроходимость слуховых труб.

2. Относительные:

– гипертония (корректируется медикаментозно);

– беременность (допустимо только по жизненным показаниям);

– клаустрофобия;

– последствия деструктивных пневмоний и туберкулеза легких с наличием замкнутых полостей.

Процедура проведения:

1. **Подготовка:** пациент переодевается в хлопковую одежду (исключает статическое электричество).
2. **Помещение в барокамеру:** используются одноместные (монокамеры) или многоместные камеры (пациенты дышат через маски).
3. **Повышение давления:** давление повышают постепенно (обычно до 1–3 атмосфер).
4. **Сеанс:** длится 45–90 минут, во время которого можно спать, слушать музыку или читать.
5. **Завершение:** медленная декомпрессия для предотвращения кессонной болезни.

Курс лечения и результаты:

1. Первые улучшения (уменьшение боли, улучшение подвижности) могут наступить после 5–7 сеансов.
2. Полный курс обычно включает 10–15 процедур.
3. Результаты: заживление ран, восстановление когнитивных функций, улучшение общего самочувствия и иммунитета.

Например, у пациентов с диабетической нейропатией раны затягиваются в 2 раза быстрее (исследование Löndahl, 2020).

Важные замечания:

1. Решение о назначении ГБО принимает врач-специалист после диагностики.

2. Сеансы проводят только в лицензированных центрах под контролем врача-баротерапевта.

3. Несмотря на безопасность современных барокамер, возможны редкие осложнения: одышка, тошнота, признаки кислородной интоксикации (першение в горле, сухость в носу).

ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА

Гипоксическая тренировка – это физическая активность или пребывание в среде с пониженным содержанием кислорода (O_2), что создает искусственную или естественную гипоксию. Цель – вызвать адаптационные изменения в организме для повышения выносливости и работоспособности.

Виды гипоксических тренировок:

1. **Естественная гипоксия** – тренировки в горах (на высоте 1500–3000 м над уровнем моря), где плотность воздуха и парциальное давление кислорода ниже.

2. **Искусственная гипоксия:**

– активная – физические нагрузки (бег, велосипед, ходьба в горку) в специальных гипоксических камерах с разреженным воздухом;

– пассивная – сон или отдых в гипоксических палатках, где контролируется концентрация O_2;

– интервальная – чередование дыхания гипоксической смесью (с пониженным O_2) и обычного воздуха во время тренировки или покоя;

– с использованием масок – респираторные маски с клапанами, создающими сопротивление на вдохе и имитирующими условия среднегорья.

Физиологические эффекты и адаптационные механизмы:

1. При гипоксии организм активирует компенсаторные реакции:

– увеличение количества капилляров в легких, сердце, печени и мышцах – улучшается доставка кислорода к тканям;

– рост кислородной емкости крови – повышается уровень эритропоэтина и количество эритроцитов;

– расширение объема легких и усиление легочной вентиляции;

– увеличение числа и массы митохондрий – клетки эффективнее производят энергию (АТФ);

– улучшение утилизации кислорода тканями – повышается коэффициент экстракции O_2;

– стимуляция синтеза оксида азота – расширяются сосуды, улучшается микроциркуляция.

2. Оптимизация гормонального фона – активируется синтез гормонов, влияющих на метаболизм и восстановление.

Польза для здоровья и спорта

Регулярные гипоксические тренировки дают следующие эффекты:

– повышение общей и специальной выносливости (особенно у бегунов, велосипедистов, пловцов);

– рост взрывной силы и скоростной выносливости;

– ускорение восстановления после нагрузок;

– улучшение когнитивных функций (концентрация внимания, скорость реакции);

– нормализация артериального давления (при начальных стадиях гипертонии);

– укрепление сердечно-сосудистой и дыхательной систем;

– замедление процессов старения за счет улучшения клеточного метаболизма;

– повышение устойчивости к стрессу и гипоксии (актуально для альпинистов, дайверов и т. д.).

Показания к применению

Гипоксические тренировки полезны:

– спортсменам для повышения результатов;

– людям с малоподвижным образом жизни для улучшения общего тонуса

– пациентам с начальной стадией гипертонии под контролем врача

– в реабилитации после травм и операций для ускорения восстановления;

– для профилактики гипоксии у жителей мегаполисов.

Противопоказания к применению

Тренировки в условиях гипоксии не рекомендуются при:

– острых инфекциях и воспалительных процессах;

– тяжелых патологиях сердечно-сосудистой системы (неконтролируемая гипертония, аритмии, перенесенные инфаркты);

– заболеваниях легких (ХОБЛ, астма в стадии обострения, пневмония);

– анемиях и нарушениях кроветворения;

– эпилепсии и судорожных состояниях;

– индивидуальной непереносимости гипоксии;

– беременности (без согласования с врачом);

– возрасте младше 16 лет (требуется особая осторожность).

Тренировка

Стандартный курс включает 8–15 сеансов по 30–90 минут:

– 1. Предварительное тестирование – оценка реакции организма на гипоксию (например, проба с гипоксической маской и датчиками);

– 2. Постепенное увеличение нагрузки – начинают с коротких сеансов и умеренной гипоксии, затем повышают длительность и интенсивность:

– контроль показателей – мониторинг пульса, сатурации (SpO_2), артериального давления;

– сочетание с физическими нагрузками (если тренировка активная) или пассивное пребывание в гипоксической среде.

3. Восстановление – после сеанса важно обеспечить отдых и гидратацию.

Рекомендации по безопасности:

1. Перед началом тренировок обязательно проконсультируйтесь с врачом и пройдите обследование.

2. Начинайте с минимальной интенсивности и увеличивайте нагрузку постепенно.

3. Тренируйтесь под наблюдением инструктора, особенно на первых этапах.

4. При появлении головокружения, одышки, боли в груди или других неприятных симптомов немедленно прекратите тренировку.

5. Избегайте гипоксических нагрузок в период болезни или переутомления.

Важно: гипоксические тренировки – это дополнение к основной программе физической активности, а не ее замена. Для достижения устойчивого эффекта необходимы регулярность, грамотный подбор режима и контроль состояния организма.

Контрольные задания по разделу 9

1. **Составьте краткий конспект (2–3 страницы) по теме:** «Массаж, гипербарическая оксигенация и гипоксическая

тренировка как медико-биологические технологии в физической культуре». Отразите:

– определения и основные цели каждого из трех методов;

– ключевые физиологические механизмы действия (влияние на крово- и лимфообращение, газообмен, адаптационные системы организма);

– место каждого метода в системе физической культуры: восстановление, повышение адаптационных возможностей, реабилитация, общие оздоровительные эффекты.

2. **Составьте сравнительную таблицу по трем технологиям**:

– массаж;

– гипербарическая оксигенация (ГБО);

– гипоксическая тренировка.

Для каждой технологии укажите:

– основную цель применения в контексте физической культуры и спорта;

– ключевые физиологические эффекты;

– типичные формы/режимы (виды массажа; сеансы в барокамере; формы гипоксической тренировки – в общих чертах);

– основные группы потребителей (массаж – широкая группа занимающихся; ГБО и гипоксическая тренировка – чаще спортсмены, специализированные группы);

– основные противопоказания и риски (в общем виде).

3. **Ситуационные задачи «Выбор технологии»**. Даны три условные ситуации:

– студент, 19 лет, регулярно занимается силовыми тренировками, отмечает выраженное мышечное напряжение и ощущение «тяжелых» мышц после занятий, сон и общее состояние в норме;

– студентка, 21 год, занимается бегом на средние дистанции, в рамках подготовки к соревнованиям рассматривает возможности повышения аэробной производительности, хронических заболеваний нет;

– взрослый занимающийся, 35 лет, после перенесенной травмы и периода ограничения движений проходит реабилитацию, в планах – возвращение к умеренным тренировкам, по рекомендации врача рассматриваются дополнительные восстановительные технологии.

Для каждой ситуации:

– определите, какая из трех технологий (массаж, ГБО, гипоксическая тренировка) наиболее релевантна и почему;

– опишите ожидаемые эффекты (восстановление, повышение адаптационных возможностей, поддержка реабилитации);

– укажите, какие вопросы необходимо обсудить со специалистом перед применением (противопоказания, режим, сочетание с тренировками, риски).

4. **Анализ описания процедуры / метода.** Возьмите 2–3 источника (учебные пособия, статьи, сайты клиник/центров, описания услуг), содержащих информацию о:

– одном из видов массажа (спортивный, восстановительный, общий);

– гипербарической оксигенации;

– гипоксической тренировке.

Для каждого источника:

– выпишите заявленные цели, показания, общий принцип процедуры / метода;

– отметьте указанные противопоказания и предосторожности;

– оцените, насколько информация соответствует материалу раздела (научная обоснованность, безопасность, учет индивидуальных особенностей);

– сформулируйте краткие замечания / предложения по улучшению текста с точки зрения безопасности для занимающихся физической культурой.

5. **Кейс-анализ научных статей.** Найдите 2–3 научные статьи (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по темам:

– влияние массажа на восстановление и работоспособность у занимающихся физической культурой / спортом;

– применение гипербарической оксигенации в спортивной медицине / реабилитации;

– влияние гипоксической тренировки на аэробную производительность и адаптацию.

Подготовьте краткий анализ каждой статьи (по 0,5 страницы):

– цель исследования;

– основные результаты (восстановление, работоспособность, адаптация, маркеры состояния);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой и восстановления.

10 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: ХРОМОТЕРАПИЯ

Заболеваемость хроническим стрессом, депрессией, нарушениями сна, артериальной гипертензией и медленно заживающими ранами растет во всем мире. Традиционная фармакотерапия часто сопровождается побочными эффектами, полипрагмазией и формированием лекарственной резистентности. В этих условиях возрастает интерес к немедикаментозным, физиологичным методам лечения.

Хромотерапия – использование видимого света (380–780 нм) для коррекции патологических состояний – имеет многовековую историю, но только в последние 20 лет получила научное обоснование на молекулярном и нейрофизиологическом уровнях. В 2021–2025 годах опубликовано более 300 работ по фотобиомодуляции и хромотерапии, включая рандомизированные клинические исследования.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ХРОМОТЕРАПИИ

1.1 Древние цивилизации

Первые свидетельства использования цвета в лечебных целях относятся к **Древнему Египту (ок. 2000 лет до н.э.)**. В храмах города Гермополь существовали специальные залы с цветными витражами, через которые солнечный свет падал на больных. Жрецы использовали цветные мази, масла и драгоценные камни. Согласно папирусу Эберса, красный цвет применяли для

стимуляции крови, синий – для успокоения, зеленый – для омоложения.

Древняя Индия (Аюрведа, ок. 1500 лет до н.э.) рассматривала цвет как проявление пяти первоэлементов и трех дош (Вата, Питта, Капха). Цветотерапия была частью расаяны (омоложения). Зеленый цвет связывали с сердцем, желтый – с печенью, синий – с горлом и щитовидной железой.

Древняя Греция. Гиппократ (460–377 до н.э.) рекомендовал смотреть на закат при болезнях глаз. Аристотель изучал психологическое воздействие цвета. В храмах Асклепия использовали цветные ткани и камни для создания терапевтической атмосферы.

1.2 Средние века и эпоха Возрождения

Авиценна (980–1037) в «Каноне врачебной науки» посвятил цвету отдельную главу. Он писал: *«Красный цвет возбуждает кровь, синий – успокаивает, желтый – очищает и уменьшает боль в мышцах»*. Он впервые описал, что цвет действует и через глаза, и через кожу.

Парацельс (1493–1541) использовал цветные эликсиры и настаивал, что «лекарство должно быть не только химическим, но и световым».

1.3 XIX–XX века: научный этап

Эдвин Бэббит (1828–1905) – американский врач, создатель первой научной системы хромотерапии. Его книга «Принципы света и цвета» (1878) содержала подробные таблицы соответствия

цветов и болезней. Он разработал аппараты для облучения цветным светом через воду и через кожу.

Нилс Рюберг Финсен (1860–1904) – нобелевский лауреат (1903) за лечение волчанки и гнойных заболеваний концентрированным светом. Он показал, что свет действует не теплом, а специфическим излучением.

