НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ФМБА РОССИИ

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ Н.Н.КАРКИЩЕНКО И В.В.УЙБА

ТОМ 4. ВЕКТОРЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОМЕДИЦИНСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ФМБА РОССИИ

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

ТОМ 4 ВЕКТОРЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Под редакцией
Н.Н.КАРКИЩЕНКО и В.В.УЙБА

Москва, Санкт-Петербург
2014

УДК 615.21:615.275.4:616.092.6:613.392.98
ББК 52.8+51.23
О 952

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ
ТОМ 4. ВЕКТОРЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ
под редакцией Н.Н. Каркищенко и В.В. Уйба

ISBN 978-5-91753-091-8

Каркищенко Н.Н., Уйба В.В., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б., Котенко К.В., Люблинский С.Л. Очерки спортивной фармакологии. Том 4. Векторы энергообеспечения / под редакцией Н.Н.Каркищенко и В.В.Уйба. М., СПб.: «Айсинг», 2014, 296 с. 1500 экз.

В многотомном научном издании впервые на большом объеме собственных результатов и данных литературы впервые проанализирован и обобщен опыт разработки, доклинического изучения, клинических и специальных испытаний и апробаций высококвалифицированными спортсменами различных фармакологических средств поддержки здоровья и работоспособности.

Издание предназначено для специалистов в областях фундаментальной и спортивной медицины, фармакологии, военной медицины и медицины экстремальных состояний, связанных с решением вопросов управления функциональным состоянием человека, работоспособностью, восстановлением функциональных резервов, профилактики постстрессорных нарушений здоровья, а также для спортсменов, студентов и аспирантов медицинских, фармацевтических и спортивных вузов.

In a multi-volume scientific edition for the first time on a large volume of own results and literature data for the first time to analyze and summarize the experience of development, preclinical studies, clinical trials and special approvals and elite athletes of various pharmacological agents to support the health and performance of sportsmen.

The publication is intended for professionals in the fields of basic and sports medicine, pharmacology, medicine and military medicine extreme conditions, issues functional state of human capacity for work, restoration of functional reserves, prevention of health problems after stress, as well as for sportsmen, students and post-graduate medical, pharmaceutical and sports schools.

© ФГБУН НЦБМТ ФМБА России
© Каркищенко Н.Н.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЕРТОМУ ТОМУ

Если рассматривать фармакологию как науку о коррекции нарушенных функций организма, а также предупреждения этих нарушений, то спортивная фармакология вносит огромный вклад в защиту здоровья спортсменов, повышения их выносливости, концентрации энергоресурсов на достижение высших результатов и скорейшего восстановления психофизиологической активности. При этом спортивная фармакология напрочь отвергает допинги, как антигуманные, истощающие и губящие спортивные возможности атлетов.

С середины прошлого века достаточно активно развиваются научные направления спортивной медицины. Несмотря на тысячелетние исторические изыскания и попытки оценки здоровья атлетов, процесс этот следует оценивать как фрагментарный. Интерес к здоровью спортсмена, его выносливости и рекордоспособности периодически то вспыхивал, то затухал, иногда на десятилетия и столетия. Но лишь в XX веке и особенно в последние три-четыре десятилетия накоплены новые фундаментальные, экспериментальные и прикладные знания, которые позволяют более полно понять сложные физико-химические и энергетические процессы, протекающие в организме спортсмена при предельных нагрузках.

Задачи спортивной фармакологии и нутрицевтики заключаются в поставке в организм спортсменов необходимых и достаточных энергетических ресурсов. Это предопределено тем, что энергия является мерой способности любой физической (биологической) системы совершать работу, а значит, количественно энергия и работа выражаются в единой системе измерения.

Термин *energeia* впервые появился в работах Аристотеля и в современном понимании является единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения, материи из одних форм в другие, подразумевающий *силу*, *мощь*, *действие*, *деятельность*.

В этом томе рассмотрены основные пути пополнения энергии за счет оптимизации использования фармнутриентов, включая разработанные и внедренные (МиоАктив, МиоАктив Спорт, МиоАктив Форсаж и др.) в спорт высших достижений авторами книги.

Иллюстративный материал (графики и таблицы) отражают авторскую позицию. Эти исследования выполнялись авторами в интересах космонавтики, военной медицины, медицины катастроф и экстремальных ситуаций. Проведение таких исследований, проходивших в условиях воздействия неблагоприятных и экстремальных факторов, требовало участия многочисленных испытателей-добровольцев, врачей-исследователей и их помощников, которым авторы выражают свою искреннюю признательность. Точно так же мы выражаем свою благодарность спортсменам и тренерам, врачам команд, с которыми приходилось тесно работать в процессе апробации тех или иных фармакологических средств в реальном тренировочном и соревновательном процессах.

Настоящее издание предназначено для специалистов в областях фундаментальной медицины, спортивной медицины, фармакологии, военной медицины и медицины экстремальных состояний, экологической физиологии и гигиены труда, связанных с решением вопросов управления функциональным состоянием человека, работоспособностью, восстановлением функциональных резервов, профилактики постстрессорных нарушений здоровья. Авторы полагают, что оно будет также интересно спортсменам и тренерам, организаторам спорта, аспирантам и студентам спортивных и медицинских ВУЗов, родителям юных спортсменов, а также всем людям, заинтересованным в победах Российского спорта.

Авторы с признательностью воспримут критические замечания и пожелания, направленные на улучшение издания и его дальнейшее развитие.

Авторы выражают свою искреннюю благодарность сотрудникам лабораторий НЦБМТ, а также кафедры фармакологии и НИЛ обитаемости Военно-медицинской академии, без совместных исследований с которыми была бы невозможна подготовка данного издания.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕРМИНЫ

HSP	белок теплового шока
PWC_{170}	показатель работоспособности при пульсе 170 уд./мин
V'CO2	выделение углекислого газа
VO_2	потребление кислорода
АД	артериальное давление
АДД	артериальное давление диастолическое
АДС	артериальное давление систолическое
АДФ	аденозиндифосфорная кислота
АЛТ	аланинаминотрансфераза
АМФ	аденозинмонофосфорная кислота
АОС	антиоксидантная система
АСТ	аспартатаминотронасфераза
АТФ	аденозинтрифосфорная кислота
БТШ	белок теплового шока
ГДФ	гуанозиндифосфат
ГТФ	гуанозинтрифосфат
ДНК	дезоксирибонуклеиновая кислота
ДО	дыхательный объем
КП	кислородный пульс
КФ	креатинфосфат
ЛДГ	лактатдегидрогеназа

МКД	максимальный кислородный долг
МОД	минутный объем дыхания
МОК	минутный объем кровообращения
НАД	никотинамиддинуклеотид
НАДН	никотинамиддинуклеотид восстановленный
НАДФ	никотинамиддинуклеотидфосфат
НАДФН	никотинамиддинуклеотидфосфат восстановленный
ОПСС	общее периферическое сопротивление сосудов
ПАНО	порог анаэробного обмена
ПНЖК	полиненасыщенные жирные кислоты
ПОЛ	перекисное окисление липидов
pH	водородный показатель, показатель кислотности среды
РНК	рибонуклеиновая кислота
CO_2	диоксид углерода
СОД	супероксиддисмутаза
УО	ударный объем сердца
ФАД	флавинаденилдинуклеотид
$ФАДН_2$	флавинаденилдинуклеотид восстановленный
ФМБА	Федеральное медико-биологическое агентство
ЦНС	центральная нервная система
ЧД	частота дыхания
ЧСС	частота сердечных сокращений

ВВЕДЕНИЕ

Осуществление мышечной деятельности, вне всякого сомнения, является мощным энергопотребляющим процессом. Непосредственно для мышечного сокращения используется только энергия макроэргических связей АТФ, запас которой в мышечных волокнах ограничен (его хватает на производство механической работы мышц на протяжении нескольких секунд). Поэтому принципиальное значение для энергетического обеспечения мышечной деятельности играют различные механизмы ресинтеза АТФ.

Наиболее быстрый вариант ресинтеза АТФ в мышцах связан с реакцией переноса ферментной системой креатинкиназы макроэргической фосфатной группы с фосфокреатина на АДФ, в результате чего образуется новая молекула АТФ. Скорость протекания этой реакции высокая, поэтому запасы фосфокреатина расходуются быстро (8-10 секунд) и обеспечивают взрывную, импульсную работу мышц. Резервная (дополнительные секунды) анаэробная работа мышц обеспечивается миокиназной реакцией, в ходе которой из двух молекул АДФ синтезируется одна молекула АТФ и одна молекула АМФ.

В дальнейшем, поддержание уровня АТФ в активно работающих мышцах осуществляется с использованием энергетических субстратов – углеводов (гликоген мышц, глюкоза, в том числе – образующаяся в реакциях утилизации шлаков обмена), жирных кислот, аминокислот. Переключение энергетического обмена с одного субстрата на другой, включение шунтирующих энергетических потоков, запуск механизмов гликогенолиза, гликолиза, окисления жирных кислот, глюконеогенеза

осуществляется с участием различных регуляторных систем организма (нервной, эндокринной и пептидэргической). Именно регуляторный уровень определяет оперативную подстройку обменных процессов (как энергетических, так и пластических) к текущим потребностям организма, в том числе – во время выполнения физической работы и на этапе восстановления после истощающих нагрузок.

Фармакологическая подготовка спортсмена высокого класса является результатом сложной совместной работы спортивного врача и тренера, позволяющей значительно расширить границы адаптации спортсмена к высоким физическим нагрузкам, повысить специальную работоспособность, эмоциональную и психологическую устойчивость, резко ускорить процессы восстановления после перенесённых нагрузок, продлить его спортивное долголетие и сохранить здоровье [83, 99, 100].

В настоящее время медицинское обеспечение сборных команд России возложено на Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА), в котором разработана подробная инструкция «Об организации деятельности по обеспечению спортсменов сборных команд Российской Федерации и их ближайшего резерва медикаментами и биологически активными добавками в ходе подготовки и при проведении спортивных мероприятий». Это обеспечение должно быть направлено на лечение и восстановление спортсменов после заболеваний, травм и физических нагрузок и осуществляться в пределах средств федерального бюджета, предусмотренных для этих целей.

Нормы расходов для отдельных участников учебно-тренировочного процесса могут быть увеличены на основании данных о состоянии здоровья спортсменов по результатам последнего углублённого медицинского обследования и индивидуальных планов – графиков фармакологического обеспечения.

Таким образом, в настоящее время спортивный врач сборной команды в состоянии в полном объёме обеспечить спортсмена эффективной и качественной фармакологической продукцией, соответствующей потребностям его организма с учётом особенностей учебно-тренировочных мероприятий [99-101].

Прежде чем планировать эти мероприятия, спортивный врач, в первую очередь, оценивает динамику нормализации биохимических процессов после физической нагрузки. В таблице 1 приведены величины основных параметров, характеризующих процесс восстановления после тренировок.

Таблица 1

Временные интервалы, необходимые для нормализации биохимических процессов в организме спортсмена после тренировки (на основании данных литературы [18, 101])

Процесс	Время восстановления
Восстановление кислородных запасов в организме	10-15 сек.
Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах	2-5 мин.
Оплата алактатного кислородного долга	3-6 мин.
Устранение молочной кислоты	0,5-1,5 ч.
Ресинтез внутримышечных запасов гликогена	12-48 ч.
Восстановление запасов гликогена в печени	12-48 ч.
Усиление индуктивного синтеза ферментных и структурных белков	12-72 ч.

Восстановительные мероприятия могут проводиться в двух режимах – плановом, когда восстановление растянуто во времени, и срочном, когда восстановление необходимо в течение дня или нескольких часов.

Цели этих мероприятий следующие:

- Восстановить энергетический механизм спортсмена для многодневных соревнований или учебно-тренировочного сбора.
- Поддержать пластический обмен веществ (анаболическую функцию) при интенсивном распаде белков в результате интенсивных физических нагрузок.
- Компенсировать недостаток макро- и микроэлементов и воды.
- Нормализовать функцию клеточной и гуморальной иммунной системы (уровень всех иммуноглобулинов, компонентов комплемента, Т - и В-лимфоцитов, иммунокомпетентных клеток и др.)
- Привести в соответствии с нормой факторы неспецифической защиты организма (трансферрины, гаптоглобины и др.).
- Восстановить системы регуляции гомеостаза нервной и эндокринной: гипоталамус — гипофиз — исполнительные железы.
- Нормализовать генотипический статус организма (синтез всех видов РНК, рибосомального синтеза структурных и иммунных белков, факторов свертывания крови и др.).
- Установить динамическое равновесие систем метаболической трансформации эндогенных и экзогенных биологически активных веществ (цитохром Р-450-зависимых систем микросомального окисления, метилирования и др.).

Основная задача тренера и спортивного врача – это разработка показаний к использованию лекарственных веществ с целью улучшения функционального состояния, повышения физической работоспособности и ускорения восстановительных процессов организма в микро-, мезо - и макроциклах для подведения спортсмена к «пику» формы при подготовке к ответственным соревнованиям.

Научные исследования последних лет, проводившиеся во время подготовки и выступлений спортсменов сборных команд России на Олимпийских играх, чемпионатах мира и Европы, убедительно подтвердили, что спортивные нагрузки, которые испытывают спортсмены, приводят не только к полезным для здоровья функциональным и морфологическим изменениям, но и создают предпосылки для развития патологических изменений различных органов и систем.

Имеются убедительные данные о том, что спортсмены являются «группой риска» сердечно-сосудистых, обменных, нейроэндокринных заболеваний, патологии опорно-двигательного аппарата с хроническими болевыми синдромами, иммунодефицитных и невротических состояний, преждевременного старения. Запредельные физические нагрузки в спорте приводят к общему перенапряжению организма спортсмена, срыву адаптации с тяжелыми последствиями, недовосстановлению и снижению спортивной работоспособности.

Очевидно, что достижение высоких спортивных результатов спортсмена зависит не только от грамотно построенного учебно-тренировочного процесса, но и чётко разработанной программы использования фармакологических средств восстановления, а также своевременного проведения лечебно-профилактических мероприятий на том или ином этапе его подготовки.

NB! Врач по спортивной медицине самостоятельно принимает решение о назначении методов лечения при возникновении у спортсмена острых заболеваний, неотложных состояний или при обострении хронических заболеваний и несет всю полноту ответственности.

Осознавая необходимость использования лекарственных препаратов в процессе подготовки спортсменов к ответственным соревнованиям, нужно принимать во внимание последствия их неконтролируемого и непрофессионального приема. Нужно всегда помнить, что метаболизм и биотрансформация лекарственных веществ в организме спортсмена намного интенсивнее, поэтому дозировки и интенсив-

ность действия назначаемых препаратов значительно отличается от аналогичных показателей в случае применения тех же препаратов здоровым и больным людям не испытывающих экстремальных физических нагрузок.

Использование для лечения и восстановления спортсменов методов и субстанций, запрещенных Всемирным антидопинговым агентством (ВАДА) к применению в спорте, при терапевтическом использовании, осуществляется и оформляется в строгом соответствии с Международным стандартом для терапевтического использования запрещенных субстанций Всемирного антидопингового кодекса.

Необходимо отметить, что процессы энергетического и пластического обмена невозможны без поступления в организм с пищей оптимального для их протекания набора субстратов, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, различных природных биологически активных веществ. Для спортсменов, с учетом роста при спортивных нагрузках метаболических потребностей, поступление в организм адекватного нагрузкам набора фармнутриентов является еще более значимым, чем для популяции людей в целом.

К медико-биологическим средствам восстановления и повышения физической работоспособности спортсменов, кроме фармакологических препаратов, относятся рациональное питание, витаминизация, применение диетических добавок и продуктов повышенной биологической ценности [84, 85, 93]. Следует отметить, что на первом месте среди названных стоит именно рациональное питание, поэтому грамотное использование общих черт и особенностей его у спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, является важной характеристикой подготовки к соревнованиям.

В обширной научной литературе последних лет по спортивному питанию представлено много работ по общим вопросам организации нутриентной поддержки спортсменов [2, 13, 20, 65, 75, 76, 77, 93, 165, 168, 202]. В этих работах, в частности, сформулированы следующие цели питания спортсменов:

1. Обеспечение организма энергетическими ресурсами.

2. Обеспечение организма пластическими материалами для восполнения баланса веществ - сохранение физиологического равновесия и обеспечения роста и развития плода и детского организма, восстановление повреждения органов и систем - регенерация, поддержания постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

3. Обеспечение организма незаменимыми веществами, обладающими биологической активностью (витамины, микроэлементы, антиоксиданты). Они входят в состав ферментов, гормонов, медиаторов и других веществ-регуляторов биологических процессов в организме.

4. Обеспечение организма веществами, обладающими фармакологической активностью (салицилаты, биофлавоноиды, биогенные стимуляторы). Они являются регуляторами обмена веществ, иммунорегуляторами и влияют на жизнь симбионтных и патогенных микроорганизмов и паразитов.

5. Обеспечение организма водой, дополнительные потери которой, связанные с физическими нагрузками, составляют 1,0-1,5 и более литров в сутки.

6. Поддержание микробиоценоза желудочно-кишечного тракта - питание и размножение симбиотических микроорганизмов.

7. Обеспечение детоксикации организма (пищевые волокна и другие природные энтеросорбенты).

8. Оптимизация работы органов и систем организма - регуляция здоровья.

Глава 1.

Энергетика мышечной деятельности

Для осуществления мышечной деятельности необходимо использование энергии. В мышечных волокнах для сокращения используется энергия макроэргических фосфатных связей, запасенная в АТФ. Запасы АТФ в мышечных волокнах ограничены, и их хватает для производства механической энергии сокращения мышц только в течение очень короткого времени (1-4 сек). Такой прямой механизм энергопотребления используется при развитии максимальной скорости (максимальной скоростно-силовой деятельности) и в начале интенсивной нагрузки. По мере выполнения физической нагрузки появляется необходимость в пополнении запасов АТФ.

Очевидным напрашивающимся вариантом восстановления уровня АТФ в мышцах является использование в этих целях препаратов АТФ, которые уже хорошо известны в клинической практике. Так, еще в 1947 г АТФ была применена для лечения миастении, облитерирующего эндартериита, полиартрита. Препарат нашел применение и в кардиологии. Однако результаты его применения оказались противоречивыми. Это объясняется тем, что экзогенная АТФ не проникает через неповрежденные мембраны, дефосфорилируется в крови [106], довольно токсична, и те количества препарата, которые можно ввести, составляют ничтожную часть потребности организма

в этом макроэрге. Введение АТФ не повышает содержания аденилнуклеотидов в миокарде лабораторных животных [44]. Однако если увеличить проникновение АТФ в кардиомиоциты введением его на фоне чреспищеводной кардиостимуляции, препарат оказывает лечебное действие [4]. Установлено также, что АТФ обладает антиаритмическим действием и может использоваться для купирования пароксизмов наджелудочковых тахикардий [90, 108]. Терапевтический эффект препарата обусловлен как нейромедиаторными свойствами (влияние на адрено-, холино-, пуриновые рецепторы), так и влиянием на обмен веществ и клеточные мембраны продуктов деградации АТФ - АДФ, АМФ, аденозина, инозина [8, 138].

В условиях кислороддефицитных состояний (в том числе – гипоксии нагрузки) проявляются новые свойства аденилнуклеотидов как эндогенных внутриклеточных регуляторов метаболизма, функция которых направлена на защиту клетки от гипоксии. Дефосфорилирование АТФ приводит к накоплению аденозина. Он обладает вазодилятаторным [22] и антиаритмическим [23] действием, отрицательным хронотропным эффектом [166]. Наряду с вазоактивными свойствами аденозин реализует свой антигипоксический эффект через P_1-пуринергические рецепторы. Блокаторы аденозиновых рецепторов снижают устойчивость животных к гипоксии [3]. Препарат на основе аденозина – дилазин изучен в ряде работ [22, 86] как антигипоксант.

АТФ расширяет периферические и коронарные сосуды, улучшает питание сердечной мышцы.

Препараты аденозинтрифосфорной кислоты применяются для лечения мышечных дистрофий, спастических состояний периферических сосудов (эндартериитиы, перемежающаяся хромота), спазмов коронарных сосудов, стенокардии, гипертонии, и т.д.

Инъекционная форма препарата – динатриевая соль аденозинтрифосфорной кислоты выпускается в ампулах по 1 мл 1% раствора. Препараты АТФ вводятся внутримышечно, в первые 2-3 дня –1 раз в день по 1 мл 1% раствора, в последующие 2 дня – 2 раза в день или сразу 2 мл 1% раствора 1 раз в день. Курс лечения состоит из 30-40 инъекций. Проведение повторного курса лечения возможно через 1-3 месяца. Перед употреблением флакон опускают в горячую воду и в него вводят 3мл изотонического раствора хлорида натрия.

Фосфаден – препарат натриевой соли АДФ – оказывает положительное влияние при ишемической болезни сердца [41], что связано

со свойством АДФ легко проникать через клеточные мембраны и стимулировать P_1-пуриновые рецепторы. Лекарственная форма: раствор для внутримышечного введения, таблетки.

АТФ-ЛОНГ – препарат, в состав которого входят АТФ и другие адениннуклеотиды (АДФ, АМФ), гистидин, калий и магний. Он сохраняет пул АТФ при физической нагрузке, предупреждает гипоксические метаболические изменения в клетках, уменьшает активность ферментов креатинфосфокиназы, малат- и лактатдегидрогеназы, усиливает активацию анаэробного гликолиза, снижает степень угнетения окислительной продукции энергии в цикле Кребса и дыхательной цепи. Препарат восстанавливает активность транспортной системы K,Mg-АТФазы, стимулирует процессы адаптивного синтеза белка и РНК [101].

Препарат назначается в комплексном лечении ишемической болезни сердца при вегетативных расстройствах, миокардиодистрофии, синдроме хронической усталости и др. В связи с сублингвальным применением фармакокинетика препарата не изучалась.

Форма выпуска, способ применения и дозы. Таблетки по 0,01 и по 0,02; 1 таблетка содержит АТФ-ЛОНГа 0,01 г или 0,02 г с содержанием суммы адениновых нуклеотидов 6,3 мг или 12,6 мг соответственно. Таблетки АТФ-ЛОНГ принимают сублингвально и держат до полного рассасывания. Разовая доза по 10-40 мг 3-4 раза в день, независимо от приема пищи. Срок лечения определяет врач, в среднем он составляет 20-30 дней. При необходимости курс повторяют через 10-15 дней. При острых сердечных состояниях и пароксизмальной мерцательной аритмии разовую дозу 10-40 мг принимают через каждые 5-10 минут до исчезновения негативных симптомов. Максимальная суточная доза составляет 400-600 мг. АТФ-ЛОНГ нельзя применять одновременно с сердечными гликозидами, калийсберегающими диуретиками и ингибиторами АПФ, в связи повышением риска развития гиперкалиемии и возникновения атриовентрикулярной блокады. Дипиридамол усиливает терапевтический эффект АТФ-ЛОНГа, а ксантинола никотинат – уменьшает.

Таким образом, экзогенные препараты АТФ и АДФ не подтвердили свою профилактическую эффективность для поддержания мышечной работоспособности при выполнении взрывного предельно переносимого усилия, но могут найти применение для ускорения процессов восстановления после истощающих нагрузок, перетрени-

рованности, в основном за счет оптимизации мышечного капиллярного кровотока и кардиопротекторного действия.

После исчерпания запасов АТФ восполнение их возможно несколькими способами. Механизм и скорость образования энергии зависят от величины, интенсивности, продолжительности и вариативности физической нагрузки (табл.2).

Таблица 2

Энергообеспечение мышечной деятельности при максимальном физическом напряжении

Продолжительность нагрузки	Энергообеспечение	Источник энергии	Особенности энергообеспечения
1-4 сек	Анаэробное алактатное	АТФ	Запасы очень ограничены
4-20 сек	Анаэробное алактатное	АТФ + КФ	Запасы ограничены. Побочных продуктов нет.
20-45 сек	Анаэробное лактатное	АТФ + КФ + гликоген	Высокая продукция лактата. Накопление лактата в мышцах приводит к мышечному ацидозу и болям в мышцах
45-120 сек	Анаэробное лактатное	Гликоген + глюкоза	Высокая продукция лактата. Накопление лактата в мышцах приводит к мышечному ацидозу и болям в мышцах
120-240 сек	Аэробное + анаэробное лактатное	Глюкоза + гликоген	Снижение продукции лактата. Гликолиз. Включение в производство АТФ цикла Кребса и дыхательной цепи.
240-600 сек	Аэробное	Глюкоза	Низкая продукция лактата. Основной механизм производство АТФ - цикл Кребса и дыхательная цепь
>30 мин.	Аэробное	Глюкоза + жиры	Включение жиров в энергообразование. Запуск процесса липолиза и кетогенеза.

В таблице 3 указаны энергетические резервы, которые может использовать человек массой 75 кг при физических нагрузках.

Таблица 3.

Энергетические резервы человека с массой тела 75 кг

Источники энергии	Энергоёмкость, кДж	Средняя продолжительность работы, сек
АТФ	4 - 5	2 - 3
Креатинфосфат	14 - 15	15 - 20
Глюкоза + гликоген	4 600 – 13 000	120 - 240
Жиры	300 000 – 400 000	более 240

Несмотря на то, что способность трёх энергетических систем продуцировать энергию для двигательной активности обеспечивается самими мышечными волокнами, каждой из них для нормального функционирования требуется адекватное снабжение питательными веществами (белками, жирами и углеводами) в качестве источника энергии, а также поступление в организм витаминов и минеральных веществ, которые очень важны для регуляции различных физиологических процессов клетки.

Существует 2 основных типа механизмов энергообразования – анаэробный и аэробный. При определенных режимах нагрузки организм может использовать оба типа, при этом формируется смешанный тип энергообразования (анаэробно-аэробный или аэробно-анаэробный).

Анаэробная продукция энергии

Анаэробная продукция энергии осуществляется без протекания реакций окисления, использующих кислород. Она может осуществляться несколькими молекулярными механизмами, объединенными в две группы по признаку образования побочного продукта – молочной кислоты, а именно в группы алактатных и лактатных механизмов ресинтеза АТФ.

Алактатные механизмы ресинтеза АТФ

К группе алактатных механизмов ресинтеза АТФ относятся:

- синтез АТФ из креатинфосфата (фосфокреатинкиназная реакция);

- синтез АТФ из двух молекул АДФ (аденилаткиназная реакция);
- субстратное фосфорилирование с участием ГТФ (нуклеозидифосфокиназная реакция).

Основным алактатным механизмом ресинтеза АТФ является фосфокреатинкиназная реакция – ресинтез из креатинфосфата.

Фосфокреатин – «аварийный запас» высокоэнергетического фосфата, который можно использовать для быстрого образования АТФ. В период покоя (при высоком уровне АТФ в мышцах) креатинкиназа фосфорилирует креатин до фосфокреатина. Если сделать резкое усилие/ускорение/рывок, то, после исчерпания свободных АТФ, фосфокреатин при участии фермента креатинкиназа быстро отдает фосфатную группу АДФ, в результате чего образуется новая молекула АТФ (рис.1).