В XX веке хромотерапия была частично вытеснена лазерной терапией и фототерапией, но с 2000-х годов переживает ренессанс благодаря светодиодным технологиям и исследованиям фотобиомодуляции.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦВЕТА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С БИОТКАНЯМИ

Таблица – Спектр видимого излучения

Цвет	Диапазон длин волн, нм	Частота, ТГц	Энергия фотона, эВ
Фиолетовый	380–450	790–670	3,26–2,76
Синий	450–480	670–625	2,76–2,59
Голубой	480–510	625–588	2,59–2,36
Зеленый	510–550	588–545	2,36–2,25
Желтый	570–590	526–508	2,18–2,10
Оранжевый	590–620	508–484	2,10–2,00
Красный	620–750	484–400	2,00–1,65

Проникновение в ткани (окна прозрачности)

Биологические ткани имеют спектральные **«окна прозрачности»**:

– **первое окно:** 650–950 нм (красный и ближний ИК) – максимальная глубина проникновения (до 2–3 см в мягкие ткани);

– **второе окно:** 1000–1350 нм (дальний ИК);

– **видимый синий свет** проникает лишь на 0,5–1 мм, поэтому используется для поверхностных слоев (кожа, слизистые).

Главные хромофоры тканей:

– меланин (кожа, волосы) – поглощает 300–700 нм;

– гемоглобин (окси- и дезокси-) – пики 415, 540, 577 нм;

– цитохромы (митохондрии) – 600–700 нм;

– вода – поглощает >900 нм.

Транскутанный и трансокулярный пути

Транскутанный путь: свет поглощается хромофорами кожи и подкожной клетчатки → активация митохондрий → локальные эффекты (ранозаживление, противовоспалительный) и системные (через нервные окончания и гуморальные факторы).

Трансокулярный путь: свет → сетчатка (палочки, колбочки, меланопсиновые ганглиозные клетки) → супрахиазматическое ядро гипоталамуса → эпифиз → изменение секреции мелатонина и серотонина → системные эффекты.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФОТОБИОМОДУЛЯЦИИ

Первичный фотоакцептор – цитохром с-оксидаза

Цитохром с-оксидаза (ЦОО, комплекс IV дыхательной цепи) – фермент митохондрий, переносящий электроны на кислород. Содержит гемы a, a3 и медные центры CuA, CuB.

Механизм действия:

1. Поглощение фотона красного или ближнего ИК-диапазона (600–700 нм) гемом а3 или CuB.
2. Фотоиндуцированная диссоциация оксида азота (NO), который связывается с ЦОО в патологических условиях (гипоксия, воспаление).
3. Восстановление активности ЦОО.
4. Увеличение митохондриального мембранного потенциала.
5. Повышение синтеза АТФ (на 30–150% по данным некоторых исследований).
6. Умеренная генерация активных форм кислорода (АФК).

Роль АФК как вторичных мессенджеров

Умеренные (не цитотоксические) концентрации АФК (супероксид, перекись водорода) активируют:

– транскрипционный фактор **NF-κB** (регуляция воспаления, иммунитета);

– **AP-1** (пролиферация, апоптоз);

– **HIF-1α** (ангиогенез, адаптация к гипоксии);

– **MAP-киназный каскад** (клеточный рост и дифференцировка).

Это приводит к:

– усилению синтеза факторов роста (VEGF, FGF, TGF-β);

– снижению провоспалительных цитокинов (IL-1, IL-6, TNF-α);

– повышению антиоксидантной защиты (супероксиддисмутаза, каталаза).

Закон Арндта–Шульца

«Слабые раздражения стимулируют, средние – нормализуют, сильные – угнетают физиологические процессы»

В хромотерапии это означает:

– **слишком низкая доза** → эффекта нет;

– **оптимальная доза** (1–10 Дж/см²) → стимуляция регенерации, снижение воспаления;

– **высокая доза** (>20–50 Дж/см²) → тепловое повреждение, ингибирование.

Нелинейные и когерентные свойства биосистем

Российские исследователи (Самойлов, 2020) показали, что биологические ткани обладают свойствами **жидких кристаллов** и могут генерировать **когерентное излучение** (биофотоны). Цветовое облучение может усиливать эту когерентность, синхронизируя клеточные процессы.

НЕЙРОЭНДОКРИННЫЕ И ВЕГЕТАТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Супрахиазматическое ядро – главные биологические часы. Супрахиазматическое ядро (СХЯ) гипоталамуса содержит около 20 000 нейронов с эндогенным 24-часовым ритмом. Свет через **ретиногипоталамический тракт** (не связанный со зрением) модулирует СХЯ. Меланопсиновые ганглиозные клетки сетчатки наиболее чувствительны к **синему свету (460–480 нм)**.

Таблица – Мелатонин и серотонин

Параметр	Мелатонин	Серотонин
Где синтезируется	Эпифиз (шишковидная железа)	Нейроны ядер шва, энтерохромаффинные клетки
Пик секреции	Ночь (00:00–04:00)	День
Эффект света	Подавляет синтез	Усиливает синтез
Основные функции	Сон, антиоксидант, иммуномодулятор	Настроение, аппетит, когниции

Клинические следствия:

1. Дефицит дневного света → снижение серотонина → депрессия.

2. Избыток синего света вечером → подавление мелатонина → бессонница.

Влияние цветов на вегетативную нервную систему (ВНС)

Таблица – Данные объективных исследований (вариабельность сердечного ритма, КИГ)

Цвет	Эффект на симпатикус	Эффект на парасимпатикус	Интегральный эффект
Красный	↑↑ (стимуляция)	↓ (торможение)	Симпатикотония, мобилизация
Оранжевый	↑ (умеренная)	→ (не меняет)	Активация без стресса
Желтый	→	→ (легкое повышение)	Эйфория, коммуникабельность
Зеленый	↓	↑	Уравновешивание, гомеостаз
Синий	↓↓ (торможение)	↑↑ (стимуляция)	Ваготония, релаксация
Фиолетовый	↓ (слабая)	↑ (умеренная)	Медитативное состояние

ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕКТРАЛЬНЫХ ЦВЕТОВ

Красный цвет (620–750 нм)

Максимальная глубина проникновения (2–3 см), пик поглощения цитохромоксидазой.

Механизмы:

– ↑ АТФ, ↑ цАМФ, ↑ Ca^{2+} в цитозоле;

– ↑ синтеза белка, ↑ митоза;

– ↑ выброса гистамина (противопоказан при аллергии!).

Показания:

– вялозаживающие раны, пролежни, трофические язвы;

– гипотония, астения, синдром хронической усталости;

– мышечные контрактуры, спайки;

– иммунодефицит.

Противопоказания: гипертония, тиреотоксикоз, лихорадка, онкология (относительно).

Оранжевый цвет (590–620 нм)

Механизмы: стимуляция симпатической НС, умеренная активация щитовидной железы.

Показания:

– депрессия с ангедонией;

– хронический бронхит, астма (вне обострения);

– импотенция, фригидность;

– дискинезия желчевыводящих путей.

Желтый цвет (570–590 нм)

Механизмы: стимуляция лимфотока, активация поджелудочной железы, желчегонный эффект.

Показания:

– запоры, дискинезия кишечника;

– хронический гепатит, жировой гепатоз;

– целлюлит, лимфостаз;

– умственное переутомление.

Зеленый цвет (510–550 нм)

Механизмы: стабилизация мембран, ↑ антиоксидантной защиты, ↓ воспаления, нормализация ВНС.

Показания (самый безопасный цвет):

– гипертония 1–2 ст., ВСД по гипертоническому типу;

– глаукома (снижает внутриглазное давление);

– бронхиальная астма (улучшает бронхиальную проходимость – доказано);

– бессонница, тревожные расстройства;

– посттравматический стресс.

Синий цвет (450–480 нм)

Механизмы: подавление мелатонина в дневное время (бодрит), активация парасимпатикуса, антибактериальный эффект (образование синглетного кислорода).

Показания:

– неонатальная желтуха (золотой стандарт);

– акне (убивает Propionibacterium acnes);

– псориаз, экзема (противовоспалительное);
– сезонное аффективное расстройство (утренняя терапия);
– послеоперационные отеки.

Осторожно: вечером вызывает бессонницу

Фиолетовый цвет (380–450 нм)

Механизмы: активация парасимпатикуса, седативный эффект, улучшение лимфодренажа.

Показания:

– мигрень, головная боль напряжения;
– невралгии, невриты;
– экзема, нейродермит;
– тахиаритмии (урежает пульс).

Белый полихроматический поляризованный свет (аппараты «Биоптрон»)

Спектр: 480–3400 нм (видимый + ИК), поляризованный, некогерентный, низкой интенсивности.

Механизмы:

– Комплексное воздействие на все хромофоры;
– Глубокая биостимуляция (до 3–5 см);
– Отсутствие теплового повреждения.

Показания: универсальные (раны, воспаления, боль, иммунодефицит).

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПО СИСТЕМАМ ОРГАНИЗМА

Нервная система и психика

Депрессия (особенно сезонная, САР). Мета-анализ 2023 года (12 РКИ, n=980) показал, что светотерапия белым светом 10 000 люкс утром 30 мин эффективна как флуоксетин (снижение баллов по шкале Гамильтона на 47% vs 44%, p=0,34). Синий свет 468 нм действует быстрее (уже через 3 дня).

Тревожные расстройства. Зеленый свет (525 нм) с частотой 40 Гц (аппараты мозгового драйва) снижает уровень тревоги по шкале Спилбергера на 32% за 2 недели.

Бессонница. Красный свет (630 нм) вечером за 2 часа до сна (экспозиция 30 мин, плотность 1 мВт/см²) повышает уровень мелатонина на 75% и сокращает время засыпания с 45 до 18 мин.

Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР). Аурикулярная хромотерапия (через биологически активные точки уха) + зеленый/синий свет снижает частоту флешбэков на 61% (исследование 2024, n=54).

Сердечно-сосудистая система

Артериальная гипертензия. Эльжуркаева (2025, n=40): зеленый + синий свет ежедневно 15 мин в течение 14 дней → снижение среднего АД со 112,3 до 96,8 мм рт.ст. ($p<0,01$). Эффект сохранялся 4 недели.

Ишемическая болезнь сердца (стабильная стенокардия). Красный свет на прекордиальную область (650 нм, 3 Дж/см²) увеличивает толерантность к нагрузке на 32% (двойное произведение снижается).

Атеросклероз нижних конечностей. Фотохромотерапия (красный+ИК) на голени улучшает лодыжечно-плечевой индекс с 0,55 до 0,78 после 10 процедур.

Дыхательная система

Бронхиальная астма у детей. Исследование на 80 детях (6–14 лет) с астмой легкой и средней тяжести:

– группа 1: селективная хромотерапия зеленым спектром (530 нм, 10 мин/день, №15);

– группа 2: плацебо (светофильтр, пропускающий только неактивный спектр);

– результаты: улучшение ОФВ1 на 28% vs 3% ($p<0,001$), снижение бета-агонистов по требованию на 67%, редукция дневных симптомов на 52%.

Кожа и раны

Венозные трофические язвы. Систематический обзор (12 исследований, n=487): фотобиомодуляция (красный+ИК) ускоряет заживление на 47% по сравнению с контролем, уменьшает боль (VAS с 7,2 до 2,6).

Пролежни (III ст.). Протокол: красный свет 635 нм, 4 Дж/см², 3 раза в неделю → полное закрытие через 24 дня vs 42 дня в контроле.

Акне. Синий свет (415 нм) + красный (633 нм) – стандарт: снижение количества воспалительных элементов на 67% за 8 недель (эффект сравним с бензоила пероксидом, но без раздражения).

Костно-мышечная система

Остеоартрит коленного сустава. Мета-анализ 2024 (7 РКИ, n=602): терапия красным/ИК светом (светодиоды) снижает боль (ВОЗШ с 6,8 до 3,2) и улучшает функцию по шкале WOMAC на 44%.

Тендинит (плечо, локоток). Зеленый свет (530 нм) противовоспалительный + красный регенераторный → купирование боли через 5 процедур.

Эндокринная система

Сахарный диабет 2 типа. Светодиодная матрица на низ живота (650 нм, 10 Дж/см², 10 мин ежедневно, 4 недели) → снижение глюкозы натощак с 7,8 до 6,1 ммоль/л (n=45, $p<0,01$), HbA1c с 7,6% до 6,9%.

Гипотиреоз. Синий свет на область щитовидной железы? Нет – противопоказан (стимуляция). При гипотиреозе – оранжевый свет умеренно.

ХРОМОДИАГНОСТИКА И ХРОМОПУНКТУРА

Метод Люшера (цветовой тест)

Макс Люшер (1947) разработал тест из 8 цветов (4 основных: синий, зеленый, красный, желтый; 4 дополнительных). Выбор пациентом цветов и их порядок отражают:

- актуальное психоэмоциональное состояние;
- вегетативный баланс;
- зоны психологического конфликта.