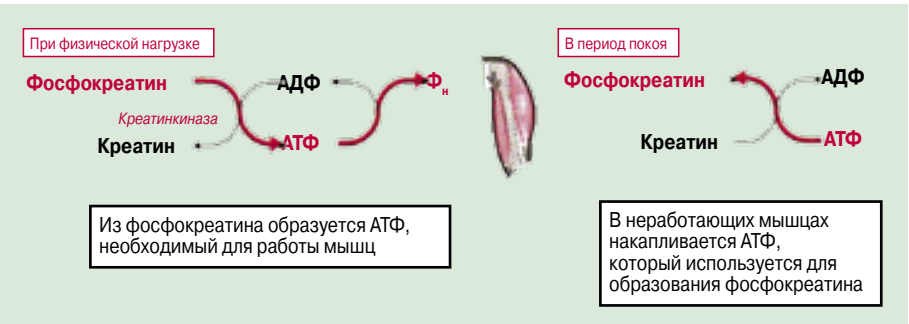

Рис 1. Образование АТФ из фосфокреатина при физической нагрузке и синтез фосфокреатина из креатина в период покоя[92].

Скорость реакции высокая, запасы креатинфосфата при интенсивной физической нагрузке расходуются быстро (8-10 секунд). Восстановление при паузах в работе неполное, минимальный интервал времени для ресинтеза АТФ составляет 3-5 минут.

С учетом высокой скорости креатинкиназной реакции в мышцах, обеспечивающей ресинтез АТФ, также напрашивается возможность применения препарата креатинфосфата (фосфокреатина) для повышения физической работоспособности.

Фосфокреатин (Неотон)

Повреждение систем транспорта АТФ часто опережает повреждение систем ее образования, что вызывает разобщение мест синтеза и потребления аденилнуклеотидов. Транспорт АТФ из митохондрий в цитозоль осуществляется при образовании креатинфосфата. Фосфокреатин ока-

зывает значительное защитное действие на энергетический метаболизм, сократительную функцию и структурную целостность мембран кардиомиоцита. Биохимические данные свидетельствуют о многокомпонентности механизмов защитного действия препарата [81]. В клинической практике доказано положительное влияние фосфокреатина на показатели гемодинамики, кислотно-щелочное равновесие у больных крупноочаговым инфарктом [10, 58]. Препарат улучшал также клиническое состояние больных ишемической болезнью сердца, что выражалось повышением толерантности к физической нагрузке [117]. Фосфокреатин был рекомендован для восстановления сердечной деятельности после тотальной ишемии миокарда и лечения острой миокардиальной недостаточности [107].

Фосфокреатин поддерживает клеточный пул макроэргов во время повышенной физической нагрузки, ингибирует деградацию аденилнуклеотидов на уровне 5'-нуклеотидазной реакции, протекающей на саркоплазматической мембране кардиомиоцитов, принимает участие в ингибировании лизофосфоглицеридов в ишемизированных тканях, чем обеспечивается сохранность структуры сарколеммы клеток. При этом реализуется мембранстабилизирующий эффект фосфокреатина, угнетается перекисное окисление липидов, происходит конформация липидного матрикса, поддерживается активность Na,K-АТФазы [57].

Однако влияние на физическую работоспособность для фосфокреатина проявляется только в постнагрузочном периоде. Профилактическое введение препарата практически не эффективно. В связи с этим препарат Неотон применяется внутривенно, из расчета 1 г на 15 кг веса однократно сразу после завершения истощающих нагрузок, или проявлений кардиалгии в постнагрузочном периоде.

Более перспективным оказалось использование креатина, который способен при профилактическом применении накапливаться в мышечной ткани и создавать условия для эндогенного образования фосфокреатина. Важным условием при этом является высокая эффективность окислительного фосфорилирования и ресинтеза АТФ в аэробных окислительных циклах (цикл Кребса).

Креатин – аминокислота, не входящая в состав белков. Его химическое наименование - 2-(метилгуанидино)-этановая кислота. Креатин участвует в энергетическом обмене в мышечных и нервных клетках, встречается в основном у позвоночных и некоторых безпозвоночных

организмов. Креатин был выделен в 1832 году Шеврёлем из скелетных мышц. Название было образовано от древне-греческого κρέας -мясо. Фосфокреатинкиназная система работает в клетке как внутриклеточная система передачи энергии от тех мест, где энергия запасается в виде АТФ (митохондрия и реакции гликолиза в цитоплазме) к тем местам, где требуется энергия (миофибриллы в случае мышечного сокращения, саркоплазматический ретикулум, для накачивания ионов кальция и во многих других местах). В небольших количествах может синтезироваться в печени из фосфоаргинина, но в основном попадает в организм с пищей. В качестве эргогенного компонента активно используется в специализированном спортивном питании. Подробно в этом качестве креатин будет описан в главе 11«Эргогенные фармнутриенты» настоящего тома очерков.

Вторым механизмом алактатного анаэробного ресинтеза АТФ является аденилаткиназная реакция, в ходе которой 2 молекулы АДФ превращаются в 1 молекулу АТФ и 1 молекулу АМФ. В мышечной ткани эту реакцию катализирует особая форма аденилаткиназы – миокиназа, поэтому ресинтез АТФ в мышцах по этому механизму иногда называют миокиназным механизмом. Этот механизм запускается высоким уровнем концентрации АДФ в мышцах, который может возникнуть при исчерпании иных путей ресинтеза АТФ. Поэтому этот механизм для энергообеспечения мышечной ткани является резервным и имеет какое-либо практическое значение только при развитии таких состояний, как переутомление и перетренированность, а также при выполнении истощающих физических нагрузок в условиях гипоксии (например, в горах).

Механизм субстратного фосфорилирования АТФ может также реализовываться при накоплении в митохондриях других трифосфатов нуклеотидов при участии специального фермента, локализованного в межмембранном пространстве митохондрий – нуклеозиддифосфаткиназы. Так, например, в ходе одной из реакций цикла Кребса (образование сукцината из сукцинил-коэнзима А, протекающей с участием фермента сукцинил-коА-синтетазой) происходит образование ГТФ из ГДФ и неорганического фосфата. В дальнейшем, ГТФ с помощью особого переносчика поступает из митохондриального матрикса в межмембранное пространство митохондрий, где макроэргическая связь передается с помощью фермента нуклеозиддифосфаткиназа на АДФ с образованием АТФ. Образовавшийся из ГТФ дифосфат (ГДФ)

переносчиком возвращается в митохондриальный матрикс и вновь участвует в реакции образования сукцината. Переносчик осуществляет транспорт ГДФ с котранспортом протонов, используя энергию электрохимического протонного градиента [92].

Этот механизм (алактатного анаэробного ресинтеза АТФ) является одним из элементов митохондриального ресинтеза АТФ в цикле Кребса и самостоятельного значения для энергопродукции в скелетных мышцах не имеет.

Анаэробный лактатный механизм ресинтеза АТФ

Анаэробный лактатный механизм ресинтеза АТФ реализуется в реакциях гликолиза (расщепления глюкозы в отсутствии кислорода). В мышечной ткани процесс гликолиза может начинаться с гликогенолиза (отщепления ферментом фосфорилаза от гликогена концевого мономера глюкозы – глюкозо-1-фосфата) или непосредственно с глюкозы (фосфорилирование глюкозы в гексокиназной реакции с использованием 1 молекулы АТФ). Фосфорилаза активизируется под влиянием цАМФ-зависимых протеинкиназ, конечных внутриклеточных посредников активации катехоламинами β-адренорецепторов. Коферментом для фосфорилазы выступает пиридоксаль-5-фосфат, активная форма витамина B_6.

На промежуточных стадиях гликолиза из 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы 1,3-дифосфоглицерата, от каждой молекулы которого фермент 3-фосфоглицераткиназа отщепляет макроэргическую фосфорную связь и передает ее на АДФ с образованием АТФ. В последующем еще один промежуточный метаболит глюкозы – фосфоенолпируват (2 молекулы) в пируваткиназной реакции также передает макроэргическую фосфорную связь на АДФ с образованием АТФ и пирувата. В анаэробных условиях (избыток не окислённого НАДН) фермент лактатдегидрогеназа превращает пируват в лактат, который способен переноситься за пределы мышечной ткани в кровоток и в дальнейшем утилизироваться в печени в реакциях глюконеогенеза – ресинтеза глюкозы из шлаков обмена (цикл Кори).

Таким образом, суммарно в результате субстратного фосфорилирования в фосфоглицераткиназной и пируваткиназной реакциях из 1 молекулы глюкозы в ходе гликолиза образуется 4 молекулы АТФ. С учетом того, что в реакциях гликолиза используется 2 молекулы АТФ (в

гексокиназной реакции и фосфофруктокиназной реакции), суммарный баланс составляет 2 молекулы АТФ. В то же время, при старте гликолитических процессов с гликогена (минуя гексокиназную реакцию), использоваться АТФ будет только во фосфофруктокиназной реакции, что делает использование гликогена более энергетически выигрышным (суммарный баланс – 3 молекулы АТФ на каждый глюкозный мономер гликогена).

При гликолитическом механизме воспроизводства АТФ образуются лактаты – ионы кислотного остатка молочной кислоты, которые, накапливаясь в мышцах и крови, вызывают повышение кислотности (ацидоз). У здорового организма буферная система крови нейтрализует избыток лактата, поэтому заметного изменения pH не происходит, однако в мышцах повышение кислотности уменьшает активность ферментов, затрудняет мышечную деятельность, и может вызвать болевые ощущения.

Лактат постоянно образуется из глюкозы в процессе анаэробного гликолиза в эритроцитах, сетчатке и мозговом веществе почек. Этот лактат снова превращается в глюкозу в цикле Кори.

Эритроциты транспортируют большое количество кислорода во все ткани организма, но сами не способны его утилизировать в энергетическом обмене, так как не имеют митохондрий и соответствующих ферментных систем. Источником энергии для эритроцитов является глюкоза, подвергающаяся процессам анаэробного гликолиза. Одним из промежуточных продуктов анаэробного гликолиза в эритроцитах является 2,3-дифосфоглицерат, играющий важную роль в процессах отдачи кислорода гемоглобином. Под влиянием дифосфоглицерата происходит стабилизация структуры гемоглобина, не связанного с кислородом (дезоксигемоглобином), поэтому насыщенный в легких кислородом оксигемоглобин не теряет кислород по пути в ткани в реакциях обмена с дезоксигемоглобином, и степень насыщения гемоглобина кислородом поддерживается на более высоком уровне.

В активно работающих тканях (и в мышечной – в том числе) при окислении субстратов в цикле Кребса образуется диоксид углерода (CO_2), который легко проникает через клеточные мембраны в эритроциты. В эритроцитах под влиянием фермента карбоангидразы происходит соединение диоксида углерода с водой с образованием угольной кислоты (H_2CO_3), которая легко диссоциирует на протон и гидрокарбонатный

анион. Образующиеся внутриэритроцитарные протоны вытесняют кислород из его связи с гемоглобином, он диффундирует из эритроцитов в ткани. В мышечной ткани кислород связывается с миоглобином, который переносит его к митохондриям и включает в каскад окислительного фосфорилирования [18].

Стабилизированный дифосфоглицератом дезоксигемоглобин легко связывается с углекислым газом и переносит его в легкие, где происходит газообмен (высвобождение CO_2 и дифосфоглицерата из дезоксигемоглобина, насыщение сродства гемоглобина к кислороду, более полное его насыщение кислородом). Таким образом, образующийся при гликолизе в эритроцитах дифосфоглицерат является важным фактором регулирования как насыщения гемоглобина кислородом, так и диссоциации оксигемоглобина в тканях. Изменение сродства гемоглобина к кислороду под влиянием дифосфоглицерата называется эффектом Бора и играет важную роль в адаптации кислородтранспортной системы крови к кислородному дефициту. Этот механизм обеспечивает биохимическую адаптацию организма к кислородному голоданию на высоте, а также перераспределение потоков кислорода в организме в пользу более активно работающих органов (например, мышц и сердца при физических нагрузках).

Компенсаторное повышение уровня дифосфоглицерата в эритроцитах отмечается у жителей высокогорья, у больных хроническими анемиями, обструктивной болезнью легких, при врожденном пороке сердца, муковисцедозе, а также у хронических курильщиков.

Конечным продуктом анаэробного гликолиза является молочная кислота, утилизация которой происходит в реакциях ресинтеза глюкозы – глюконеогенеза. Регуляция активности глюконеогенеза (синтез соответствующих ферментов) осуществляется глюкокортикоидными гормонами надпочечников. Образование глюкозы из лактата требует 6 молекул АТФ. Если из-за поражения печени (или выраженной гипоксии) цикл Кори блокируется, развивается гиперлактатемия. Часто она протекает бессимптомно, и это весьма распространенное состояние, не представляющее угрозы жизни. Лишь в редких случаях развивается опасный лактацидоз, с которым не справляются буферные системы крови.

Запасы глюкозы в организме в виде гликогена печени и мышц достаточно большие, поэтому такой путь позволяет более длительное время поддерживать потребности организма в энергии.

Аэробная продукция энергии

После исчерпания «быстрых» ресурсов обеспечения мышечной деятельности энергией, включаются механизмы аэробного синтеза АТФ. Они заключаются в окислении глюкозы и жирных кислот в митохондриях до углекислого газа и воды. При таком полном сжигании субстратов образуется намного больше молекул АТФ, чем при анаэробном процессе. Так, например, энергетический выход от полного сжигания в организме одной молекулы глюкозы дает 31 молекулу АТФ, а полное окисление одной молекулы пальмитиновой кислоты дает 105 молекул АТФ.

Аэробное окисление глюкозы фактически является продолжением гликолиза – ее анаэробного расщепления. Процессы гликолиза идут до предпоследней стадии – образования пирувата. Пируват с помощью специального переносчика поступает в митохондрии, на внутренней мембране которых находится пируватдегидрогеназный ферментный комплекс, расщепляющий пируват с образованием ацетил-коэнзима А. Именно ацетил-коэнзим А включается в цикл аэробного окисления – цикл Кребса, присоединяясь к оксалоацетату в реакции синтеза лимонной кислоты (цитрата). Избыточное, не утилизированное митохондриями в пируватдегидрогеназной реакции количество пирувата поступает на финальную стадию гликолиза – образование молочной кислоты[18].

Открытый Х.Кребсом, совместно с Ф.Липманом цикл трикарбоновых кислот или цитратный цикл, является центральным ядром обмена веществ, катаболизма белков, жиров и углеводов вплоть до CO_2. Освобожденный водород включается в цепь тканевого дыхания и устремляется в процесс синтеза АТФ, универсального источника энергии, окисляясь при этом до воды. Это открытие Х.Кребса было отмечено в 1953 году Нобелевской премией. На рисунке 2 представлена упрощенная схема цикла Кребса.

Механизмы цикла Кребса позволяют понять основные биохимические процессы в спортивной медицине и открывают перспективы направленного поиска инновационных средств спортивной фармакологии и нутрициологии, ориентированных на достижение высоких спортивных результатов. Цикл Кребса является ключевым звеном поставки большого количества внутриклеточной энергии, как в покое, так и в тренировочном режиме нагрузок разной интен-

сивности. Развитие спортивной фармакологии и создание новых средств позволяет повысить работоспособность и выносливость спортсменов за счет производства большой энергии, повышения эффективности работы энергопродуцирующих систем и в соревновательном режиме.

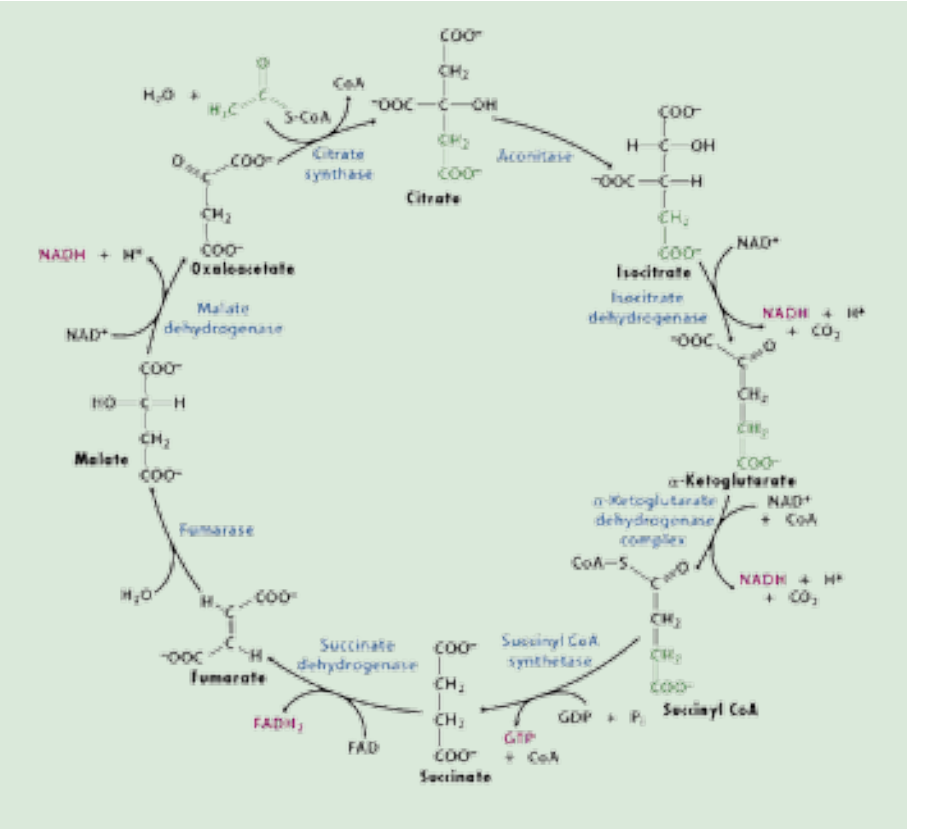

Рис.2. Упрощенная схема цикла Кребса [http://vk.com/id157174389]

К применяемым в спортивной фармакологии препаратам, относящимся по механизму своего действия к группе средств, работающих в цикле Кребса, относятся переносчики электронов Убихинон, Цитохром С и комбинированный препарат Энергостим, макроэргические препараты на основе АТФ и креатинфосфата, а также субстраты и активаторы цикла Кребса (янтарная, яблочная, фумаровая и кетоглутаровая кислоты, препараты их солей). Характеристика этой группы препаратов представ-

лена в главе 5 «Фармакология клеточного дыхания и интермедиатов цикла Кребса» тома 2 «Векторы фармакопротекции» Очерков.

Для генерации АТФ в цикле трикарбоновых кислот необходимо сопряжение процессов окисления субстратов с транспортом протонов и электронов по дыхательной цепи. Передача протонов связана с восстановленными формами коферментов НАДН и ФАДН$_2$. Частично НАДН образуется в митохондриях при расщеплении пирувата до ацетил-коэнзима А (реакция обеспечивается ферментом пируватдегидрогеназа), который затем вступает в цикл Кребса, а также в ходе некоторых реакций внутри цикла Кребса (при участии ферментов изоцитратдегидрогеназа, кетоглутаратдегидрогеназа, сукцинатдегидрогеназа). Но, как правило, при высокой потребности в АТФ, этого количества НАДН оказывается недостаточно для полного насыщения протонами дыхательной цепи. Дополнительное количество восстановленных эквивалентов должно поступать в митохондрии из цитозоля мышечных клеток, где он образуется в ходе гликолиза ферментом глицеральдегид-3-фосфат-дегидрогеназой. Однако внутренняя мембрана митохондрий не проницаема для НАДН. Поэтому в мышцах достаточно важным элементом обеспечения генерации АТФ являются челночные системы переноса НАДН через внутреннюю митохондриальную мембрану. Таких челночных систем две: малат-аспартатная и глицерофосфатная [92].

Для малат-аспартатного челночного механизма характерен следующий механизм работы:

Этап 1. Цитозольная малатдегидрогеназа переносит протоны с НАДН на оксалоацетат с образованием яблочной кислоты (малата).

Этап 2. Встроенная во внутреннюю митохондриальную мембрану транслоказа дикарбоновых кислот переносит малат в митохондриальный матрикс, в замен транспортируя в цитозоль альфа-кетоглутарат.

Этап 3. Митохондриальная малатдегидрогеназа осуществляет обратный процесс переноса протонов на окисленную форму кофермента (НАД$^+$) с образованием НАДН и оксалоацетата. Образовавшийся внутри митохондриального матрикса НАДН окисляется в дыхательной цепи, обеспечивая тем самым генерацию АТФ.

Этап 4. Из оксалоацетата митохондриальной ферментной системой аспартатаминотрансфераза при участии глутамата синтезируется аспартат и альфа-кетоглутарат, в свою очередь обмениваемый транслоказой дикарбоновых кислот на малат.

Этап 5. Синтезированный митохондриальный аспартат с помощью особого обменного переносчика (аспартат-глутаматный переносчик) транслоцируется через внутреннюю митохондриальную мембрану в цитозоль мышечной клетки.

Этап 6. Из аспартата цитозольной ферментной системой аспартатаминотрансферазой при участии альфа-кетоглутарата синтезируется оксалоацетат (замыкание цикла в этапе 1) и глутамат, который переносится внутрь митохондрии (замыкание цикла на этапе 5).

Каждые 2 цикла малат-аспартатного челночного механизма обеспечивают генерацию 5 молекул АТФ.

Глицерофосфатная челночная система является более простой. Цитозольный фермент глицерол-3-фосфат-дегидрогеназа переносит электроны и протоны с НАДН на дигидрооксиацетонфосфат. При этом образуется глицерол-3-фосфат, свободно проникающий из цитозоля в межмембранное пространство митохондрий. На внутренней мембране митохондрий фермент глицерол-3-фосфат-дегидрогеназа отбирает электроны и протоны от глицерол-3-фосфата и передает их на свою внутреннюю простетическую группу ФАД. Образующийся при этом дигидрооксиацетонфосфат диффундирует из межмембранного пространства в цитозоль, замыкая тем самым цикл. В свою очередь восстановленный ФАДН передает электрон и протон в дыхательную цепь, обеспечивая ресинтез АТФ. Каждые 2 цикла глицерофосфатного челночного механизма обеспечивают генерацию 3 молекул АТФ.

В аэробных условиях лучшим источником энергии для мышц являются жирные кислоты, которые должны в митохондриях предварительно пройти несколько циклов β-окисления до образования ацетил-коэнзима А, который в свою очередь поступает в цикл Кребса.

В результате происходящего в жировых клетках липолиза под влиянием гормончувствительных липаз происходит расщепление длинноцепочечных триглицеридов (трипальмитатов) до глицерина и 3 молекул пальмитиновой кислоты, которая и поступает в мышечную ткань. На внешней митохондриальной мембране специальный фермент – синтетаза длинноцепочечного ацил-коэнзима А с затратой энергии АТФ и активной формы коэнзима А синтезирует из пальмитиновой кислоты (жирная кислота с 16 углеродными атомами) пальмитоил-коэнзим А. Карнитиновая челночная система митохондриальных мембран протаскивает пальмитоил-коэнзим А в

митохондриальный матрикс, где он поступает на ферментные системы β-окисления (ацил-коэнзимА-дегидрогеназу и гидроксиацил-коэнзим А дегидрогеназу).

В результате 7 последовательно проходящих циклов β-окисления из пальмитоил-коэнзима А (16 углеродных атомов жирной кислоты) образуется 8 молекул ацетил-коэнзима А, которые включаются в цикл Кребса на этапе синтеза цитрата из оксалоацетата. В дальнейшем окисление ацетил-коэнзима А идет так же, как было описано ранее для аэробного окисления углеводов.

При β-окислении жирных кислот образуются ацетил-коэнзим А, НАДН и ФАДН. Эти восстановленные нуклеотиды окисляются в дыхательной цепи с генерацией АТФ. Избыток ацетил-коэнзима А идет на синтез кетоновых тел (ацетоацетата, являющегося предшественником ацетона, и β-гидроксибутирата), вызывающих нарушение функции липидов мембран, утечку электронов из дыхательной цепи митохондрий и активизацию процессов свободнорадикального и перекисного окисления, что ведет уже к различным негативным процессам в организме.

В связи с этим возникает необходимость балансирования скоростей липолиза, транспорта жирных кислот в митохондрии со скоростью работы цикла Кребса и утилизации в нем ацетил-коэнзима А. При физических нагрузках регулирование скорости липолиза является не реальной задачей, поэтому регулирование аэробным окислением липидов возможно фактически только на этапе транспорта жирных кислот через митохондриальные мембраны – то есть за счет воздействия на карнитиновый транспортный механизм.

Теоретически активизировать работу карнитинового челночного механизма можно за счет насыщения организма карнитином (β-гидрокси-γ-триметиламиномасляной кислотой), а снизить интенсивность транспорта жирных кислот (и соответственно, их избыточного окисления) – за счет подавления эндогенного синтеза карнитина на уровне его предшественника - γ-бутиробетаина. Подобным действием обладает мельдоний (триметилгидрозиния пропионат, милдронат). Особенности применения карнитина и милдроната в спортивной медицине представлены в главе 9 «Неклассифицированные и новые метаболики» второго тома Очерков.

В таблице 4 представлены характеристики каждой из трёх энергетических систем, функционирующих в мышечных клетках.

Таблица 4.

Основные характеристики мышечных энергетических систем

Показатель	Система			
	Анаэробная		Аэробная	
	Алактатная	Лактатная	Углеводная	Липидная
Основные энергетические источники	АТФ, КФ	Мышечный гликоген	Мышечный гликоген	Мышечные липиды
Интенсивность нагрузки	самая высокая	высокая	невысокая	самая низкая
Скорость ресинтеза АТФ	самая высокая	высокая	невысокая	самая низкая
Проявление мощности	самое высокое	высокое	невысокое	самое низкое
Возможности валового ресинтеза АТФ	самые низкие	низкие	высокие	самые высокие
Проявление выносливости	самое низкое	низкое	высокое	самое высокое
Кислородный запрос	нет	нет	есть	есть
Соотношение аэробных/ анаэробных процессов	анаэробный	анаэробный	аэробный	аэробный
Дистанция легкоатлетического бега	100 м	800 м	5 и более км	ультра-марафон
Временной промежуток максимальной нагрузки	1-10 сек	30-120 сек	более 5 мин	часы

Следует отметить, что энергетическое обеспечение мышечной деятельности, её метаболизм и регуляция, а также процесс развития утомления обусловлены сложнейшими физиолого-биохимическими реакциями, в которых участвуют сотни ферментов, гормонов, регуляторных белков и пептидов, роль и значение которых сегодня до конца не изучены. При нормальной продукции они способствуют синтезу белка при образовании мышечных волокон, приросту силы и физической выносливости, регулируют синтез и расход креатинфосфата, скорость энергетического метаболизма, количество глюкозы и свободных жирных кислот в мышечной ткани ит.д.

Глубоким уровнем резерва в энергообеспечении мышечной деятельности является распад мышечных белков и включение аминокислот в процессы образования субстратов цикла Кребса. Он включается при истощении (или невозможности использования) не только углеводного, но и жирового мобилизационного пула.