Клинические корреляции:

– предпочтение красного → симпатикотония, тревога, потребность в активности

– предпочтение синего → ваготония, потребность в покое, возможная депрессия

– отвержение зеленого → ригидность, психологическая защита, хронический стресс

Выбор цвета по принципу дополнительности (адаптировано из колористики)

Если пациент «отвергает» какой-то цвет (ставит его на последние места), именно этот цвет часто требуется для гармонизации (правило: недостающее – дать). Клинические исследования подтверждают эффективность этого подхода при тревожно-депрессивных расстройствах.

Аурикулярная хромопунктура

Светодиодная насадка на биологически активные точки уха (по системе Ногье) соответствующего цвета. Доказана эффективность при:

– боли (точка «Шэнь-Мэнь» + синий свет);

– зависимостях (точки легких + зеленый);

– ПТСР (точки коры + желтый).

МЕТОДЫ И АППАРАТЫ ХРОМОТЕРАПИИ

Таблица – Источники света

Тип	Преимущества	Недостатки	Применение
Светодиоды (LED)	Узкий спектр, низкое тепловыделение, малые размеры	Некогерентный, низкая плотность мощности	Основной выбор для хромотерапии
Лазеры	Монохромность, когерентность, высокая плотность мощности	Высокая стоимость, риск теплового повреждения	Фотодинамическая терапия, иглоукалывание
Лампы накаливания с фильтрами	Широкий спектр, дешевизна	Тепло, короткий срок службы	Домашние процедуры
Поляризованные лампы («Биоптрон»)	Поляризация, ИК-компонент	Дорогой аппарат	Клиники, физиотерапия

Таблица – Аппараты хромотерапии на рынке РФ

Название	Спектр	Мощность, мВт/см²	Режим
Биоптрон (компакт)	480–3400 нм	40	непрерывный
АЛТО-05М «Эра»	Красный 650 нм	15	непрерывный/импульсный
СВИТ (светодиодные матрицы)	Синий, зеленый, красный	20–60	программируемый
Матрица Армстронга	RGB по 1 Вт	до 100	с контроллером

Таблица – Методики облучения

Способ	Расстояние	Длительность	Типичная доза
Дистанционное локальное	5–10 см	5–15 мин	2–6 Дж/см²
Контактное (кожа)	0 см (наложение)	2–5 мин	4–10 Дж/см²
Общее (все тело)	50–100 см	15–30 мин	0,5–2 Дж/см²
Внутрисосудистое (ВЛОК)	Световод в вену	15–30 мин	0,5–2 Дж/см²
Чрескожное над проекцией органа	Контакт	5–10 мин	3–6 Дж/см²

ПРОТОКОЛЫ ЛЕЧЕНИЯ ХРОМОТЕРАПИЕЙ

Таблица – Острые воспалительные заболевания

Нозология	Цвет	Длина волны	Плотность энергии	Частота, курс
Ангина	Синий + зеленый	470 + 530 нм	4 Дж/см²	1 раз/день, №5–7
Отит	Красный (через световод)	650 нм	2 Дж/см²	1 раз/день, №5
Синусит	Красный + ИК	650 + 850 нм	3 Дж/см²	1 раз/день, №7–10

Таблица – Хронические дегенеративные заболевания

Нозология	Цвет	Режим	Доза	Курс
Остеоартрит колена	Красный + ИК	5 мин на 4 поля	6 Дж/см²	10–15, повтор через 1 мес
Ревматоидный артрит	Зеленый (противовоспал.)	530 нм, 10 мин	8 Дж/см²	10, поддерживающий 1 р/нед
Диабетическая полинейропатия	Желтый + красный	590+650 нм, 8 мин	5 Дж/см²	12, повтор через 3 мес

Таблица – Психические расстройства

Нозология	Цвет	Время дня	Длительность	Курс
САР (зимняя депрессия)	Синий 480 нм или белый 10 000 люкс	Утро, 6:00–9:00	30 мин	14–30 дней
Тревожное расстройство	Зеленый 525 нм (40 Гц)	Вечер	20 мин	10–15
Бессонница	Красный 630 нм	За 2 часа до сна	30 мин	14

Таблица – Дерматология и раны

Нозология	Цвет	Режим	Доза	Примечание
Венозная язва	Красный + ИК	4–6 Дж/см², 3 р/нед	10–12 сеансов	+ компрессия
Пролежень I–II	Синий (антисептик) + красный	2 Дж/см² синий, 4 красный	до заживления	Ежедневно
Акне	Синий 415 + красный 633	5 мин синий + 5 мин красный	№10–15	2–3 р/нед

БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ, ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ

Абсолютные противопоказания

1. Онкологические заболевания (активная фаза) – потенциальный риск стимуляции роста, хотя исследований мало. При раке кожи в анамнезе исключить.

2. Фотодерматозы (порфирия, пигментная ксеродерма, солнечная крапивница, полиморфный фотодерматоз).

3. Системная красная волчанка (фотосенсибилизация).

4. Прием фотосенсибилизаторов (см. ниже).

5. Эпилепсия с фотопароксизмальными реакциями (мерцающий свет >15 Гц противопоказан).

6. Тиреотоксикоз, тяжелый гипертиреоз (красный, оранжевый стимулируют).

7. Выраженная сердечная недостаточность III–IV NYHA.

Относительные противопоказания

1. Беременность (только на непрямые поля, матку и живот не облучать).

2. Детский возраст до 1 года (кроме лечения желтухи – синий свет)

3. Кахексия, истощение.

4. Лихорадка (выше 38,5°C).

Таблица – Побочные эффекты (редкие, обратимые)

Эффект	Частота	Механизм	Купирование
Головная боль	<5%	Сосудистая реакция на синий/красный	Снизить дозу, исключить цвет
Головокружение	2–3%	Вегетативный дисбаланс	Отменить процедуру
Покраснение кожи	5–10%	Нормальная реакция (тепло)	Не требует лечения
Временное ухудшение сна	1–2%	Вечерний синий свет	Перенести на утро

Лекарственные фотосенсибилизаторы

1. **Антибиотики**: тетрациклин, доксициклин, фторхинолоны.

2. **Сердечно-сосудистые**: амиодарон, хинидин.

3. **НПВП**: пироксикам, напроксен.

4. **Психоактивные**: фенотиазины, некоторые антидепрессанты.

5. **Растительные**: зверобой (гиперицин).

Контрольные задания по разделу 10

1. **Составьте краткий конспект (1–2 страницы) по теме**: «Хромотерапия как медико-биологическая технология: понятие, механизмы, место в системе физической культуры». Отразите:

– определение хромотерапии (цветолечения) и ее исторические корни;

– основные представления о влиянии видимого света разного спектра на организм (зрительный анализатор, циркадные ритмы, психоэмоциональное состояние, вегетативную регуляцию);

– место хромотерапии в системе физической культуры: преимущественно как вспомогательное средство влияния на психоэмоциональное состояние, мотивацию, расслабление, сон.

2. **Обзор представлений о влиянии отдельных цветов**. Подготовьте краткий обзор (1–2 страницы) по теме: «Традиционные представления о влиянии отдельных цветов на состояние человека в контексте физической культуры». Рассмотрите 4–6 основных цветов (например: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой/синий, фиолетовый). Для каждого цвета отразите:

– традиционные ассоциации и предполагаемые эффекты (активация / расслабление, тонизирование / успокоение, влияние на настроение);

– возможные сферы применения в спортивно-оздоровительной среде (оформление залов, форма, световое сопровождение занятий, релаксационные зоны);

– обязательную оговорку о степени научной обоснованности (где есть исследования, где – преимущественно эмпирические / традиционные представления).

3. **Ситуационные задачи «Цветовая среда и занятия».** Даны три условные ситуации:

– в учебном зале для групповых занятий преобладают темные, холодные тона, освещение приглушенное; студенты отмечают ощущение вялости, низкую мотивацию к активным занятиям;

– в помещении для восстановительных занятий (йога, стретчинг, дыхательные практики) использованы яркие, насыщенные красные и оранжевые элементы, интенсивное освещение; часть занимающихся сообщает о трудностях с расслаблением;

– в фитнес-клубе рассматривается вариант изменения цветовой схемы зон кардио-тренировок и зон восстановления с целью улучшения настроения и восприятия нагрузки посетителями.

Для каждой ситуации:

– опишите, какие изменения цветовой среды и светового оформления могут быть теоретически целесообразны (в общих чертах: более теплые / холодные тона, яркость, контрастность);

– укажите предполагаемые эффекты (настроение, мотивация, уровень субъективного напряжения, способность к расслаблению);

– подчеркните, что такие изменения носят вспомогательный характер и не заменяют грамотную организацию тренировок, режима и восстановления.

4. **Анализ описания методов хромотерапии.** Возьмите 2–3 источника (учебные/популярные пособия, статьи, сайты центров альтернативной медицины, описания «световых процедур», «цветовых душей» и т.п.). Для каждого источника:

– выпишите заявленные цели и эффекты хромотерапии (лечебные, оздоровительные, психокорригирующие и др.);

– отметьте, какие утверждения подкреплены ссылками на исследования, а какие носят декларативный характер;

– оцените критически: насколько информация соответствует современному уровню доказательности (наличие/отсутствие контролируемых исследований, выборки, методология);

– сформулируйте краткие замечания/предложения по улучшению текста с точки зрения научной корректности и безопасности для занимающихся физической культурой.

5. **Кейс-анализ научных статей.** Найдите 2–3 научные статьи (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru, PubMed или аналогичных ресурсах) по темам:

– влияние световой среды / цветового оформления на психоэмоциональное состояние, утомление, мотивацию к физической активности;

– использование светотерапии (в т.ч. яркого белого света, цветного света) в коррекции циркадных ритмов, сна, настроения у здоровых людей и/или занимающихся спортом.

Подготовьте краткий анализ каждой статьи (по 0,5 страницы):

– цель исследования;

– какие параметры света/цвета изучались;

– основные результаты (настроение, утомление, сон, мотивация, переносимость нагрузок);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой (освещение залов, время занятий, световая гигиена).

11 МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ: НУТРИЦИОЛОГИЯ

Физическая культура и спорт являются неотъемлемой частью здорового образа жизни и профессиональной деятельности для многих людей. Достижение высоких спортивных результатов, поддержание оптимальной физической формы и быстрое восстановление после нагрузок требуют комплексного подхода, включающего не только тренировочный процесс, но и адекватное питание. В этом контексте **нутрициология** – наука о питании, его влиянии на организм человека и метаболические процессы – приобретает ключевое значение.

Современные медико-биологические технологии позволяют значительно углубить понимание индивидуальных потребностей спортсменов и людей, активно занимающихся физической культурой, в питательных веществах. Отход от общих рекомендаций в сторону персонализированных диет, основанных на научных данных и индивидуальных особенностях организма, является одним из главных трендов в спортивной нутрициологии. Данный реферат посвящен рассмотрению роли нутрициологии как медико-биологической технологии в физической культуре, ее основных принципов, современных подходов и перспектив развития.

Нутрициология (от лат. *nutricio* – питание и греч. *logos* – учение) – это наука, изучающая пищу, питательные вещества, их взаимодействие, баланс и влияние на здоровье и болезнь, а также

процессы потребления, усвоения, метаболизма и выведения питательных веществ. В контексте физической культуры и спорта нутрициология фокусируется на оптимизации питания для:

– **повышения спортивной производительности**: обеспечение организма достаточным количеством энергии и строительных материалов для выполнения тренировочных нагрузок и соревнований;

– **ускорения восстановления**: минимизация повреждений мышц, восполнение запасов гликогена, снижение воспалительных процессов;

– **поддержания оптимального состава тела**: контроль жировой и мышечной массы, что критически важно для многих видов спорта;

– **профилактики травм и заболеваний**: укрепление иммунной системы, костной ткани, связок и суставов;

– **адаптации к тренировочным нагрузкам**: помощь организму в приспособлении к стрессу, вызванному интенсивными тренировками.

Таким образом, нутрициология является фундаментальной медико-биологической технологией, позволяющей целенаправленно воздействовать на физиологические процессы в организме спортсмена для достижения конкретных целей.

Питание спортсмена принципиально отличается от питания человека, не занимающегося физической активностью. Оно должно быть не просто сбалансированным и разнообразным, но и строго

индивидуализированным, учитывающим вид спорта, этап подготовки, антропометрические данные, пол, возраст и метаболические особенности атлета. В отличие от общих рекомендаций по здоровому питанию, спортивная нутрициология оперирует точными цифрами, временными интервалами и специфическими нутриентами, способными влиять на физическую работоспособность.

Энергетический баланс – это математическое соотношение между количеством энергии, поступающей в организм с пищей (калорийность рациона), и энергией, расходуемой организмом на поддержание жизнедеятельности и физическую активность. Это основополагающий принцип, от которого зависит изменение массы тела и состава тела.

Компоненты энерготрат

Для точного расчета энергетических потребностей спортсмена необходимо понимать, из чего складывается расход энергии:

1. **Основной обмен**: энергия, необходимая для поддержания жизнедеятельности в состоянии покоя (дыхание, сердцебиение, терморегуляция, работа внутренних органов). Составляет 60-75% от суточных энерготрат. Зависит от пола, возраста, мышечной массы (чем больше мышц, тем выше BMR).

2. **Термический эффект пищи**: энергия, затрачиваемая на переваривание, всасывание и усвоение питательных веществ. Составляет около 5-10% от общего расхода. Наибольший TEF у

белков (20-30% от их калорийности), наименьший – у жиров (0-3%).

3. **Физическая активность**: самый вариабельный компонент. Включает энергию на тренировки, а также на повседневную активность (ходьбу, работу по дому). У спортсменов этот компонент может составлять 30-50% и более от суточных энерготрат.

Стратегии энергетического баланса в зависимости от целей:

– **набор мышечной массы (гипертрофия)**: для синтеза новой мышечной ткани необходим положительный энергетический баланс – профицит калорий (обычно +10-20% от поддерживающей калорийности). Важно, чтобы профицит создавался преимущественно за счет качественных углеводов и белков, а не жиров, чтобы минимизировать набор жировой массы. Рекомендуется профицит в 300-500 ккал в день.

– **снижение жировой массы (похудение, «сушка»)**: для мобилизации жира из депо требуется отрицательный энергетический баланс – дефицит калорий (обычно -10-20% от поддерживающей калорийности). Слишком большой дефицит (более 30%) приводит к потере мышечной массы, снижению иммунитета, нарушению гормонального фона и падению спортивных результатов. Рекомендуется дефицит в 300-500 ккал в день с обязательным сохранением высокого уровня белка (2.0-2.5 г/кг) для защиты мышц;

– **поддержание веса и формы**: требуется точное соответствие потребляемой и расходуемой энергии – нейтральный баланс. Это наиболее сложный режим, так как требует постоянного мониторинга и подстройки под меняющиеся нагрузки.

Для приблизительного расчета поддерживающей калорийности можно умножить вес тела (в кг) на коэффициент, зависящий от уровня активности: 30-35 для низкой активности, 35-40 для умеренной, 40-45 для высокой (ежедневные интенсивные тренировки), 45-50+ для экстремальных нагрузок (профессиональный спорт, подготовка к марафону).

Белки: строительный материал и регуляторы

Белки (протеины) – это высокомолекулярные органические вещества, состоящие из аминокислот. В контексте спорта их роль невозможно переоценить. Основные функции:

– **пластическая функция**: белки служат основным строительным материалом для всех тканей организма. После тренировки, сопровождающейся микротравмами мышечных волокон, именно аминокислоты из белка используются для репарации (восстановления) и последующей суперкомпенсации – роста мышц. Ферментативная функция: Все ферменты в организме имеют белковую природу. Без достаточного количества белка замедляются все биохимические реакции, включая энергообмен;

– **гормональная функция**: некоторые гормоны (например, инсулин, глюкагон) являются пептидами, то есть тоже состоят из аминокислот;

– **иммунная функция**: антитела (иммуноглобулины), защищающие организм от инфекций, также являются белками. Интенсивные нагрузки подавляют иммунитет, и белок критически важен для его поддержания;

– **транспортная функция**: белок гемоглобин переносит кислород к мышцам, а миоглобин запасает его в мышцах.

Источники белка:

– **животные белки:** мясо (говядина, телятина – богаты креатином и железом), птица (курица, индейка – диетический источник с высокой усвояемостью), рыба и морепродукты (содержат также Омега-3), яйца (идеальный аминокислотный профиль), молочные продукты (сыворотка и казеин – разные скорости усвоения);

– **растительные белки**: бобовые (соя, чечевица, нут), зерновые (гречка, киноа), орехи и семена. Растительные белки часто неполноценны по аминокислотному составу, поэтому вегетарианцам и вегам важно комбинировать разные источники в течение дня (например, рис + бобы).

Рекомендуемое потребление:

1. **Норма 1.2-2.0 г/кг массы тела – это общий диапазон**. Но он требует уточнения:

– **спортсмены на выносливость (бегуны, пловцы, лыжники):** 1.2-1.6 г/кг. Им нужен белок для восстановления после длительных нагрузок;

– **спортсмены силовых видов (тяжелая атлетика, бодибилдинг, кроссфит):** 1.6-2.2 г/кг. Им требуется больше материала для гипертрофии;

– **в период набора массы**: ближе к верхней границе;

– **в период «сушки» (дефицита калорий)**: 2.0-2.5 г/кг.

2. **Повышенное потребление белка** помогает сохранить мышечную массу в условиях дефицита энергии.

3. **Разовая доза**: оптимально потреблять 20-40 г белка за один прием, так как усвоение большего количества за раз ограничено.

Углеводы: топливо для мышц и мозга

Углеводы – это основной и наиболее эффективный источник энергии для интенсивной мышечной работы и питания центральной нервной системы. Основные функции:

– **энергообеспечение**: в процессе гликолиза глюкоза расщепляется с образованием АТФ (аденозинтрифосфата) – универсальной энергетической молекулы. При интенсивных нагрузках (например, спринт, кроссфит, силовая тренировка) углеводы являются единственным субстратом, способным обеспечить энергией в анаэробном режиме (без участия кислорода);

– **сбережение белка**: при достаточном поступлении углеводов организм использует их как топливо, а белок тратит на строительные цели. Если углеводов мало, организм начинает

расщеплять мышечный белок для получения энергии (глюконеогенез);

– **запасание энергии (гликоген)**: углеводы запасаются в печени и мышцах в виде гликогена. Мышечный гликоген – это стратегический запас топлива, доступный непосредственно во время работы мышцы. Печеночный гликоген поддерживает уровень сахара в крови, в том числе для питания мозга. От исходного уровня гликогена напрямую зависит выносливость;

– **«Антикетогенный эффект»**: углеводы предотвращают избыточное образование кетоновых тел (продуктов распада жиров), что важно для поддержания кислотно-щелочного баланса крови.

Классификация углеводов и их применение:

1. **Простые углеводы (высокий гликемический индекс)**: моно- и дисахариды (глюкоза, фруктоза, сахароза). Быстро всасываются, резко повышают уровень сахара в крови.

Когда использовать: во время тренировки (для быстрой подпитки) и сразу после (для закрытия "углеводного окна" и быстрого восполнения гликогена). Не рекомендуются в больших количествах в другое время, так как провоцируют выброс инсулина и могут способствовать набору жира.

2. **Сложные углеводы (низкий и средний гликемический индекс)**: полисахариды (крахмал, клетчатка, гликоген). Расщепляются медленно, обеспечивая плавное и длительное поступление глюкозы в кровь.

Когда использовать: за 1.5-2 часа до тренировки (для создания «энергетической базы») и в остальные приемы пищи для поддержания стабильного уровня энергии.

Рекомендуемое потребление:

1. **Норма 3-10 г/кг варьируется колоссально**:

– **низкоинтенсивные тренировки (йога, пилатес, ходьба)**: 3-5 г/кг;

– **умеренные тренировки (3-5 раз в неделю по часу)**: 4-6 г/кг;

– **высокоинтенсивные тренировки (ежедневные, силовые, интервальные)**: 6-8 г/кг;

– **экстремальные нагрузки (марафонцы, триатлеты, многодневные велогонки)**: 8-10 г/кг и выше.

2. **Углеводная загрузка перед соревнованиями**: за 2-3 дня до старта потребление углеводов может увеличиваться до 10-12 г/кг для максимального насыщения гликогеном.

Жиры: стратегический резерв и структурный компонент

Жиры (липиды) – это наиболее калорийный макронутриент (1 г = 9 ккал). Они выполняют множество жизненно важных функций. Основные функции:

– **энергообеспечение низкоинтенсивной активности**: при длительной работе низкой и средней интенсивности (бег трусцой, ходьба, плавание) жиры служат основным источником энергии;

– **структурная функция**: фосфолипиды и холестерин входят в состав клеточных мембран всех клеток, включая мышечные волокна и нервные клетки. От их состава зависит текучесть и функциональность мембран;

– **гормональная регуляция**: холестерин является предшественником для синтеза стероидных гормонов, включая половые гормоны (тестостерон, эстроген) и гормоны коры надпочечников (кортизол). Низкожировые диеты приводят к падению тестостерона, что ухудшает восстановление и рост мышц;

– **терморегуляция и защита**: подкожно-жировая клетчатка защищает органы от холода и механических воздействий;

– **транспорт витаминов**: жиры необходимы для усвоения жирорастворимых витаминов (A, D, E, K);

– **противовоспалительный эффект**: Омега-3 жирные кислоты (эйкозапентаеновая и докозагексаеновая) являются предшественниками для синтеза противовоспалительных молекул (простагландинов, лейкотриенов). Это критически важно для спортсменов, так как позволяет контролировать воспаление, вызванное тренировками, и ускорять восстановление.

Классификация жиров:

1. **Насыщенные жиры (животные жиры, пальмовое масло)**: должны составлять не более 10% от общей калорийности. Необходимы для синтеза гормонов, но их избыток вреден.

2. **Мононенасыщенные жиры (оливковое масло, авокадо, орехи)**: считаются полезными для сердечно-сосудистой системы.

3. **Полиненасыщенные жиры (Омега-3 и Омега-6)**: незаменимые, должны поступать с пищей. Омега-6 (подсолнечное, кукурузное масло) в избытке в типичном рационе и могут провоцировать воспаление. Омега-3 (рыбий жир, льняное масло) часто в дефиците, и их нужно добавлять осознанно. Идеальное соотношение Омега-6: Омега-3 должно быть 4:1 или даже 2:1, а не 20:1, как часто бывает.

Рекомендуемое потребление – 20-35% от общей калорийности, из которых:

- насыщенные: <10%;
- мононенасыщенные: 10-15%;
- полиненасыщенные: 7-10% (с акцентом на Омега-3).

Витамины и минералы: регуляторы метаболизма

Микронутриенты не несут энергии, но без них невозможен ни один биохимический процесс.

Таблица – Ключевые микронутриенты для спортсменов

Нутриент	Основные функции для спортсмена	Признаки дефицита	Источники
Витамины группы В (В1, В2, В3, В6, В12)	Ключевые коферменты в энергетическом обмене (превращение углеводов, жиров и белков	Снижение выносливости, быстрая утомляемость, раздражительность.	Цельнозерновые, мясо, печень, яйца, бобовые, зеленые овощи.

	в АТФ). B6 участвует в метаболизме аминокислот.		
Витамин D	Регуляция кальциевого обмена (здоровье костей). Модуляция иммунитета (профилактика инфекций). Участие в синтезе белка и мышечной функции.	Мышечная слабость, боли в костях, повышенный риск стресс-переломов и инфекций.	Жирная рыба, яичный желток, синтез на солнце. Добавки зимой.
Витамин C	Мощный антиоксидант (защита от окислительного стресса). Синтез коллагена (критически важно для связок, сухожилий, фасций). Улучшение всасывания железа.	Плохое заживление микротравм, кровоточивость десен, слабость.	Цитрусовые, киви, болгарский перец, шиповник, квашеная капуста.
Железо	Входит в состав гемоглобина (перенос кислорода) и миоглобина (запас кислорода в мышцах).	Анемия (снижение гемоглобина), вялость, бледность, одышка, "песок" в глазах при нагрузке.	Красное мясо, печень, гречка, яблоки (гемовое железо из мяса усваивается лучше).

	Критично для выносливости.		
Кальций	Здоровье костной ткани (профилактика стресс-переломов). Участие в мышечном сокращении и нервной проводимости.	Судороги, мышечные подергивания, риск остеопороза.	Молочные продукты, кунжут, миндаль, зеленые листовые овощи.
Магний	Расслабление мышц (антагонист кальция). Участие в синтезе белка и АТФ. Нормализация нервной системы.	Судороги (особенно ночные), мышечные спазмы, тревожность, нарушения сна.	Орехи, семена, гречка, шпинат, какао, магниевые добавки.
Цинк	Иммунитет (синтез Т-лимфоцитов). Синтез белка и восстановление тканей. Участие в выработке тестостерона.	Снижение иммунитета (частые ОРВИ), медленное заживление ран, выпадение волос.	Устрицы, красное мясо, печень, тыквенные семечки.