К настоящему времени метаболические цепочки от аминокислот до субстратов цикла Кребса изучены достаточно подробно. Необходимо отметить, что разные аминокислоты имеют отличающиеся точки входа в

цикл Кребса, а, следовательно, и разную эффективность в качестве субстратов энергообеспечения.

Так, гистидин и пролин способны метаболизироваться в глутамат, для которого существует свой переносчик через митохондриальную мембрану (глутамат-аспартатный транспортер), благодаря чему глутамат включается в цикл Кребса на уровне синтеза сукцинил-коэнзима А из альфа-кетоглутарата. Фенилаланин и тирозин могут метаболизироваться в малат, который переносится в митохондриальный матрикс транслоказой дикарбоновых кислот и далее с помощью фермента малатдегидрогеназы превращается в прямой субстрат цикла Кребса – оксалоацетат.

Глицин, серин, цистеин, аланин и аспартат (через промежуточные стадии оксалоацетата и фосфоенолпирувата) в цитозоле клеток способны метаболизироваться в пируват, который затем окисляется пируватдегидрогеназой до ацетил-коэнзима А, который и вступает дальше в реакции цикла Кребса. Лизин и триптофан метаболизируются до кетоадилата, для которого в митохондриальных мембранах существует свой переносчик, и далее в митохондриальном матриксе последовательно окисляются до глутарил-коэнзима А и ацетил-коэнзима А (2 молекулы).

Метионин и треонин в цитозоле мышечных клеток могут метаболизироваться до кетобутирата, проникающего через митохондриальные мембраны, и далее через стадию пропионил-коэнзима А переходить в сукцинил-коэнзима А, прямой субстрат цикла Кребса.

Наиболее быстро в энергетический обмен вступают аминокислоты с разветвленной цепью (валин, лейцин, изолейцин). Во многом это связано с наличием в митохондриальных мембранах специфических переносчиков, обеспечивающих быстрое поступление этих аминокислот внутрь митохондрий без предварительной метаболической трансформации в цитозоле. В митохондриальном матриксе эти аминокислоты быстро окисляются неспецифическими дегидрогеназами. При этом из валина образуется сукцинил-коэнзим А, из изолейцина – ацетил-коэнзим А и сукцинил-коэнзим А, а из лейцина – 3 молекулы ацетил-коэнзима А. Благодаря высокой скорости и мощности включения в ресинтез АТФ, именно экзогенные аминокислоты с разветвленной цепью могут предотвращать катаболизм мышечных белков при энергодефиците из-за предельно переносимых длительных физических нагрузок. С этим связано

их активное использование в качестве специализированных компонентов спортивного питания, о чем более подробно будет идти речь в главе 3 «Белковые компоненты базового питания спортсменов» этого тома Очерков.

Таким образом, для непосредственного обеспечения мышечной деятельности в организме используется только энергия макроэргической связи АТФ, передающаяся в процессе сокращения на актин-миозиновый комплекс мышечных волокон. Для ресинтеза АТФ в мышцах существуют различные механизмы, как анаэробные, так и аэробные. При неэффективности (или недостаточности) работы основных механизмов, связанных с утилизацией глюкозы, включаются резервные, связанные с утилизацией липидов. При энергетическом истощении мышц включается последний энергетический резервный механизм – включение аминокислот распадающихся белков в качестве субстрата цикла Кребса. Наличие разных механизмов энергообеспечения мышц в процессе нагрузок и на этапах восстановления открывает широкий диапазон возможного фармакологического влияния на работоспособность спортсменов.

Установлено, что граница физической работоспособности спортсмена в основном определяется оптимальными уровнями продукции и утилизации энергии, необходимой для осуществления двигательных действий в любом виде спорта. Ведущими факторами, от которых зависит продукция и утилизация энергии, являются генетическая обусловленность и тренировка. Наследственность обеспечивает организм определёнными возможностями энергопродукции. Но для достижения высоких спортивных показателей необходимо максимизировать или контролировать способность производить энергию и использовать её наиболее эффективным образом. То есть, даже если человек родился с природными задатками спортсмена высокого класса, ему всё равно необходимо напряжённо тренироваться, чтобы реализовать заложенный потенциал. Эффективной реализации этого потенциала в значительной мере способствуют достижения современной науки.

Существуют три основные группы качеств спортсмена, обеспечивающих достижению высокого уровня спортивной работоспособности, которые в определённой степени можно контролировать: физиологические, психологические и биомеханические (рис.3). При неоптимальном их уровне формируются барьеры, препятствующие росту спортивных результатов.

Физиологические барьеры ограничивают возможности энергопродукции. Психологические препятствуют возможности управлять энергией. Биомеханические барьеры лимитируют возможность использовать энергию с наибольшей эффективностью. Эти три группы барьеров тесно связаны между собой. Так, например, влияние психологического барьера может зависеть от уровня энергопродукции в физиологических процессах и может также изменить эффективность утилизации энергии.

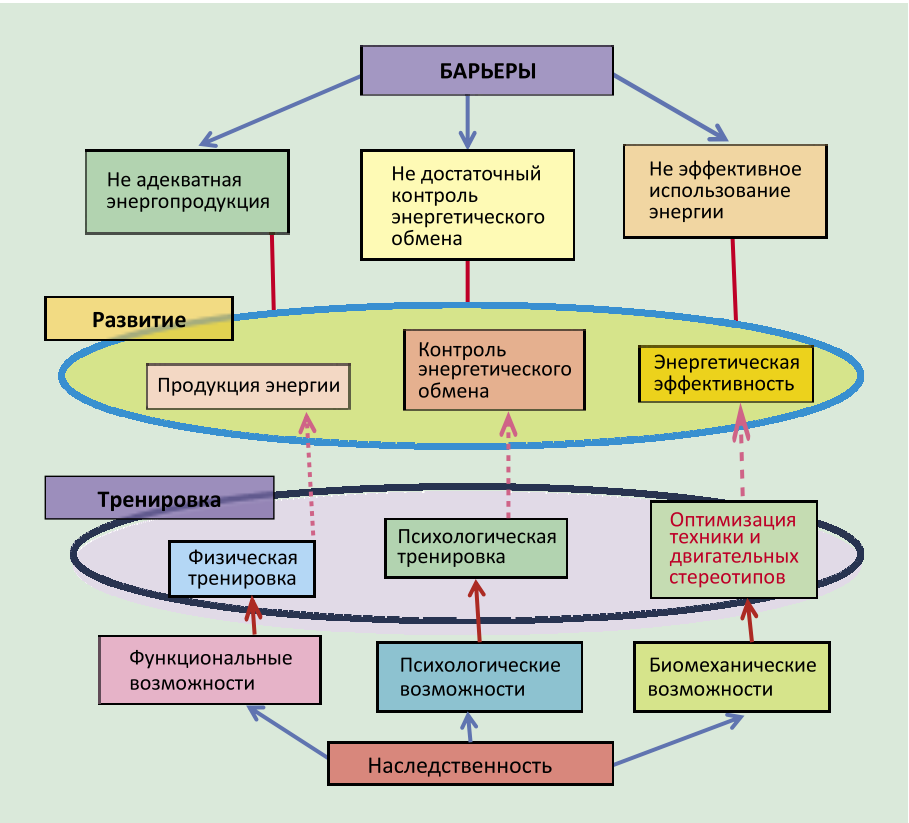

Рис.3. Схема взаимодействия энергетических барьеров и наследственности в ходе тренировочного процесса

Глава 2.

Принципы и подходы к оптимизации использования спортивных фармнутриентов

Отец медицины и чемпион античных Олимпийских игр по борьбе и гонкам на колесницах Гиппократ указывал, что пища должна быть лекарством. Спустя тысячелетия его взгляды стали предтечей рационального питания и основой использования фармнутриентов.

NB! Фармнутриенты – средства фармакологической направленности, входящие в состав специализированного или спортивного функционального питания.

Проблема питания в спорте высших достижений и детско-юношеском спорте находится в сфере интересов сектора биохимии спорта с 40-х гг. XX века по настоящее время. Первые научные исследования по данной тематике выполнялись под руководством профессора Яковлева Н.Н.. Результаты собственных исследований и данные других отечественных и зарубежных лабораторий были им обобщены в виде двух монографий: «Режим и питание спортсменов в период тренировки и соревнований» и «Питание спортсменов», изданных в 1957 г. Впервые в отечественной и зарубежной литературе им были освещены вопросы, касающиеся особенностей питания спортсменов различных специализаций, юных спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой, сформулирована концепция индивидуализации питания[115]. Впервые была обоснована необходимость потребления полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в питании спортсменов, и в частности w-3 ПНЖК (линолевой кислоты), которым и в настоящее время уделяется весьма пристальное внимание [20]. В дальнейшем работами Рогозкина В.А. и Пшендина А.И. [74-76] установлена возможность стимуляции аминокислотами транскрипции и транспорта РНК, активности некоторых ферментов цитоплазмы мышечных клеток. Было показано, что увеличение кратности питания приводит к увеличению числа рибосом в составе полисомных комплексов.

Академик АМН СССР Алексей Алексеевич Покровский еще в 1970-х гг. рассматривал нутриенты не только как источник энергии и пластических веществ, но и как сложный фармакологический комплекс. Он указал на необходимость изучения влияния фармакологических свойств пищевых продуктов и их компонентов, сформулировал проблему совместимости отдельных пищевых веществ и лекарственных средств.

В процессе тренировочной и соревновательной деятельности у спортсменов резко возрастает расход энергетических и пластических ресурсов, что может привести к снижению работоспособности, процессов восстановления. Это требует создания новых принципов разработки спортивного питания для спорта высоких достижений, космонавтов, спецподразделений и т.д., которые включали бы в себя компоненты лекарственной профилактики.

Пищевые потребности спортсменов

Потребности спортсменов в основных пищевых веществах (нутриентах) заметно отличаются от потребностей у лиц, не подверженных систематическому влиянию интенсивных физических нагрузок. Это связано с тем, что энергетические затраты при занятиях большинством видов спорта превышают затраты энергии у обычных людей в 3-6 раз. У спортсменов в дни напряженных тренировок и соревнований они, как правило, достигают 5000-6000 и более ккал.

Потребность в тех или иных компонентах пищи зависит от возраста, массы тела, пола, вида спортивной деятельности, климатических условий, времени года. При современных тренировочных и соревновательных нагрузках суточные затраты энергии иногда достигают 8000 ккал (а в некоторых случаях – турнирные игры, лыжные гонки, марафонский бег – превышают 10000 ккал), что требует особых подходов в составлении сбалансированных рационов. При этом необходимо не только восполнить количество калорий за счет белков, жиров, углеводов, но и

обеспечить рацион достаточным количеством витаминов, микро- и макроэлементов, играющих огромную роль в поддержании физической работоспособности.

Изменение структуры тренировочного процесса потребовало особого внимания и к вопросам организации питания на разных этапах годичного цикла тренировок и в период соревнований. Внедрение двух- и трехразовых тренировок существенно изменило режим питания спортсменов высокой квалификации, а совершенствование тренировочных методов привело к значительному возрастанию энергозатрат организма.

Следовательно, возникла необходимость адекватного возмещения израсходованной энергии за счет увеличения энергетической ценности питания, что, в свою очередь, вызвало необходимость создания специализированного питания для спортсменов, разработки особых продуктов повышенной пищевой ценности и биологически активных (диетических) пищевых добавок как важных нутрициологических факторов эргогенной направленности [80].

Основная проблема в питании спортсменов [93] заключается в том, что при традиционных приемах пищи (завтрак, обед, полдник, ужин) употребить необходимое количество продуктов питания для покрытия суточного расхода энергии в дни напряженных тренировок и соревнований не представляется возможным. Поэтому довольно часто спортсмены испытывают дефицит отдельных нутриентов, затруднения в осуществлении определенных видов энергопревращений и/или в увеличении должного уровня общего энергообеспечения.

В этом случае возникает повышенный риск развития утомления и состояния перетренированности, снижения резистентности к заболеваниям и воздействию неблагоприятных факторов (гипоадаптация). В связи с этим особое внимание уделяется современным способам обеспечения адресной доставки необходимых биологически активных компонентов питания. Так, в работе [178] детально проанализированы структурные подходы обеспечения доставки компонентов в составе функционального питания, такие как доставка в липидах, липидных пленках и липосомах, искусственных мицеллярных структурах, микроэмульсиях, растворимых биополимерных комплексах и гидрогелях.

Многие специалисты в области спортивного питания активно адаптируют современные рекомендации национальных ассоциаций здорового питания (так называемые пищевые пирамиды) к условиям спортивной деятельности [136, 179].

При составлении пищевого рациона спортсмена следует учитывать период и этап подготовки (базовый период, включая общеподготовительный и специально-подготовительный этапы, соревновательный, восстановительный периоды), квалификацию, личные привычки, климатогеографические условия.

В подготовительный период и на этапе непосредственной предсоревновательной подготовки особое внимание следует уделить содержанию витаминов в рационе спортсменов, и при недостатке их в рационе целесообразна дополнительная витаминизация [115, 121, 163, 167, 171].

В результате интенсивной физической нагрузки в соревновательный период значительно возрастают потери жидкости и минеральных солей с потом, что требует особого питьевого режима для спортсменов [159].

Важное значение для планирования оптимального спортивного питания имеет также количество тренировочных занятий в течение дня (Табл.5).