Гидратация: среда жизни и движения

Вода – самый важный, но часто игнорируемый «нутриент». Тело взрослого человека на 60-70% состоит из воды, а мышцы – на 75-80%. Функции воды в организме спортсмена:

– **транспортная**: доставляет питательные вещества к клеткам и уносит продукты распада (лактат, мочевину);

– **терморегуляционная**: испарение пота – главный механизм охлаждения при интенсивной работе. Обезвоживание быстро ведет к перегреву и тепловому удару;

– **биохимическая среда**: все реакции метаболизма протекают в водной среде;

– **структурная**: вода входит в состав синовиальной жидкости (смазка суставов) и основного вещества фасции (гидратация фасции, обеспечивающая скольжение).

Последствия обезвоживания:

– **потеря 1-2% массы тела за счет воды:** жажда, снижение выносливости, ухудшение терморегуляции;

– **потеря 3-4%:** падение мышечной силы, судороги, головокружение;

– **потеря 5-6%:** тепловое истощение, спутанность сознания;

– **потеря >6%:** тепловой удар, риск для жизни.

Практические рекомендации по гидратации:

1. **Базовое потребление**: в среднем 30-40 мл на 1 кг массы тела в сутки. Для человека весом 70 кг это 2.1-2.8 л в день. Сюда входит вся жидкость (вода, чай, супы, соки) и вода, содержащаяся в твердой пище.

2. **До тренировки**: за 2-3 часа выпить 400-600 мл воды. За 15-20 минут до начала – еще 200-300 мл.

3. **Во время тренировки**: при длительности более часа или интенсивной работе в жару рекомендуется пить каждые 15-20

минут по 150-250 мл. При нагрузках свыше 1.5-2 часов целесообразно использовать изотонические напитки, содержащие электролиты (натрий, калий, магний) и небольшое количество углеводов (6-8%) для поддержания энергии и водно-солевого баланса.

4. **После тренировки**: для каждого потерянного килограмма веса необходимо выпить 1.2-1.5 л жидкости (с учетом потерь на мочу). Лучший индикатор – цвет мочи: светло-соломенный цвет говорит о хорошей гидратации, темный – о дефиците воды.

Одна из фундаментальных аксиом спортивной нутрициологии гласит: не существует универсальной диеты, одинаково эффективной для всех спортсменов. Метаболические потребности организма напрямую определяются характером физической активности, биоэнергетическими механизмами энергообеспечения и спецификой травм, характерных для конкретного вида спорта. Подход, эффективный для марафонца, будет не только бесполезен, но и потенциально вреден для тяжелоатлета, и наоборот.

Виды спорта на выносливость (циклические виды)

К этой категории относятся виды спорта, требующие продолжительной работы умеренной и высокой интенсивности: бег на длинные дистанции (марафон, полумарафон), плавание на открытой воде, триатлон, лыжные гонки, велоспорт (шоссе).

Физиологическая характеристика: основной источник энергии – аэробный (окислительный) механизм. Нагрузки длятся от 40 минут до нескольких часов. Основной лимитирующий фактор – истощение запасов гликогена и обезвоживание.

Углеводы: 6-10 г/кг массы тела в сутки. В период интенсивных нагрузок (подготовка к марафону) потребность может возрастать до 10-12 г/кг. Запасы гликогена в мышцах и печени ограничены (примерно 400-600 г). При длительной работе они истощаются за 60-90 минут, наступает «удар о стену» (резкое падение работоспособности). Максимальное насыщение гликогеном перед стартом – критическое условие успеха.

Углеводная загрузка (карб-лоадинг): за 2-3 дня до соревнования потребление углеводов увеличивается до 10-12 г/кг при одновременном снижении объема тренировок. Это позволяет создать суперкомпенсацию гликогена.

Питание во время нагрузки: при нагрузках более 60-90 минут необходимо потребление углеводов непосредственно во время активности. Рекомендуется 30-60 г углеводов в час (в виде гелей, изотонических напитков, бананов, сухофруктов). При сверхдлительных нагрузках (ультрамарафон, Ironman) потребность возрастает до 60-90 г/час.

Восстановление: в первые 30-60 минут после нагрузки («углеводное окно») необходимо принять 1.0-1.5 г углеводов на кг массы тела для скорейшего восполнения гликогена.

Белки: 1.2-1.6 г/кг (на верхней границе для ультрадистанций). Длительная нагрузка приводит не только к истощению гликогена, но и к микротравмам мышечных волокон, а также к использованию аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) как источника энергии. Белок необходим для репарации.

Упор на быстроусвояемые белки (сывороточный протеин) сразу после тренировки. Равномерное распределение белка в течение дня. Включение BCAA во время длительных нагрузок для защиты мышц от катаболизма.

Жиры: 20-30% от калорийности, с акцентом на Омега-3. На низкой и средней интенсивности жиры служат основным топливом. Омега-3 важны для борьбы с системным воспалением, неизбежно возникающим при колоссальных нагрузках на выносливость.

Гидратация и электролиты: потеря жидкости может достигать 1-1.5 литра в час. Необходим индивидуальный план гидратации. Использование изотонических напитков (содержащих натрий, калий, магний и 4-8% углеводов) обязательно для предотвращения гипонатриемии (опасного снижения уровня натрия в крови при употреблении чистой воды в больших объемах).

Силовые виды спорта и виды спорта на массу

К этой категории относятся: тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, бодибилдинг, гиревой спорт, а также метательные дисциплины в легкой атлетике.

Основной источник энергии – креатинфосфатный и анаэробно-гликолитический механизмы. Нагрузки носят

кратковременный, но максимально интенсивный характер. Главная цель – гипертрофия (рост) мышечной ткани и увеличение максимальной силы.

Белки: 1.6-2.2 г/кг. В период интенсивного набора массы или «сушки» (дефицита калорий) потребность может возрастать до 2.5 г/кг для сохранения мышечной ткани. Белок – единственный источник аминокислот для синтеза новых сократительных белков (актина и миозина) в мышечных волокнах. Без достаточного белка гипертрофия невозможна.

Равномерное распределение: критически важно распределять потребление белка равномерно на 4-6 приемов в день по 20-40 г за прием. Это поддерживает постоянно высокий уровень аминокислот в крови и максимизирует синтез мышечного белка (MPS).

Ночной прием: употребление медленного белка (казеин, творог) перед сном обеспечивает поступление аминокислот в кровь на протяжении 6-8 часов сна, предотвращая ночной катаболизм.

После тренировки: быстрое «закрытие белково-углеводного окна» с использованием сывороточного протеина и быстрых углеводов.

Углеводы: 4-7 г/кг. Хотя силовая тренировка не так сильно истощает гликоген, как марафон, она требует взрывных усилий, обеспечиваемых анаэробным гликолизом. Без достаточного количества углеводов тренировка будет вялой, снизится рабочий вес и количество повторений. Углеводы также обладают «сберегающим белок» эффектом.

Акцент на сложные углеводы (крупы, макароны, картофель) в течение дня. Быстрые углеводы – сразу после тренировки для быстрого восполнения гликогена и стимуляции выброса инсулина (анаболического гормона).

Жиры: 20-30% от калорийности, не опускаясь ниже 15% (особенно у мужчин, так как это грозит падением тестостерона).

Холестерин – предшественник тестостерона. Низкожировые диеты (менее 15% жира) приводят к снижению уровня этого ключевого анаболического гормона, ухудшая восстановление и рост мышц.

Специальное питание (спортивные добавки):

– креатин: наиболее изученная и эффективная добавка для силовых видов. Повышает запасы креатинфосфата в мышцах, увеличивая силу и мощность в кратковременных взрывных усилиях;

– бета-аланин: снижает закисление мышц (накопление лактата), позволяя выполнять больше повторений в диапазоне 60-240 секунд.

Командные и игровые виды спорта

К этой категории относятся: футбол, баскетбол, волейбол, хоккей, регби, теннис.

Физиологическая характеристика: Эти виды спорта отличаются интервальным характером нагрузок – периоды высокой интенсивности (спринты, прыжки, единоборства) сменяются периодами низкой и средней активности (бег трусцой,

позиционная игра). Требуется сочетание аэробной выносливости (чтобы «держаться» весь матч) и анаэробной мощности (для взрывных действий).

Углеводы: 5-8 г/кг. Матч длится 60-90 минут и более, требуя постоянного использования как аэробных, так и анаэробных механизмов. Запасы гликогена истощаются ко второму тайму, что приводит к падению скорости и увеличению количества ошибок.

Углеводная загрузка перед игрой (за 1-2 дня). Прием углеводов в перерыве (бананы, гели, изотоники) для поддержания уровня глюкозы в крови и отсрочки утомления.

Белки: 1.4-1.8 г/кг. Необходимы для восстановления после микротравм, полученных в результате столкновений, падений, взрывных усилий. Поддержание мышечной массы важно для сохранения силовых качеств на протяжении сезона.

Гидратация и электролиты: потери жидкости и электролитов (натрия, калия) через пот при интенсивной игре в форме огромны. Крайне важно потребление изотонических напитков до, вовремя (в перерывах) и после матча. Обезвоживание всего на 2% веса тела (например, потеря 1.5 кг для игрока весом 75 кг) снижает скорость реакции и точность передач.

Антиоксиданты и иммунитет: интенсивный соревновательный сезон с частыми перелетами и стрессом сильно бьет по иммунитету. Витамин С, D, цинк, Омега-3 – важные компоненты для поддержания здоровья и профилактики инфекций.

Современные медико-биологические технологии в нутрициологии

Традиционный подход «одна диета для всех» уходит в прошлое. Современная спортивная наука активно внедряет высокотехнологичные методы для разработки персонализированных стратегий питания, максимально учитывающих индивидуальные особенности атлета.

Генетическое тестирование и нутригеномика

Нутригеномика изучает, как пища влияет на экспрессию генов, а нутригенетика – как генетические вариации влияют на реакцию организма на питательные вещества. Анализ ДНК спортсмена позволяет выявить полиморфизмы (генетические варианты) в генах, отвечающих за метаболизм.

Метаболизм макронутриентов:

Ген FTO: Варианты этого гена связаны с предрасположенностью к набору веса и ожирению. Спортсменам с определенным генотипом может требоваться более строгий контроль калорий и особое внимание к составу рациона.

Ген PPARG: Влияет на чувствительность к инсулину и метаболизм жиров. Некоторые люди генетически предрасположены к тому, что диета с высоким содержанием жиров для них более опасна с точки зрения набора веса, чем для других.

Ген ACTN3: «Ген силы». Определенные варианты связаны с преобладанием быстрых (взрывных) мышечных волокон и лучшей реакцией на силовые тренировки и потребление креатина.

Метаболизм микронутриентов:

Ген VDR: Рецептор витамина D. Полиморфизмы в этом гене связаны с риском дефицита витамина D и снижением минеральной плотности костей. Таким спортсменам могут требоваться более высокие дозы витамина D.

Ген MTHFR: Участвует в метаболизме фолиевой кислоты. Полиморфизмы требуют потребления активных форм фолатов.

Ген HFE: Связан с риском накопления железа. Важно для спортсменов, принимающих железо без анализа.

Пищевая непереносимость и воспаление:

Ген HLA-DQ: Связан с риском развития целиакии (непереносимости глютена). Бессимптомные формы целиакии могут быть причиной хронического воспаления, плохого восстановления и ЖКТ-проблем у спортсменов.

Гены, связанные с метаболизмом кофеина (CYP1A2): Определяют, является ли спортсмен «быстрым» или «медленным» метаболизатором кофеина, что влияет на эффективность и безопасность его использования в качестве эргогенического средства.

Биоимпедансный анализ состава тела

Этот метод позволяет быстро и неинвазивно оценить процентное содержание жировой массы, мышечной массы, воды и минералов в организме. Применение – мониторинг изменений состава тела в ответ на тренировки и диету, оценка эффективности нутрициологических стратегий, определение индивидуальных

потребностей в белке и энергии. Преимущества – доступность, относительная простота выполнения, возможность регулярного контроля.

Анализ микробиома кишечника

Микробиом кишечника – совокупность микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт – оказывает значительное влияние на пищеварение, усвоение питательных веществ, иммунную функцию и даже на настроение. Различные типы микроорганизмов могут влиять на выработку энергии, воспалительные процессы, восстановление после нагрузок. Анализ микробиома может помочь в разработке персонализированных диет, направленных на оптимизацию его состава, например, с помощью пребиотиков и пробиотиков, для улучшения спортивных показателей и общего состояния здоровья.

Спортивные добавки и их обоснованное применение

Спортивные добавки – это концентрированные источники питательных веществ, которые могут дополнять рацион спортсмена. Их применение должно быть обоснованным и основанным на научных данных и индивидуальных потребностях.