Таблица 5

Распределение рациона (в процентах от суточной энергетической ценности) в зависимости от количества тренировочных занятий

Количество тренировочных занятий	Количество приемов пищи				
	1-й завтрак	2-й завтрак	Обед	Полдник	Ужин
Одно утреннее	30	-	35	10	25
Одно вечернее	35	5	30	-	30
Двухразовые	25	10	35	5-10	20-25
Трехразовые	15	25	30	5	25

Для поддержания высокого уровня работоспособности спортсменов, по усредненным данным [123, 127, 130, 165, 200], содержание пищевых веществ в рационе, с учетом их калорийности, должно быть близким к следующему: белки – 14%, жиры – 30%, углеводы – 56%.Оптимальным считается соотношение животных и растительных белков, составляющее приблизительно 60:40. Животные жиры должны составлять 65-80%, а растительные, содержащие незаменимые жирные кислоты, – соответственно 20-35% от общего количества потребляемых жиров. С учетом спортивной специализации вышеприведенные цифры могут изменяться (Табл.6).

Таблица 6

Рекомендуемое содержание основных пищевых веществ в суточных рационах спортсменов различных групп видов спорта [93]

Группы видов спорта	Необходимое соотношение нутриентов (%):		
	белков	жиров	углеводов
Циклические	14 – 15	25	60-61
Скоростно-силовые	17 – 18	30	52-53
Сложно-координационные	15	28	57
Спортивные единоборства	17 – 18	29	53 – 54
Игровые	15 – 17	27 – 28	55 – 58

Направления спортивного питания

В спортивной диетологии существуют два основных взаимосвязанных направления:

1. Базовое питание, ориентированное на полноценное удовлетворение всех пищевых потребностей спортсменов и поддержание высокого уровня их здоровья и работоспособности. В своих практических применениях базовое питание, наряду с поставкой пищевых компонентов в необходимых количествах и в наиболее эффективных соотношениях, должно также обладать высокими органолептическими свойствами (вкусовыми и эстетическим), вызывать положительные эмоции, что способствует лучшему усвоению пищи. Базовое питание должно строиться с соблюдением принципов адекватности, полноценности, сбалансированности, насыщенности и индивидуализации.

2. Эргогенная диететика (от *греч.* ergo – работа, gen – рождающий), где факторы питания используются для направленного воздействия на ключевые реакции обмена веществ в организме, чтобы вызвать значительное повышение физической работоспособности спортсменов. Основные принципы эргогенной диететики не преследуют в качестве своей цели достижение высоких органолептических свойств потребляемых продуктов. Главным в этом случае является эффективное воздействие на те биохимические процессы в организме, которые лимитируют работоспособность.

При организации питания спортсменов нужно помнить, что к моменту максимальных физических нагрузок желудок должен быть пу-

стым последние 4-6 часов, если было принято большое количество пищи; 2-3 часа – при меньшем объеме; 1-2 часа – при потреблении смешанной или жидкой пищи и менее часа – при легкой закуске. Если упражнения длятся более 90 минут, следует употреблять углеводы и воду для увеличения показателей силы и выносливости. В период восстановления целесообразно принять 100 г углеводов в первые 30 минут после нагрузки.

Исходя из современных взглядов на оптимальное питание спортсменов (концепции функционального питания и индивидуально-оптимального питания), эффективное спортивное питание должно быть ориентировано на следующие 4 принципиальные группы компонентов:

- **Базовые** компоненты питания, учитывающие возросшую потребность в энергетических и пластических субстратах (аминокислоты, сахара, быстро окисляемые жиры, минеральные вещества, корректоры усвоения питательных веществ …). В своих практических применениях базовое питание, наряду с поставкой пищевых компонентов в необходимых количествах и в наиболее эффективных соотношениях, должно также обладать высокими органолептическими свойствами (вкусовыми и эстетическим), вызывать положительные эмоции, что способствует лучшему усвоению пищи. Базовое питание должно строиться с соблюдением принципов нутриентной и энзиматической адекватности, полноценности, сбалансированности, насыщенности и индивидуализации;
- **Эргогенные** компоненты питания, обеспечивающие повышение энергообеспечения мышечной деятельности сверх обычного уровня (энергодающие субстраты и макроэрги, их предшественники и активаторы …), где факторы питания используются для направленного воздействия на ключевые реакции обмена веществ, лимитирующие физическую работоспособность;
- **Регуляторные** компоненты питания, обеспечивающие запуск, ускорение и оптимизацию тренировочного и восстановительного процессов (гормоны и индукторы их высвобождения, ростковые факторы, адаптогены, анаболики, витамины, микроэлементы …);
- **Корректоры** функционального состояния и патологических процессов (антиоксиданты, антигипоксанты, нейротоники, нейропротекторы, кардиопротекторы, гепатопротекторы, хондропротекторы …).

Принципы базового питания

В организации базового питания спортсменов существует несколько обязательных принципов, которые и делают просто питание спортивным питанием.

Согласно *принципу* ***адекватности базового питания*** количественный и качественный состав продуктов питания должен соответствовать особенностям жизненного уклада и специфике тренировочных и соревновательных нагрузок спортсмена. С учетом этого требования питание спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, будет заметно отличаться от питания спортсменов, специализирующихся, например, в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости. В последнем случае основной акцент делается на потребление продуктов с высоким содержанием белка и аминокислот, а у спортсменов, развивающих выносливость, более важным является потребление продуктов, богатых углеводами, витаминами и минеральными элементами.

Для правильного составления рационов спортивного питания необходимо знать соотношение основных компонентов пищи, необходимых при систематических занятиях разными видами спорта (Табл. 7).

Таблица 7

Соотношение основных компонентов рациона в зависимости от видов спорта [50]

Виды спорта и специализации	Углеводы, %	Белки, %	Жиры, %
Тяжелая атлетика, легкая атлетика (метания)	42	22	36
Велогонки шоссейные; конькобежный спорт (1500 м)	56	17	27
Легкая атлетика (бег на средние и длинные дистанции, марафон, спортивная ходьба (20-50 км)), плавание (200-1500 м); биатлон; лыжные гонки 10-20 км	60	15	25
Легкая атлетика (спринт, прыжки), плавание (100 м), спортивная и художественная гимнастика, фехтование; слалом, бобслей	52	18	30
Бокс, все виды борьбы	50	20	30
Футбол, баскетбол, бадминтон, волейбол, волейбол пляжный, хоккей на траве, водное поло, гандбол; хоккей на льду	54	18	28
Все виды стрельбы, конный спорт, гольф	56	16	28

Принцип ***полноценности*** базового питания спортсменов предполагает наличие в потребляемых продуктах всех основных описанных выше нутриентов в потребляемых продуктах в количествах, достаточных для поддержания высокого уровня обмена веществ в организме и обеспечения во время мышечной работы высокой скорости биоэнергетических процессов.

Принцип ***сбалансированности*** в базовом питании спортсменов означает, что содержание основных нутриентов и их структурных компонентов в потребляемых продуктах питания должно находиться в строго определенных соотношениях. Эффективные дозы для отдельных нутриентов определяются на основе зависимости «доза-эффект».

Однако значения оптимальной дозы для данного нутриента, обычно обозначаемые как норма, и сам характер кривой зависимости «доза – эффект», могут заметно изменяться в присутствии иного нутриента. Так, например, увеличенные дозы витамина С в продуктах базового питания спортсменов с неизбежностью требует увеличения в потреблении витаминов группы В (B_6 и B_{12}), фолиевой кислоты, цинка и холина. Отклонение от рекомендуемых норм в организации базового питания спортсменов приводит к нарушению физиологических функций и снижению работоспособности.

Поиск и разработка сбалансированных рационов базового питания является достаточно сложной задачей, к решению которой следует привлекать диетологов и спортивных врачей, и разрешить ее за счет использования только обычных продуктов питания представляется весьма затруднительным. Здесь необходимо использовать комплексный подход, с непрерывным отслеживанием особенностей обмена веществ и коррекции его с применением БАД в тренировочном процессе и во время соревнований.

Принцип ***энзиматической адекватности*** означает, что состав пищи должен соответствовать особенностям и активности системы пищеварительных ферментов организма. При его нарушении существенная часть нутриентов будет не в состоянии пройти путь естественного пищеварения и не усвоится в пищеварительной системе. Поэтому увеличение в структуре питания спортсменов белковых компонентов потребует или дополнительного использования ферментных лекарственных препаратов (панзинорм форте, фестал, мезим-форте и др.), или фермент-содержащих пищевых продуктов (мякоть плодов ананаса или папайи содержит протеолитические ферменты).

Принцип ***насыщенности*** означает, что в продуктах базового питания спортсменов должны присутствовать в достаточных количествах эссенциальные (незаменимые) нутриенты. Этот принцип на практике реализуется в основном за счет применения БАД.

При организации базового питания спортсменов необходимо учитывать биохимическую индивидуальность человека. Выбор спортивной специализации и характер применяемых физических нагрузок также сказываются на индивидуальном режиме питания. Экспериментально установлено, что индивидуальные различия среди спортсменов в потреблении витамина С могут достигать 10-кратной величины. У многих спортсменов потребление витамина С в продуктах базового питания в количестве более 5000 мг еще не сопровождается экскрецией этого витамина с мочой, что свидетельствовало бы о насыщении им организма. В то же время у других спортсменов потребление витамина С в количестве 1000 мг уже сопровождается выраженной экскрецией с мочой.

Эргогенная диетика

Пищевые продукты и отдельные нутриенты, используемые для повышения спортивной работоспособности, обеспечивают направленное воздействие на ключевые звенья обмена веществ, лимитирующие работоспособность человека, и способствуют повышению спортивных результатов. Эти продукты и вещества могут применяться однократно в необходимых количествах и формах в те моменты, когда возникает необходимость в резком повышении работоспособности или в виде специально регламентированных рационов питания в течение определенного времени с тем, чтобы достичь необходимого тренировочного эффекта.

Примером эргогенного воздействия, обеспечивающего резкую стимуляцию работоспособности, может служить потребление буферных субстанций (бикарбонатов, полилактата, карнозина) непосредственно перед стартом на ответственных соревнованиях. Примером специально организованной диетарной процедуры, оказывающей выраженный эргогенный эффект, является методика углеводного насыщения. Она включает в себя направленные манипуляции пищевым режимом, которые в сочетании с «выжигающими» физическими нагрузками приводят к зна-

чительному исчерпанию наличных углеводных ресурсов организма, а затем на фоне сниженных нагрузок при насыщающем углеводном рационе за несколько дней до ответственного старта обеспечивают выраженное увеличение легко мобилизуемых внутримышечных запасов гликогена.

При оценке эргогенных эффектов от используемых диетарных средств следует учитывать, на какие биоэнергетические параметры более всего они влияют: носят ли они преимущественно алактатный анаэробный, или гликолитический анаэробный, или аэробный характер, а также в каком параметре этих биоэнергетических свойств более всего выявляются эффекты влияния диететики – в параметрах мощности, емкости или эффективности анаэробного и аэробного преобразования энергии. Так, применение стимуляторов гемопоэза сказывается на параметрах аэробной способности организма и не затрагивает анаэробный обмен. Введение креатина в форме БАД увеличивает алактатную анаэробную мощность и емкость, улучшает аэробную эффективность, а также увеличивает буферную емкость, т.е. способствует улучшению параметров гликолитической анаэробной способности организма.

Адаптационные изменения в организме, развивающиеся под влиянием применяемых тренировочных нагрузок и дополнительных эргогенных средств, различаются по присущим им временным характеристикам. По характеру возбуждаемых в организме адаптационных перестроек тренировочные эффекты разделяются на срочные, отставленные и кумулятивные. В этом отношении все применяемые пищевые продукты эргогенного воздействия должны быть строго дифференцированы по их временным характеристикам. Нутриенты, оказывающие выраженное влияние на срочный тренировочный эффект, как правило, заметно не влияют на отставленный и кумулятивный эффекты. И, напротив, нутриенты с выраженным кумулятивным воздействием обычно никак не проявляют себя в отношении срочной адаптации к физическим нагрузкам.

В связи с этим применение в пищевых добавках энергодающих соединений проявит свое эргогенное действие только в показателях срочного тренировочного эффекта. Использование же в качестве БАД препаратов креатина и аминокислотных смесей более всего повлияет на показатели кумулятивного тренировочного эффекта. Поэтому ожидать мгновенного действия этих препаратов в отношении показателей мышечной силы и алактатной анаэробной мощности вряд ли оправдано, так как действие этих пищевых добавок обнаруживается только по прошествии достаточно длительного периода времени (обычно не менее 3-4 недель).

Продукты повышенной биологической ценности

При подготовке пищевых рационов и схем фармакологического обеспечения спортивной деятельности нельзя упускать из вида продукты повышенной биологической ценности, такие как мед, перга, орехи, цветочная пыльца и препараты из них, шоколад. Они в основном используются в соревновательном периоде или в подготовительном при интенсивных физических нагрузках.

В последнее время используются новые виды пищевых продуктов, полученных методом экструзии. Сырьем для них служат рисовая, пшеничная и овсяная крупы, горох и различные добавки (сухое молоко, крахмал, сахар, соль, подсолнечное масло, смесь свободных аминокислот и экстрактов лекарственных трав). Применение таких продуктов является удобным способом введения в организм спортсмена значительного количества пищевых веществ с высокой энергетической ценностью, нормализующих обменные процессы, повышающих физическую выносливость и работоспособность.

Допустимо применение самодеятельных пищевых смесей — аналогов пищевых продуктов повышенной биологической ценности. Это может быть отвар из овсяных хлопьев, обогащенный глюкозой, поваренной солью, иногда аскорбиновой кислотой, который готовится с учетом вкусовых пристрастий спортсмена. Добавки могут быть самыми разнообразными (витамины в пределах суточной нормы, растительное масло, сахар и т.п.). Подобную смесь часто используют как питание на дистанции велосипедисты шоссейники. Распространены также смеси из меда, орехов и изюма, содержащие значительное количество необходимых витаминов, минеральных веществ и обогащенные энергетическими компонентами в легкоусвояемом виде [61].

Для восполнения потерь воды и солей и удовлетворения чувства жажды рекомендуются разбавленные фруктовые и овощные соки с добавлением 2-3 г поваренной соли на 1 л жидкости, солей калия (до 1 г на 1 л жидкости) – хлористого (KCl) или фосфорнокислого двузамещенного (K_2HPO_4) и кальция глицерофосфата (до 1 г на 1 л жидкости). Для вкуса и увеличения биологической ценности в такие напитки добавляют аскорбиновую или лимонную кислоты, фруктозу, сахар.

Пищевые продукты повышенной биологической ценности используются в практике спорта для решения следующих конкретных задач [75]:

- питание на дистанции и между тренировками,
- ускорение процессов восстановления организма после тренировок и соревнований,

- регуляция водно-солевого обмена и терморегуляция,
- корректировка массы тела,
- направленное развитие мышечной массы спортсмена,
- снижение объема суточных рационов в период соревнований,
- изменение качественной ориентации суточного рациона в зависимости от направленности тренировочных нагрузок или при подготовке к соревнованиям,
- индивидуализация питания, особенно в условиях больших нервно-эмоциональных напряжений,
- срочная коррекция несбалансированных суточных рационов,
- увеличение кратности питания в условиях многоразовых тренировок.

При применении продуктов повышенной биологической ценности следует соблюдать последовательность и определенную дозировку приема. Сразу после физической нагрузки, особенно с преимущественным проявлением выносливости, не следует потреблять белковые продукты – лучше восполнить дефицит воды, энергетических и минеральных веществ. Продукты с высоким содержанием белка в количестве 80-100 г лучше употребить не ранее, чем через полчаса после прекращения нагрузки. Для определения оптимальной суточной дозы белковых препаратов нужно исходить из того, чтобы потребляемая с продуктами повышенной биологической ценности доля белка не превышала 40 % общей суточной дозы. Остальное количество необходимого белка должно поступать из обычного рациона спортсмена. В любом случае не следует покрывать потребность в белках только за счет потребления этих высокоэнергетических продуктов.

При расчете суточной дозы углеводно-минерального напитка необходимо учитывать, что в нем не должно быть более 80 г чистых углеводов. Оставшаяся потребность в углеводах может удовлетворяться приемом обычных продуктов питания. Отказ от продуктов, содержащих пищевые волокна, может привести к атонии кишечника и запорам, что чревато возникновением выраженных проявлений эндогенной интоксикации, и так присущей интенсивным физическим нагрузкам, а также обострению различных до этого момента субклинически протекающих заболеваний – хронического панкреатита, хронического холецистита, хронического неинфекционного гепатита. В итоге следует прогнозировать снижение физической работоспособности.

Специализированные продукты спортивного питания

Составить адекватный рацион спортсмена на основе обычных пищевых продуктов, а тем более его употребить, невозможно в принципе: во-первых, практически невозможно достичь грамотного соотношения белков, жиров и углеводов, а тем более витаминов и минералов, используя только обычные пищевые продукты; во-вторых, при больших физических нагрузках, и тем более при работе, направленной на увеличение мышечной массы применяются рационы с суточной калорийностью до 7000-8000 ккал, в то время как масса пищевого рациона в 4500-5000 ккал составляет 5 кг и более. Сложно съесть за сутки 7-8 кг пищи и, тем более, невозможно ее усвоить. Именно в этих случаях необходимы специализированные продукты спортивного питания, быстрые в приготовлении, легкоусвояемые и простые в применении.

Пищевая промышленность разных стран предлагает для спортсменов широкий ассортимент специальных пищевых добавок и аминокислотных смесей. Их регулярное употребление в процессе тренировок и соревнований обеспечивает организм спортсменов всеми необходимыми пищевыми компонентами и потенцирует тренировочный эффект нагрузок.

Например, прием протеиновых напитков необходим после интенсивных тренировочных занятий. Это обусловлено тем, что во время сверхинтенсивных тренировок и соревнований мышцы атлета испытывают огромные нагрузки и даже слегка повреждаются. В случае приема высокобелковых продуктов спортивного питания сразу после тренировки мышцы спортсмена имеют возможность быстро и полноценно восстановиться [14].

Широко используются и необходимы в питании спортсменов гейнеры – специализированные продукты спортивного питания, специально предназначенные для спортсменов, расходующих большое количество энергии во время тренировок и соревнований, и для спортсменов, стремящихся нарастить мышечную массу (тяжелоатлеты, метатели, бодибилдеры, пауэрлифтеры). Основными составляющими этих продуктов являются различные углеводы и протеины, к которым могут быть добавлены всевозможные недопинговые вещества анаболического либо энергетического действия (орнитина кетоглутарат, креатин), но главная характеристика любого гейнера - это соотношение углеводов и протеинов. Рекомендованы гейнеры для приема за 1-1,5 часа до тренировочного занятия и через 15-30 мин после него [62].

К началу тренировки они создают оптимальный энергетический фон и повышают внутримышечный запас свободных аминокислот, которые при высоких нагрузках активно вступают в метаболические превращения. Сложный состав углеводов обеспечивает их действие на протяжении длительного времени, что позволяет быстро и эффективно восстановить энергетические запасы клеток и создать условия для полномасштабного восстановления и наращивания мышечной массы. Прием гейнеров в дни без тренировок рекомендуется для повышения калорийности питания и его полноценного усвоения, прежде всего атлетам, стремящимся к набору мышечной массы. Таким образом, применение гейнеров тоже невозможно заменить потреблением обычных пищевых продуктов, даже высококачественных.

К перечню продуктов спортивного питания эргогенной направленности следуют отнести энергетические и липотропные препараты, витаминно-минеральные комплексы, специальные БАД, спортивные напитки различной направленности и др. Каждый из этих продуктов имеет свое предназначение и способ употребления, и каждый из которых не может быть заменен каким-либо набором или сочетанием традиционных нутриентов [17, 54].

В связи с оптимальным составом компонентов и достаточно высоким эргогенным действием возрастает роль специализированного спортивного питания и пищевых добавок, которые являются разумной и наиболее эффективной альтернативой запрещённым допинговым веществам и манипуляциям, для подготовки спортсменов высокого класса.

Глава 3.

Белковые компоненты базового питания спортсменов

Наиболее важными соединениями каждого организма являются белки. Они обязательно обнаруживаются во всех клетках организма, в большинстве из них на долю белка приходится более половины сухого остатка. С белками связано все многообразие функций организма, однако наиболее важными из них являются: каталитическая, транспортная, защитная, сократительная, структурная, гормональная и питательная.

Большинство аминокислот, участвующих в обмене веществ и входящих в состав белков, могут поступать с пищей или синтезироваться в организме в процессе обмена (из других аминокислот, поступающих в избытке). Они получили название заменимых аминокислот. Синтез некоторых из заменимых кислот имеет ограниченную мощность или не происходит в стрессовых условиях. Такие аминокислоты в ситуациях повышенной потребности организма не могут быть полностью восполнены за счет ресинтеза и должны частично поступать с пищей (они получили наименование условно заменимых аминокислот). Некоторые аминокислоты не могут синтезироваться в организме и должны поступать с пищей. Они получили название незаменимых аминокислот [104] (Табл.8).

Некоторые аминокислоты обнаружены в тканях организма, однако они не используются для построения белковых молекул (*орнитин, цитруллин).* Есть также аминокислоты (*оксипролин* и *цистеин),* которые образуются из других *(пролин, цистин)* после включения в состав белков. В составе белков мышечных волокон имеется, относительно других тканей, повышенное содержание аминокислот с разветвленной цепью. Именно они во многом являются лимитирующими в процессах наращивания мышечной массы и ускоренного восстановления функции мышц при интенсивных нагрузках.

Таблица 8.

Классификация аминокислот по принципу заменимости [104]

Незаменимые аминокислоты	Условно заменимые (незаменимые) аминокислоты	Заменимые аминокислоты
Валин	Аргинин	Аланин
Изолейцин	Гистидин	Аспарагин
Лейцин	Глютамин	Глицин
Метионин	Тирозин	Глютаминовая кислота
Треонин	Цистеин	Пролин
Триптофан	Таурин	Серин
Фенилаланин		
Лизин		

Аминокислоты с разветвленной цепью. К аминокислотам с разветвленной цепью относятся 3 аминокислоты: *валин, лейцин* и *изолейцин.* Свое название аминокислоты с разветвленной цепью получили из-за структурных особенностей строения молекулы, что придает им ряд уникальных свойств. Помимо вхождения в структуру мышечной ткани (42% от общего количества незаменимых аминокислот) аминокислоты с разветвленной цепью играют первостепенную роль в обмене белков и снабжении мышц энергией. Основным источником энергии при интенсивных нагрузках служит гликоген печени и мышц, запасы которого быстро истощаются, и организм переходит к сжиганию свободных аминокислот – в первую очередь именно аминокислот с разветвленной цепью. В этом случае тренировка носит катаболический характер, то есть приводит не к росту, а к уменьшению объема мышц. Аминокислоты с разветвленной цепью активизируют обмен инсулина и стимулируют поступление других аминокислот в мышцы для последующего синтеза белка [175, 212, 214, 215]. Активизация обмена инсулина приводит к улучшению работы пищеварительных ферментов и метаболитов *цикла Кребса* (основного цикла обмена энергии в организме), способствующих восстановлению энергетического потенциала мышечных клеток. В мышцах аминокислоты с разветвленной цепью участвуют в переработке шлаков обмена (молочной кислоты и др.) в аминокислоту *аланин,* которая участвует в образовании мышечного гликогена.

Особенности метаболизма белков и аминокислот

Всасывание цельного белка в норме не наблюдается (изредка встречается при редких патологических процессах в стенке кишки). Организмом абсорбируются продукты белкового гидролиза – свободные аминокислоты, дипептиды, малые олигопептиды. Абсорбция осуществляется в тонкой кишке и состоит из двух этапов: транспорт аминокислот из внеклеточной среды в клетки тонкой кишки и поступления аминокислот из энтероцитов в кровяное русло. Уже в энтероцитах для некоторых аминокислот (глутаминовая и аспарагиновая кислоты) начинается активный метаболизм – дезаминирование, и, вместе с пировиноградной кислотой они принимают участие в реакции трансаминирования в кетоглутаровую кислоту и аланин. Большинство аминокислот абсорбируются в неизмененном виде, и через воротную вену попадает в печень. В печени более 50% всосавшихся аминокислот превращается в мочевину, около 25% в неизмененном виде попадает в общий кровоток и может быть использовано тканями, около 10% используется для синтеза белков плазмы, остальные аминокислоты депонируются в печени и обеспечивают ее нормальный метаболизм. При этом печень выполняет буферную функцию, предохраняя другие органы от действия чрезмерно высоких концентраций аминокислот.

Аминокислоты с разветвленной сетью (лейцин, изолейцин и валин) не метаболизируются после всасывания в печени, попадают в кровяное русло и метаболизируются в мышцах и почках.

Практически сразу после поступления в клетки происходит связывание аминокислот с транспортными РНК и синтез на рибосомах под влиянием матричной РНК короткоцепочечных, быстро гидролизуемых белков, поэтому содержание аминокислот в клетках остается низкой. Свободные аминокислоты никогда не запасаются в клетках, их хранение возможно только в виде белков. При необходимости, эти короткоцепочечные белки могут вновь быстро преобразовываться в аминокислоты под влиянием внутриклеточных лизосомальных ферментов. Появляющиеся в результате этого аминокислоты попадают в кровь. Исключение составляют только белки, присутствующие в ядре клетки и на хромосомах, и некоторые структурные белки (например, белки коллагеновых волокон и сократительные белки мышц).

Между белками плазмы, аминокислотами плазмы и белками тканей существует постоянное динамическое равновесие [104].

Биологическая ценность белков.

По современным представлениям под биологической ценностью пищевых белков понимают, зависящую от аминокислотного состава и других структурных особенностей, степень задержки азота или эффективность его утилизации для поддержания азотистого баланса у человека. Иными словами, указанный критерий позволяет установить место тех или иных пищевых белков по степени сравнительной пользы для организма человека. Биологическая ценность белков зависит от следующих факторов:

- *Сбалансированный аминокислотный состав, в* первую очередь по незаменимым аминокислотам. Для построения подавляющего большинства белков организма человека требуются все 20 аминокислот, причем в определенных соотношениях. Более того, важно не столько достаточное количество каждой из незаменимых аминокислот, сколько их соотношение, максимально приближенное к таковому в белках тела человека. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевого белка приводит к нарушению синтеза собственных белков, сдвигая динамическое равновесие белкового анаболизма и катаболизма в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков-ферментов. Недостаток той или иной незаменимой аминокислоты, лимитирует использование других аминокислот в процессе биосинтеза белка (Табл.9). Значительный же избыток ведет к образованию высокотоксичных продуктов обмена неиспользованных для синтеза аминокислот.

Таблица 9

Ориентировочная минимальная и оптимальная потребность взрослого человека в незаменимых аминокислотах (г/100 г белка).

Аминокислота	Минимальный уровень	Оптимальный уровень*
Изолейцин	1.8	4.0
Лейцин	2.5	7.0
Лизин	2.2	5,5
Метионин + Цистин	2,4	3,5
Фенилаланин + Тирозин	2.5	6,0
Треонин	1,3	4,0
Триптофан	0.65	1,0
Валин	1,8	5,0

*) рекомендации ФАО/ВОЗ (Продовольственного Комитета Всемирной Организации Здравоохранения).

- *Доступность отдельных аминокислот* может снижаться при наличие в пищевых белках ингибиторов пищеварительных ферментов (присутствующих, например, в бобовых) или тепловом повреждении белков и аминокислот, при кулинарной обработке.
- *Степень усваиваемости белка* отражает его расщепление в желудочно-кишечном тракте и последующее всасывание аминокислот. По скорости переваривания пищеварительными ферментами пищевые белки можно расположить в следующей последовательности: - яичные и молочные; - мясные и рыбные; - растительные белки.