Наиболее изученные и эффективные:

– протеиновые порошки (сывороточный, казеиновый, растительный): для восполнения белка;

– креатин: для увеличения силы и мощности;

– бета-аланин: для повышения выносливости при высокоинтенсивных нагрузках;

– кофеин: для повышения концентрации и снижения утомляемости;

– BCAA (аминокислоты с разветвленной цепью): Для снижения мышечного катаболизма.

Применение добавок должно быть частью комплексной стратегии питания, а не заменой полноценного рациона. Необходима консультация со специалистом для выбора подходящих добавок, дозировки и схемы приема, а также для исключения рисков, связанных с допингом.

Проблемы и перспективы развития нутрициологии в физической культуре

Проблемы развития нутрициологии в физической культуре:

– недостаток квалифицированных специалистов: не все тренеры и спортсмены имеют доступ к высококвалифицированным спортивным диетологам;

– распространение недостоверной информации: в интернете и СМИ много псевдонаучных советов по питанию;

– высокая стоимость некоторых технологий: генетическое тестирование и анализ микробиома могут быть недоступны для широкого круга спортсменов;

– индивидуальные различия: даже при наличии технологий, интерпретация данных и разработка рекомендаций требуют глубоких знаний и опыта, так как каждый организм уникален;

– проблема допинга: некоторые добавки могут содержать запрещенные вещества, что требует тщательного контроля и выбора сертифицированных продуктов.

Перспективы развития нутрициологии в физической культуре:

– дальнейшая персонализация: развитие мультиомиксных технологий (геномика, протеомика, метаболомика) позволит еще глубже понимать индивидуальные метаболические особенности и создавать максимально точные нутрициологические программы;

– интеграция с носимыми устройствами: смарт-часы, фитнес-трекеры и другие гаджеты, отслеживающие активность, сон, пульс, могут быть интегрированы с приложениями для питания, предоставляя обратную связь в реальном времени и корректируя рекомендации;

– развитие функциональных продуктов питания: создание продуктов, обогащенных специфическими нутриентами, пробиотиками или пребиотиками, специально разработанных для спортсменов;

– расширение образовательных программ: повышение уровня знаний о нутрициологии среди тренеров, спортсменов и широкой общественности;

– использование искусственного интеллекта: ИИ может анализировать большие объемы данных (генетические, биометрические, данные о тренировках и питании) для создания оптимальных и динамически изменяющихся планов питания.

Нутрициология является одной из важнейших медико-биологических технологий в физической культуре, обеспечивающей основу для достижения высоких спортивных результатов, поддержания здоровья и ускорения восстановления. От понимания базовых принципов сбалансированного питания до применения передовых технологий, таких как генетическое тестирование и анализ микробиома, нутрициология постоянно развивается, предлагая все более точные и персонализированные подходы.

Эффективное применение нутрициологических знаний и технологий позволяет не только оптимизировать физическую производительность, но и значительно улучшить качество жизни людей, активно занимающихся физической культурой. В будущем, с развитием науки и технологий, роль нутрициологии будет только возрастать, становясь еще более интегрированной и неотъемлемой частью тренировочного процесса и общего подхода к здоровью. Для максимальной эффективности необходимо сотрудничество спортсменов, тренеров, спортивных врачей и диетологов, основанное на последних научных достижениях и индивидуальном подходе.

Пищевые вещества с повышенной биологической активностью (нутрицевтики) в спортивном питании

В современном спорте высоких достижений и фитнесе обычного рациона питания часто недостаточно для обеспечения восстановления, адаптации к нагрузкам и роста физических

показателей. Для решения этих задач используются пищевые вещества с повышенной биологической активностью – нутрицевтики.

Согласно терминологии, *нутрицевтики* – это биологически активные добавки к пище (БАД), применяемые для восполнения дефицита эссенциальных (незаменимых) нутриентов или для направленной регуляции функций организма в условиях стресса, вызванного физическими нагрузками.

Классификация активных веществ

В спортивной практике все активные вещества делятся на три основные группы:

1. Эссенциальные нутрицевтики (витамины, минералы, незаменимые аминокислоты, ПНЖК) – для коррекции дефицитов.
2. Метаболические нутрицевтики (адаптогены, карнитин, креатин, коферменты) – для оптимизации обмена веществ и выработки энергии.
3. Органопротекторы (антиоксиданты, гепатопротекторы, хондропротекторы) – для защиты органов и тканей от повреждений.

Основные группы веществ и их биологическая роль

Аминокислоты и их метаболиты – это «кирпичики» для построения мышечной ткани и регуляторы анаболизма.

1. Ветвисто-цепочечные аминокислоты (BCAA): лейцин, изолейцин, валин. Лейцин активирует ключевой сигнальный путь

mTOR, инициируя синтез белка. Препятствуют катаболизму (разрушению мышц) во время длительных нагрузок.

2. Креатин моногидрат: субстрат для ресинтеза АТФ в фосфокреатиновой системе. Повышает мощность при взрывных, кратковременных нагрузках (спринт, пауэрлифтинг), способствует гипертрофии мышц за счет задержки воды и увеличения синтеза белка.

3. Бета-аланин: участвует в синтезе *карнозина*. Карнозин является внутриклеточным буфером, нейтрализующим ионы водорода (H+), которые накапливаются при анаэробной работе, вызывая закисление (жжение) мышц. Отсрочивает наступление утомления.

Витамины и коферменты

При интенсивных нагрузках расход витаминов возрастает в 1.5–2 раза.

1. Витамины группы В: *B1 (тиамин), B2 (рибофлавин), B3 (ниацин), B5 (пантотеновая кислота).* Выступают в роли *коферментов* в цикле Кребса. Без них невозможно окисление углеводов и жиров для получения энергии.

2. L-Карнитин: транспортирует длинноцепочечные жирные кислоты через митохондриальную мембрану. Субстрат для *β-окисления* жиров. Применяется для повышения выносливости и улучшения липидного обмена.

3. Кофермент Q10 (Убихинон): компонент электрон-транспортной цепи митохондрий. Усиливает продукцию АТФ,

обладает мощным антиоксидантным действием, защищая клетки сердца (миокард) от оксидативного стресса при аэробных нагрузках.

Минералы и электролиты

Обеспечивают проведение нервного импульса и сокращение мышц.

1. Магний (Mg): кофактор более 300 ферментативных реакций, включая синтез белка. Дефицит магния приводит к гипертонусу мышц, судорогам и нарушениям ритма сердца. В спорте используются хелатные формы или цитрат для лучшего усвоения.

2. Цинк (Zn): критически важен для секреции тестостерона и иммунной защиты. Интенсивный тренинг приводит к значительным потерям цинка с потом и мочой.

Полиненасыщенные жирные кислоты (Омега-3)

Эйкозапентаеновая (EPA) и докозагексаеновая (DHA) кислоты: обладают выраженным противовоспалительным действием. Уменьшают болезненность мышц после эксцентрических нагрузок (крепатуру), улучшают текучесть мембран клеток и эластичность сосудов.

Растительные адаптогены и эргогеники

Вещества не являются незаменимыми, но повышают неспецифическую резистентность организма к стрессу.

1. Экдистероиды (левзея, рапонтикум): соединения, структурно схожие с анаболическими стероидами, но не

оказывающие гормонального побочного эффекта. Повышают синтез белка в печени и мышцах.

2. Родиола розовая: повышает устойчивость к гипоксии и психическую выносливость, способствует накоплению гликогена в мышцах.

3. Экстракт зеленого чая (EGCG): обладает жиромобилизующими свойствами (ингибирует фермент катехол-О-метилтрансферазу, продлевая действие адреналина) и антиоксидантным эффектом.

Механизмы действия в условиях физического стресса

Применение активных веществ в спорте базируется на трех ключевых механизмах:

1. Субстратное обеспечение: вещества выступают в роли «топлива» или его предшественников (креатин, карнитин, BCAA). Это позволяет продлить время работы до наступления утомления.

2. Регуляция метаболизма: витамины (B, D), минералы (Mg, Zn) и гормоноподобные соединения (экдистероиды) создают благоприятный гормональный фон (повышение тестостерона, снижение кортизола) и оптимизируют ферментативную активность.

3. Антиоксидантная защита: интенсивная физическая работа ведет к перекисному окислению липидов (ПОЛ). Витамины C, E, Q10 и глутатион нейтрализуют свободные радикалы, предотвращая повреждение мембран митохондрий и мышечных волокон, а также ускоряя восстановление.

Пищевые вещества с повышенной биологической активностью являются неотъемлемой частью подготовки спортсменов. Их применение направлено не на «допинг», а на восполнение высоких затрат организма, которые невозможно покрыть стандартным рационом. Ключевые принципы применения:

– индивидуализация: выбор нутрицевтиков зависит от вида спорта (циклические, силовые, скоростно-силовые) и метаболического типа спортсмена;

– безопасность: препараты должны иметь сертификацию (GMP, Informed Sport) и применяться под контролем врачей спортивной медицины, так как избыток некоторых веществ (жирорастворимые витамины, железо) может быть токсичен;

– комплексность: наибольший эффект достигается при синергичном сочетании субстратов (например, креатин + бета-аланин + углеводы) и витаминно-минеральных комплексов.

Таким образом, грамотное использование нутрицевтиков позволяет ускорить восстановление, снизить риск травматизма и достичь более высокого уровня адаптации к тренировочным нагрузкам.

Контрольные задания по разделу 11

1. **Составьте краткий конспект (2–3 страницы) по теме:** «Нутрициология как медико-биологическая технология в

физической культуре: понятие, задачи, основные направления». Отразите:

– определение нутрициологии и ее отличие от диетологии и лечебного питания;

– основные задачи нутрициологии в контексте физической культуры (поддержка работоспособности, восстановления, здоровья, профилактика дефицитов);

– ключевые группы нутриентов (белки, жиры, углеводы, витамины, минералы, вода) и их общая роль для занимающихся физической культурой.

2. **Анализ суточного рациона. Расчет энергетических потребностей (упрощенный).**

Задание 1. Проведите самоанализ своего суточного рациона за 3 типичных дня (включая один день с физической нагрузкой):

– оцените примерное соотношение белков, жиров и углеводов (в общих чертах: преобладание, явный недостаток, сбалансированность);

– оцените режим питания (количество приемов пищи, интервалы, наличие завтрака, перекусов, приема пищи до / после тренировки);

– выявите возможные проблемные зоны (избыток простых углеводов, недостаток овощей / фруктов, нерегулярное питание, недостаточное потребление воды и др.);

– сформулируйте 5–7 рекомендаций по оптимизации рациона и режима питания для поддержки вашей физической

активности (без назначения лечебных диет и конкретных дозировок нутриентов).

Задание 2. Используя упрощенные формулы (например, формула Миффлина–Сан Жеора или Харриса–Бенедикта в базовом варианте), выполните:

– расчет примерной величины основного обмена;

– оценку суточной энергетической потребности с учетом уровня физической активности (коэффициент активности).

Сопоставьте полученную цифру с вашим фактическим рационом (по материалам задания 2):

– есть ли очевидный дефицит или избыток энергии;

– как это может влиять на вашу работоспособность, восстановление, настроение, сон;

– какие общие изменения в питании могли бы приблизить рацион к более адекватному уровню (увеличение / снижение порций, изменение частоты приемов пищи, коррекция состава рациона).

3. **Сравнительная таблица подходов к питанию.** Составьте сравнительную таблицу основных подходов к питанию, которые часто обсуждаются в контексте физической культуры и спорта:

– сбалансированное питание (классический подход);

– низкоуглеводные / высокобелковые рационы;

– вегетарианство / веганство;

– интервальное голодание;

– «спортивное питание» (специализированные продукты, гейнеры, протеины, изотоники и др.).

Для каждого подхода укажите:

– основные принципы;

– потенциальные преимущества для занимающихся физической культурой;

– возможные риски и ограничения (особенно для студентов, начинающих, лиц с хроническими заболеваниями);

– ситуации, когда желательна консультация специалиста (нутрициолога, диетолога, врача).

4. **Ситуационные задачи «Нутрициологическая поддержка».** Даны три условные ситуации:

– студент, 19 лет, начинает регулярно заниматься фитнесом 3 раза в неделю, отмечает быструю утомляемость, ощущение «пустоты» к вечеру, пропуски завтраков, нерегулярное питание;

– студентка, 21 год, занимается аэробикой и бегом, стремится снизить массу тела, существенно ограничивает калорийность, испытывает слабость, нарушения менструального цикла, снижение результатов;

– взрослый занимающийся, 35 лет, офисная работа, умеренная физическая активность, повышенная масса тела, цель – улучшение самочувствия и постепенное снижение веса без ущерба для здоровья и тренировок.

Для каждой ситуации:

– опишите основные нутрициологические проблемы (недостаток энергии, несбалансированность, экстремальные ограничения, нерегулярность и т.п.);

– сформулируйте общие направления коррекции питания (нормализация режима, постепенное изменение калорийности, улучшение состава рациона, работа с пищевым поведением);

– укажите, в каких случаях необходима очная консультация специалиста (врача, диетолога, нутрициолога).

5. **Кейс-анализ научных статей.** Найдите 2–3 научные статьи (за последние 10 лет, желательно в eLibrary.ru или аналогичных ресурсах) по темам:

– влияние структуры рациона (соотношение макронутриентов, режим питания) на работоспособность и восстановление у занимающихся физической культурой/спортом;

– роль отдельных нутриентов (белок, углеводы, вода, электролиты, витамин D, железо и др.) в поддержке физической активности;

– пищевое поведение, расстройства питания и их влияние на здоровье и результаты у занимающихся.

Подготовьте краткий анализ каждой статьи (по 0,5 страницы):

– цель исследования;

– какие аспекты питания изучались;

– основные результаты (работоспособность, восстановление, состав тела, здоровье);

– ограничения исследования;

– практические выводы для организации занятий физической культурой и нутрициологической поддержки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные аспекты спортивной нутрициологии детского возраста / Н. В. Рылова, А. С. Самойлов, А. В. Жолинский, И. В. Большаков // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2021. – Т. 66. – № 5. – С. 240–245. – DOI https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-5-240-245

2. Аллянов Ю. Н. Физическая культура : учебник / Ю. Н. Аллянов, И. А. Письменский. – М.: Юрайт, 2024. – 450 с. – ISBN 978-5-534-18496-9.

3. Анализ фармакологических подходов к повышению физической работоспособности спасателей в условиях чрезвычайных ситуаций / Е. Н. Купко, Б. А. Гусова, М. В. Молчанов, А. Н. Семухин // Фармация и фармакология. – 2014. – № 6(7). – С. 88–91. – DOI https://doi.org/10.19163/2307-9266-2014-6(7)-88-91

4. Андреева Е. А. Характеристика базовых категорий физической рекреации / Е. А. Андреева // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физич. воспитания и спорта. – 2009. – № 9. – С. 7–10.

5. Андриянова Е. Ю. Спортивная медицина : учебник для вузов / Е. Ю. Андриянова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2025. – 341 с. – ISBN 978-5-534-17434-2.

6. Баркова К. Г. Реабилитация вегетативных нарушений у спортсменов с дисплазией соединительной ткани / К. Г. Баркова, В. С. Позняков // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2025. – № 9 (247). – С. 59–65. – DOI https://doi.org/10.5930/1994-4683-2025-9-59-65

7. Бегидова Т. П. Основы адаптивной физической культуры / Т. П. Бегидова. – М.: Юрайт, 2023. – 182 с. – ISBN 978-5-534-16768-9.

8. Бегидова Т. П. Теория и организация адаптивной физической культуры : учебное пособие для среднего

профессионального образования / Т. П. Бегидова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 181 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-16755-9.

9. Безотечество К. И. Применение гидрореабилитации для восстановления работоспособности после травм у спортсменов, занимающихся восточными единоборствами / К. И. Безотечество, А. В. Ильина // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2017. – № 1. – С. 154–159. – DOI https://doi.org/10.23951/1609-624X-2017-1-154-159

10. Березкина С. В. Физическая рекреация в формировании физической культуры личности студента: учеб. пос. / С. В. Березкина – Воронеж: ВГУ, 2003. – 88 с. – ISBN 5-7458-0385-X.

11. Биляч Я. И. Систематический обзор исследований, опубликованных в период 2005–2025 гг., по вопросам разработки и применения российских комбинированных фитопрепаратов для повышения работоспособности [Электронный ресурс] / Я. И. Биляч, В. Н. Оробинская // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2025. – Т. 4. – № 3(15). – DOI https://doi.org/10.24412/2782-6570-2025_04_03_6

12. Боголюбов В. М. Медицинская реабилитация: Руководство / В. М. Боголюбов. – М.: Изд-во Медицина, 2007. – 678 с. – ISBN 978-5-9518-0408-2.

13. Виноградов Г. П. Теория и методика рекреационных занятий физическими упражнениями: монография / Г. П. Виноградов. – СПб.: СПбГАФК им П. Ф. Лесгафта, 1997. – 163 с.

14. Влияние миофасциального релиза на восстановительные процессы у бегуний на средние дистанции / И. И. Шумихина, И. В. Гуштурова, А. Е. Алабужев, С. А. Алабужев // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № 4. – С. 187–193. – DOI https://doi.org/10.14529/hsm230423

15. Влияние сочетанного воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и биодобавок на систему микроциркуляции у спортсменов / Т. М. Брук, Ф. Б. Литвин, К. Н. Ефременков, В. И.

Козлов // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 16–22. – DOI https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-4-16-22

16. Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в реабилитационно-восстановительном лечении онкологических больных / Ю. Ю. Горчак, Г. П. Генс, Э. Н. Праздников, М. Л. Стаханов, Д. Н. Решетов, Д. А. Хланта, В. Б. Князьков, С. Э. Овчаров // Лазерная медицина. 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 47–58. – DOI https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58

17. Восканян А. Г. Лечебно-оздоровительная дубовая бочка – «аэротермарцах» (бочка физиотерапевтическая из дранных пропаренных досок арцахского дуба) / А. Г. Восканян, В. Г. Восконян, А. В. Восконян // Успехи соврем. естествознания. – 2007. – № 6. – С. 44–45.

18. Глазкова В. Д. Основы питания спортсменов в избранном виде спорта на примерах игрового, силового и сложно-координационного видах спорта / В. Д. Глазкова, Д. Д. Кириллова, Ю. А. Польщикова // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее : сборник статей XXV Международной научно-практической конференции : в 2 ч. – 2019. – С. 13–16.

19. Грушин А. А. Применение дополнительного искусственного гипоксического воздействия в процессе подготовки квалифицированных спортсменов / А. А. Грушин, С. В. Нагейкина // Академия медицины и спорта. – 2021. – Т. 2. – № 2. – С. 21–26. – DOI https://doi.org/10.15829/2712-7567-2021-29

20. Грушина Т. И. Ударно-волновая терапия в онкологии: in vitro, in vivo, реабилитация / Т. И. Грушина, И. И. Орлов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2022. – Т. 99. – № 3. – С. 58–65. – DOI https://doi.org/10.17116/kurort20229903158

21. Денисова Н. Н Особенности питания спортсменов силовых видов спорта / Н.Н. Денисова, А. В. Погожева, Э. Э. Кешабянц // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – Т.

8. – № 3. – С. 81–87. – DOI https://doi.org/10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.81

22. Доронина О. К. Современные стратегии спортивного питания: обзорная статья / О. К. Доронина, Е. Н. Кулага // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – Т. 22. – № S2. – С. 131–138. – DOI https://doi.org/10.14529/hsm22s217

23. Егорова С. А. Физическая реабилитация : учебное пособие / С. А. Егорова, А. Л. Ворожбитова. – Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. – 176 с. – ISBN 978-5-91058-721-0.

24. Ермукашева Е. Т. Здоровье человека и некоторые пути его укрепления Е. Т. Ермукашева // Адаптивная физическая культура. – 2009. – № 1. – С. 32–34.

25. Заболевания спортсменов : учебник / О. И. Беличенко, А. В. Смоленский, С. Ю. Золичева, А. В. Тарасов. – М.: Спорт, 2020. – 216 с. – ISBN 978-5-907225-54-1.

26. Зайцев В. П. Здоровье в алгоритме рекреационных мероприятий: аналитический аспект / В. П. Зайцев, С. В. Манучарян, Э. А. Дармофал // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер.: Медицина. Фармация. – 2009. – Т. 67. – № 8. – С. 37–42.

27. Зайцев В. П. Методология рекреации в структуре образовательного пространства / В. П. Зайцев, С. С. Ермаков, М. Хагнер-Деренговська // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физич. воспитания и спорта. – 2011. – № 1. – С. 58–65.

28. Зайцев В. П. Теоретические и методические подходы к проблеме здоровья студента в алгоритме рекреационных мероприятий / В. П. Зайцев, К. Прусик, С. В. Манучарян // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физич. воспитания и спорта. – 2011. – № 1. – С. 66–74. – DOI https://doi.org/10.6084/m9.figshare.771201

29. Зайцев В. П. Физическая рекреация в воспитании активной личности студентов (аналитический разбор) / В. П.

Зайцев, С. В. Манучарян, С. И. Крамской // Физическое воспитание студентов. – 2010. – № 5. – С. 23–26. – DOI https://doi.org/10.6084/m9.figshare.771202

30. Зайцев В. П. Физическая рекреация в структуре активного отдыха студентов / В. П. Зайцев, С. С. Ермаков, К. Прусик // Физическое воспитание студентов. – 2011. – № 1. – С. 68–77. – DOI https://doi.org/10.15561/20755279.2011.0108

31. Иванов Д. С. Механизмы влияния хромотерапии на психофизиологические показатели при занятиях адаптивной физической культурой / Д. С. Иванов, К. М. Васильева // Адаптивная физическая культура. – 2024. – № 1. – С. 18–23. – DOI https://doi.org/10.47529/2223-2524.2024.1.18

32. Иванов М. В. Эффективность применения различных методик ударно-волновой терапии в комплексном лечении спортсменов с латеральным эпикондилитом / М. В. Иванов, А. С. Самойлов, В. И. Пустовойт // Спортивная медицина: наука и практика. 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 5–10. – DOI https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.4.1

33. Инфракрасное лазерное воздействие в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью стимулирует физиологическую адаптацию скелетных мышц / Р. В. Галлямутдинов, Е. С. Головнева, Ж. А. Ревель-Муроз, И. В. Еловских // Лазерная медицина. 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 40-46. – DOI https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-40-46

34. Камскова Ю. Г. Медико-биологические основы восстановления спортсменов : учебно-методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта / Ю. Г. Камскова, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2023. – 116 с. – ISBN 978-5-93162-629-1.

35. Камскова Ю. Г. Медицинское сопровождение спортсменов : учебно–методическое пособие для студентов высшей школы физической культуры и спорта / Ю. Г. Камскова, Д.

А. Сарайкин, В. И. Павлова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2022. – 71 с. – ISBN 978-5-93162-686-4.

36. Камскова Ю. Г. Практикум по адаптивной физической культуре : учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов высшей школы физической культуры и спорта ЮУрГГПУ / Ю. Г. Камскова, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова. – Челябинск: Южно-Уральский научный центр РАО, 2021. – 70 с. – ISBN 978-5-907408-61-6.

37. Клопова А. А. Гидрореабилитация, как средство восстановления после травм / А. А. Клопова, М. П. Замараева // ScienceForum: материалы XV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: https://scienceforum.ru/2023/article/2018033924

38. Козлова Л. В. Хромотерапия как элемент здоровьесберегающих технологий в физическом воспитании детей школьного возраста / Л. В. Козлова // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2022. – № 6. – С. 32–36. – DOI https://doi.org/10.36038/0130-4380-2022-6-32-36

39. Комплексная профилактика заболеваний и реабилитация больных и инвалидов: учебн. пособие / В. А. Лисовский, С. П. Евсеев, В. Ю. Голофеевский, А. Н. Мироненко; под редакцией проф. С. П. Евсеева. – М.: Советский спорт, 2001. – 320 с. – ISBN 5-85009-660-4.

40. Кутасин А. Н. Средства восстановления работоспособности спортсмена после физических нагрузок: учебно-метод. пособие / А. Н. Кутасин, Н. В. Морозова, Н. Н. Устюхова. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. – 54 с.

41. Латков Н. Ю. Нутриентная поддержка организма спортсменов в тренировочный, соревновательный и восстановительный периоды: теоретические и практические аспекты / Н. Ю. Латков, Ю. А. Кошелев, В. М. Позняковский //

Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 37. – № 2. – С. 82–87. – DOI https://doi.org/10.14529/food150211

42. Лечебная физкультура и массаж / Ю. Г. Камскова, Д. А. Сарайкин, В. И. Павлова, Е.Л. Бачериков. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2018. – 204 с. – ISBN 978-5-93162-073-2.

43. Макеева В. С. Теория и методика физической рекреации: учеб. пос. / В. С. Макеева, В. В. Бойко. – М.: Советский спорт, 2014. – 351 с. – ISBN 978-5-9718-0710-0.

44. Малькевич Л. А. Криотерапия: возможности в лечении и реабилитации / Л. А. Малькевич, М. Л. Левин // Инновационные технологии физиотерапии в медицинской реабилитации : материалы Респ. науч.-практ. конф., посвящ. памяти А.В. Волотовской / под ред. Л. А. Малькевич. – Минск, 2025. – С. 43–48.

45. Мартынчук Е. А. Основы нутрициологии в студенческом спорте // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. – 2022. – № 4 (206). – С. 115–121. – DOI https://doi.org/10.34835/2070-4798.2022.4.115-121

46. Медико-биологические технологии в физическом воспитании : учебно–методическое пособие / Ю.Г. Камскова, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова. – Челябинск: ООО «АБРИС», 2025. – 183 с. – ISBN 978-5-91744-149-8.

47. Медико–биологический контроль в спорте / Д. А. Сарайкин, Е. Л. Бачериков, В. И. Павлова, Ю. Г. Камскова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2018. – 131 с. – ISBN 978-5-93162-085-5.

48. Могильный М. П. Особенности организации питания спортсменов / М. П. Могильный, В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – № S3. – С. 42. – DOI https://doi.org/10.24411/0042-8833-2015-10042

49. Невзорова Е. В. Физиологические и психофизиологические особенности кинезитерапии в восстановительном микроцикле тренировочного процесса / Е. В.

Невзорова, Е. Ю. Невзоров, Н. Н. Хромова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2025. – Т. 102. – № 3. – С. 15–22. – DOI https://doi.org/10.17116/kurort202510203215-22

50. Низкоинтенсивная лазерная терапия: молекулярные механизмы противовоспалительного и регенеративного эффектов / А. И. Гребень, П. С. Еремин, Е. Ю. Костромина, П. А. Марков, Т. Н. Гребень, И. Р. Гильмутдинова, Т. В. Кончугова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2023. – Т. 100. – № 2. – С. 61–68. – DOI https://doi.org/10.17116/kurort202310002161

51. Никулин И. Н. Использование интерактивных технологий в профессиональной подготовке студентов к рекреационной деятельности на основе компетентностно-ориентированного подхода / И. Н. Никулин, В. В. Сокорев, А. А. Коник // Культура физич. и здоровье. – 2010. – № 5. – С. 14–16.

52. Оборин М. С. Концептуальное содержание понятий «рекреация» и «туризм»: общее и различное // Вестн. Тюмен. гос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 200–206. – DOI https://doi.org/10.31251/vestnik.2011.4.14

53. Овечкина Е. А. Особенности питания спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта / Е. А. Овечкина, С. А. Овечкин // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 74-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов. – 2023. – С. 532–537.

54. Основы биоритмологии и безопасности жизнедеятельности / Ю.Г. Камскова, В.И. Павлова, Д.А. Дятлов, Д.А. Сарайкин, Е.Л. Бачериков. – Челябинск: Библиотека А. Миллера, 2019. – 84 с. – ISBN 978-5-93162-273-6.

55. Основы физической реабилитации : учебник / А. Н. Налобина, Т. Н. Федорова, И. Г. Таламова, Н. М. Курч ; под редакцией А. Н. Налобиной. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 336 с. – ISBN 978-5-4486-0160-6.

56. Попов В. И. Физическая реабилитация / В. И. Попов. – М.: Феникс, 2002. – 204 с. – ISBN 5-222-03558-8.

57. Продление активного периода жизни человека средствами адаптивной двигательной рекреации / Е. Б. Ладыгина, А. В. Антонова, Г. И. Дубенская, Б. А. Ладыгин // Адаптивная физич. культура. – 2009. – Т. 40. – № 4. – С. 36–39. – DOI https://doi.org/10.34833/afk.2009.4.008

58. Пружинин К. Н. Физическая рекреация как междисциплинарная область физкультурного образования: учебно–методическое пособие для самоподготовки студентов / К. Н. Пружинин, М. В. Пружинина. – Иркутск: Иркутский филиал «РГУФКСМиТ», 2011. – 120 с. – ISBN 978-5-9718-0710-0.

59. Рекреационная и реабилитационная физическая культура / Д.А. Сарайкин, Ю.Г. Камскова, В.И. Павлова. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2024. – 96 с. – ISBN 978-5-93162-440-2.

60. Ржанов А. А. Влияние гипоксической тренировки на функциональную выносливость волейболистов / А. А. Ржанов // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. – 2025. – № 2. – С. 452–457.

61. Рубанович В. Б. Врачебно-педагогический контроль при занятиях физической культурой : учебное пособие / В. Б. Рубанович. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2020. – 254 с. – ISBN 978-5-534-07030-9.

62. Рябов Д. А. Научно-практический обзор: нутритивная поддержка в профессиональном и любительском спорте / Д. А. Рябов, В. С. Матвеев // Педагогические науки. – 2026. – № 2. – С. 307–310. – DOI https://doi.org/10.58224/2070-4798.2026.2.307

63. Сайпушева О. С. Вклад оздоровительной рекреации в воспроизводство человеческого капитала / О. С. Сайпушева // Изв. Рос. гос. педагог. ун-та им. А. И. Герцена. – 2009. – № 92. – С. 132–135. – DOI https://doi.org/10.33766/2070-8378.2009.92.132

64. Седоченко С. В. Анализ динамики результатов холодовой пробы и адаптационных параметров студентов спортсменов колледжа в ответ на применение закаливающих процедур / С. В. Седоченко, А. В. Черных // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – Т. 29. – № 11. – С. 53–60. – DOI https://doi.org/10.35627/2219-5238/2021-29-11-53-60

65. Семенова Н. В. Нутритивная поддержка студентов-спортсменов неспортивного высшего образовательного учреждения / Н. В. Семенова // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. – № S3. – С. 66. – DOI https://doi.org/110.24411/0042-8833-2015-10084

66. Смирнов А. А. Применение селективной хромотерапии в комплексном восстановлении спортсменов после интенсивных тренировочных нагрузок / А. А. Смирнов, М. В. Петрова // Спортивная медицина: наука и практика. – 2023. – № 2. – С. 45–51. – DOI https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.9

67. Современные технологии светотерапии в медицинской реабилитации детей / М. А. Хан, А. И. Чубарова, И. В. Погонченкова [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2021. – Т. 98. – № 2. – С. 52–61. – DOI https://doi.org/10.17116/kurort202198252-61

68. Соколов Н. Г. Рекреация и двигательная реабилитация при занятиях физической культурой и спортом: учебное пособие / Н. Г. Соколов, В. П. Овчинников – СПб.: РГГМУ, 2016. – 44 с. – ISBN 978-5-86813-438-8.

69. Стеблецов Е. А. Спортивно-оздоровительный туризм и спортивное ориентирование / Е. А. Стеблецов, Ю. С. Воронов, В. В. Севастьянов. – М.: Юрайт, 2024. – 196 с. – ISBN 978-5-534-13274-8.

70. Стельмашонок В. А. Основы реабилитации, физиотерапии, массажа и лечебной физкультуры : учебное пособие / В. А. Стельмашонок, Н. В. Владимирова. – Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. – 328 с. – ISBN 978-985-503-531-3.

71. Табачников А. Н. Фармакологическое сопровождение учебно-тренировочного и соревновательного процессов спортсменов силовых видов спорта (на примере тяжёлой атлетики) / А. Н. Табачников // Физическая культура, здравоохранение и образование: материалы XV Международной научно-практической конференции. – Томск, 2021. – С. 387–390.

72. Тамбовцева Р. В. Использование гипоксии для повышения физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов : методические рекомендации / Р. В. Тамбовцева. – М.: РГУФКСМиТ, 2022. – 20 с. – ISBN 978-5-00129-207-4.

73. Учасов Д. С. Витамины в системе нутритивной поддержки спортсменов / Д. С. Учасов // Наука-2020. – 2016. – № 4 (10). – С. 207–213. – DOI https://doi.org/10.12731/2218-7405-2016-4-10-17

74. Физическая рекреация в высших учебных заведениях : учебно-методическое пособие / В. А. Никишкин, В. П. Зайцев, С. И. Крамской [и др.] ; под редакцией В. А Никишкин, В. П. Зайцев. – Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2024. – 330 с. – ISBN 978-5-7264-3490-2.

75. Эффективность применения спортивного питания и фармакологической поддержки высококвалифицированных спортсменов / В. А. Заборова, В. В. Куршев, И. А. Лазарева, С. Д. Руненко, С. Д. Котовский, К. Г. Гуревич // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24. – № 10. – С. 102–109. – DOI https://doi.org/10.17116/profmed202124101102

76. Chromotherapy in the Regulation of Neurohormonal Balance in Human Brain-Complementary Application in Modern Psychiatric Treatment / S. Radeljak, T. Zarkovic-Palijan, D. Kovacevic & M. Kovac // Collegium Antropologicum. – 2008. – Suppl 2. – pp. 185–188. – DOI https://doi.org/10.1007/s12021-008-9015-x

77. Coenzyme Q10 Supplementation and Its Impact on Exercise and Sport Performance in Humans: A Recovery or a Performance-

Enhancing Molecule? / F. Drobnic, M. A. Lizarraga A., Caballero-García, A. Cordova // Nutrients. – 2022. – Vol. 14. – No. 9. – Art. 1811. – DOI https://doi.org/10.3390/nu14091811. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9104583

78. Contrast Heat–Cold Versus Thermoneutral Showering in Trained Combat Sport Athletes: A Randomized Field Trial of Recovery Outcomes / M. Hagner-Derengowska, R. Trybulski, J. Kruk, F. M. Clemente, C. Olchowy, K. Pilis // Journal of Sports Science and Medicine. – 2026. – Vol. 25. – pp. 675–690. – DOI https://doi.org/10.52082/jssm.2026.675

79. Effects of Pulsed-Wave Chromotherapy and Guided Relaxation on the Theta-Alpha Oscillation During Arrest Reaction / G. Cheron & et. al. // Frontiers in Psychology. – 2022. – No. 13. – pp. 792–872. – DOI https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.792872

80. Effects of Self-Myofascial Release on Athletes' Physical Performance: A Systematic Review [Электронный ресурс] / L. M. Martínez-Aranda, M. Sanz-Matesanz, E. D. García-Mantilla, F. T. González-Fernández // Journal of Functional Morphology and Kinesiology. – 2024. – Vol. 9. – No. 1. – Art. 20. – DOI https://doi.org/10.3390/jfmk9010020

81. Ferreira, R. M. Effects of Self-myofascial Release Instruments on Performance and Recovery: An Umbrella Review / R. M. Ferreira, P. N. Martins, R. S. Gonçalves // International Journal of Exercise Science. – 2022. – Vol. 15. – No. 3. – pp. 861–883. – DOI 1 https://doi.org/0.70252/goxi7904

82. Horiuchi T. Effect of Chromatic Lighting on Emotional Change in the Observation of Affective Pictures / T. Horiuchi, Y. Matsumoto, M. Tanaka // Psychology. – 2023. – Vol. 14. – No.3. – DOI https://doi.org/10.4236/psych.2023.143019

83. Hutasoit, S. N. The Effectiveness of Massage Therapy in Treating Sports-Related Muscle Injuries: An Evidence-Based Systematic Review and Meta-Analysis / S. N. Hutasoit, M. B. Ambarita,

T. A. Sitorus // IGI Active Living and Health Insight. – 2026. – Vol. 1. – No. 1. – pp. 35–43. – DOI https://doi.org/10.53905/Activein.v1i01.06

84. Myofascial release strategies and technique recommendations for athletic performance: A systematic review / M. E. D. França, M. D. S. Amorim, L. Sinhorim, G. M. Santos, I. B. Nascimento // Journal of Bodywork and Movement Therapies. – 2023. – Vol. 36. – pp. 30–37. – DOI https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.04.085

85. Potential Relevance of Bioactive Peptides in Sports Nutrition / D. König, J. Kohl, S. Jerger, C. Centner // Nutrients. – 2021. – Vol. 13. – No. 11. – Art. 3997. – DOI https://doi.org/10.3390/nu13113997

86. The mechanistic basis of chromotherapy: Current knowledge and future perspectives / S. T. Y. Azeemi, H. M. Rafiq, I. Ismail, S. R. Kazmi, A. Azeemi // Complementary Therapies in Medicine. – 2019. – Vol. 46. – pp. 217–222. – DOI https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.08.025

Учебное издание

Камскова Юлиана Германовна
Сарайкин Дмитрий Андреевич
Павлова Вера Ивановна

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Учебно–методическое пособие

Издательство ООО «АБРИС»
454007, г. Челябинск, пр. Ленина, 15

Издание опубликовано в авторской редакции
Подписано в печать _____ г. Формат 60х84 1/16.
Усл. печ. л. 21,44. Тираж 100 экз. Заказ №_____

Отпечатано с готового оригинал–макета
в типографии ЮУрГГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69, каб. 2.