Характеристика биологической ценности белков, связанная с особенностями их аминокислотного состава, представлена в таблице 10, биологическая ценность различных пищевых белков – в таблице 11.

Таблица 10

Аминокислотный состав пищевых белков (г/100 г белка)

Аминокислота	Шкала ФАО/ ВОЗ	Цельный яичный белок	Казеин	Белки плазмы крови	Гемоглобин крови	Молоко коровье цельное	Белки молочной сыворотки	Соевый белок	Мука пшеничная 1 сорт	Белок риса	Белок мяса птицы	Рыбный белок
Изолейцин	4,0	5,5	6,1	0,9 *	0,5 *	5,5	6,2	4,9	5,0	4,4	4,1	4,5
Лейцин	7,0	9,9	9,2	13,2	11,4	9,6	12,3	8,2	7,7	8,6	7,2	8,6
Лизин	5,5	7,9	8,2	9,7	9,6	7,8	9,1	6,3	2,5 *	3,8*	8,7	9,3
Метионин + цистин	3,5	6,5	3,14*	2,6 *	2,3 *	5,7	5,7	2,6*	3,8	3,8	3,3 *	5,1
Фенилаланин + Тирозин	6,0	11,1	11,3	10,7	9,2	8,4	8,2	9,0	8,6	8,6	6,6	8,2
Треонин	4,0	5,8	4,9	4,8	4,6	4,3	5,2	3,8*	3,0 *	3,5*	4,8	4,5
Триптофан	1,0	1,7	1,7	1,4	1,7	1,4	2,2	1,3	1,1	1,4	0,8 *	1,1
Валин	5,0	7,7	7,2	8,7	8,4	6,6	5,7	5,0	4,8 *	6,1	6,0	5,0

*) лимитирующая аминокислота (уровень меньше, чем по шкале ФАО/ВОЗ)

Таблица 11

Биологическая ценность белков

Наименование пищевого белка	Биологическая ценность	Чистая утилизация, %	Перевариваемость, %	Коэффициент эффективности
Белки молочной сыворотки	104	95	98	3,5
Цельный белок куриного яйца	100	97	100	3,9
Яичный альбумин	88	95	95	3,4
Казеин + сывороточные белки	85	82	96	3,1
Казеин	77	70	87	2,5
Соевый белок	74	61	83	2,3
Белок риса	59	57	89	2,2

Рассмотренные представления о биологической ценности белков необходимы для правильного выбора белковых добавок.

Среди представленных в России средств спортивного питания, белковые продукты представлены двумя принципиально отличающимися группами: аминокислотные комплексы и протеины.

Аминокислотные комплексы

Аминокислотные комплексы представляют собой готовые к усвоению аминокислоты, полученные или путем химического синтеза, или гидролизом низкоцепочечных биотехнологических пептидов. Они лишены балластных веществ, жиров и углеводов. Выпускаются в виде таблеток, жевательных таблеток, или жидких форм для приема во внутрь.

Основными аминокислотными комплексами, представленными на рынке России, являются: 100% EGG amino 1700, Amino 1000, Amino 1900, Amino 2000, Amino 2222, Amino 2222 Liquid, Amino 2222 Liquid Punch, Amino 3001, Amino 6000, Amino Blast, Amino Caps, Amino Fuel 1000, Amino Fuel 1500, Amino Fuel 2000, Amino Fuel Liquid Concentrat, Amino Fuel Chewable Waffers, Amino Gelcap, Amino Gold Formula 1000, Amino Infusion 5000, Amino Max, Amino Power, Amino Tech, Amino Xplode, Anabolic Mega Paks, Free Form Amino 1500, Hardbody Amino

2300, Hardbody Amino Pak, Hardbody Liquid Aminos, Multi Amino, Muscle Regeneration, Night Regeneration, Peptamin, Super Whey Amino 2000, Ultra Amino, Whey Amino 1000, Xtreme Pro Amino 2000.

Подавляющее большинство этих продуктов спортивного питания содержит аминокислоты в полном наборе, но количественно они могут существенно отличаться друг от друга, особенно по отношению к аминокислотам с разветвленной цепью, нейромедиаторным аминокислотам и предшественникам катехоламинов (аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глицин, тирозин, триптофан, фенилаланин) и индукторам соматотропного гормона (аргинин, орнитин).

Один из аминокислотных комплексов - Free Form Amino 1500, отличается тем, что содержит аминокислоты в хелатном комплексе с альфа-кетоглутаратом, являющимся интермедиатом цикла Кребса.

Часть аминокислотных комплексов может быть отнесена к новому поколению средств спортивного питания. Они содержат, дополнительно к аминокислотам, витамины, микроэлементы, карнитин, лецитин, ненасыщенные жирные кислоты, октаконазол из зародышей пшеницы, различные ростковые факторы, тканевые экстракты и растительные комплексы. Наиболее широким составом при этом отличаются продукты Amino Max, Amino Tech, Hardbody Amino Pak.

Глутамин

Глутамин – условно незаменимая аминокислота, присутствующая в организме особенно в большом количестве. Главное место синтеза – скелетные мышцы, поэтому при интенсивных физических нагрузках его синтез практически не идет, и в организме может возникнуть относительный дефицит глутамина. Повышенная потребность в глутамине возникает при стрессе, инфекционных заболеваниях, в восстановительном периоде после травм и оперативных вмешательствах.

Глутамин занимает центральное место в азотистом обмене, выступает в качестве пластического материала, две аминогруппы обеспечивают его уникальную роль как донора и акцептора азота. Глутамин служит предшественником синтеза пуринов и пиримидинов, являясь необходимым соединением в образовании всех типов нуклеотидов, а, следовательно, и РНК и ДНК. Он может выступать лимитирующим фактором в синтезе белков.

Глутамин является энергетическим субстратом для большинства быстро делящихся клеток, включая лимфоциты, лейкоциты, макрофаги, фибробласты, альвеоциты, клетки кишечника и поджелудочной железы. Он необходим для поддержания кишечного барьера (снижение транслокации кишечных бактерий или эндотоксинов) и функции иммунных клеток.

Глутамин играет ключевую роль в регуляции синтеза глутатиона (трипептид глутамат-цистеин-глицин), который является мощным антиоксидантом, защищающим клетки от окислительного повреждения (см. главу 7 «Антиоксиданты» тома 2 «Векторы фармакопротекции» Очерков).

При интенсивных нагрузках, экстремальных или критических состояниях свободный глутамин быстро истощается, и организм компенсирует уровень свободного глутамина за счет распада белков мышечной ткани и повышенного синтеза глутамина. Так, после обширных хирургических вмешательств внутримышечная концентрация глутамина снижается более чем в 2 раза. Поэтому экзогенный (пищевой) глутамин снижает катаболизм мышечной ткани, и улучшает азотистый баланс в организме. Он является межорганным переносчиком для аммиака в нетоксической форме из периферических тканей в почки (для экскреции) и печень (для превращения в мочевину).

Во внеклеточной жидкости глутамин составляет около 25%, а в скелетных мышцах – более 60% всего пула свободных аминокислот. Его внутриклеточное содержание в скелетных мышцах в 34 раза превышает концентрацию во внеклеточной среде [67].

Глутамин оказывает защитное метаболическое действие на ткани практически при любом стрессовом воздействии. Этот эффект связан с индукцией белков теплового шока, особенно HSP70. Глутамин является возбуждающим субстратом для гексозамина O-Glc-NAc, сигнальный путь которого обеспечивает модификацию и нуклеарную транслокацию ключевых факторов транскрипции генов HSP, Sp 1 и фактора 1 HSP[226]. Активация каскада белков теплового шока ведет к снижению кортизоловой волны стресс-реакции, что проявляется, в том числе, антикатаболическим действием.

В спортивной медицине глутамин рекомендуется принимать в суточной дозе 4-8 г, разделенные на 2 приема [153].

Протеины

Продукты, содержащие протеины, в свою очередь различаются по источнику белка (сывороточные, яичные, соевые, комбинированные) и содержанию белка (низкий, умеренный, средний, повышенный, высокий, максимально высокий), особенностям аминокислотного спектра (дополнительное обогащение аминокислотами с разветвленной цепью, глутамином, орнитином и др.), а также наличию дополнительных компонентов (витамины, минералы, полимеры глутамата, пищеварительные ферменты, эубиотики …).

Аминокислотный состав специализированных белковых продуктов спортивного питания отражен в таблице 12.

Таблица 12

Аминокислотный состав белковых продуктов спортивного питания (мг/100 г продукта)

Аминокислота	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение
L-Аланин	194	3507	1331
L-Аргинин	404	3002	1157
L-Аспарагиновая к-та	660	7735	2789
L-Валин	270	4154	1586
L-Гистидин	110	1576	624
L-Глицин	66	5806	1027
L-Глутаминовая к-та	659	11890	4525
L-Изолейцин	200	4154	1547
L-Лейцин	400	7735	2646
L-Лизин	460	6876	2126
L-Метионин	120	1352	652
L-Пролин	151	4154	1757
L-Серин	152	3358	1516
L-Тирозин	120	2006	962
L-Треонин	260	5137	1437
L-Триптофан	20	1501	513
L-Фенилаланин	250	2440	1171
L-Цистин (L-Цистеин)	20	720	432

Белки куриных яиц

Цельный яичный белок имеет наивысшую усваиваемость и считается эталонным, относительно которого оцениваются все остальные белки. Как известно, куриное яйцо состоит из белка, который практически на 100% состоит из *альбумина* (овоальбумина) и желтка, который содержит 7 различных белков - *альбумин, овоглобулин, коальбумин, овомукоид, овомуцин, лизоцим, авидин.* Для производства пищевых добавок используется как цельный яичный белок, так и отдельно яичный альбумин.

Также необходимо отметить, что употребление в пищу большого количества сырых куриных яиц не рекомендуется, так как они содержат *ингибитор* пищеварительного фермента трипсина. Более того, белок авидин, содержащийся в желтке, связывается с витамином Н (биотином), образуя прочный комплекс, который не переваривается и не усваивается организмом. Поэтому рекомендуют употреблять куриные яйца только после термической обработки (при 70°С разрушается ингибитор трипсина, а при 80°С высвобождается активный биотин из биотин-авидинового комплекса).

Белки молочной сыворотки

Белки молочной сыворотки *(лактальбумин, лактоглобулин* и *иммуноглобулин)* имеют наивысшую скорость расщепления среди цельных белков. Концентрация аминокислот и пептидов в крови резко возрастает уже в течение первого часа после приема питания на основе белков молочной сыворотки. При этом не меняется кислотообразующая функция желудка, что исключает нарушение его работы и образование газов. Усваиваемость белков молочной сыворотки исключительно высока.

Аминокислотный состав сывороточных белков наиболее близок к аминокислотному составу мышечной ткани человека, а по содержанию незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) - валина, лейцина и изолейцина, они превосходят все остальные белки животного и растительного происхождения [131, 174, 192]. Кроме того, примерно 14% белков молочной сыворотки находится в виде продуктов гидролиза (аминокислот, ди-, три- и полипептидов), которые являются инициаторами пищеварения и уча-

ствуют в синтезе большинства жизненно важных ферментов и гормонов. Также белки молочной сыворотки заметно снижают уровень холестерина в крови.

Основным источником получения сывороточных белков является сладкая молочная сыворотка, образующаяся при производстве сычужных сыров. Сама по себе сладкая молочная сыворотка не находит применения при производстве пищевых добавок, что связано с низким содержанием белка (около 5 %) и наличием большого количества лактозы (молочного сахара) – основного вещества, вызывающего непереносимость молочных продуктов некоторыми людьми. Технология получения концентратов сывороточных белков в нативной форме с содержанием белка 35%, 65% и 80%, основана на методе ультрафильтрации.

Впервые концентрат сывороточных белков использовался в рационе питания велосипедистов (шоссейные гонки) сборной СССР при подготовке к Олимпиаде-80 (все стали олимпийскими чемпионами). Отмечалось, что применение сывороточных белков ускоряло процесс адаптации спортсменов к неблагоприятным внешним условиям. В течение сезона 1985-86 гг. концентрат сывороточных белков использовали в рационе питания футболистов команды мастеров киевского «Динамо», в период их подготовке к участию в Кубке Кубков, который они завоевали. По отзывам руководства команды, футболистов, а также врача команды, пищевые добавки на основе КСБ «способствовали созданию высокого функционального уровня, эффективному удержанию его, профилактике заболеваемости и травматизма у спортсменов» [13].

Экспериментальным путем установлено, что содержание белка в пищевых добавках на основе белков молочной сыворотки оптимально на уровне 60-65%.

Казеин

Как правило, казеин вводится в смеси для детского питания, что по современным представлениям считается биологически оправданным. Так, при попадании в желудок казеин створаживается, превращаясь в сгусток, который переваривается продолжительное время, обеспечивая сравнительно низкий темп расщепления белка, что приводит к стабильному и равномерному поступлению аминокислот в организм ин-

тенсивно растущего ребенка. При нарушении этого ритма усваивания (применение смесей на основе белков молочной сыворотки) приводит к тому, что организм ребенка не успевает усваивать интенсивный поток аминокислот. Поэтому диетологи рекомендуют для грудных детей применять смеси на основе казеина. Что же касается взрослого человека, то низкая усваиваемость, а также медленное прохождение сгустков казеина по желудочно-кишечному тракту неприемлемы, особенно при повышенных физических нагрузках. Поэтому пищевые добавки, созданные на основе одного казеина (казеинатов), по всей вероятности, малоэффективны.

Однако выход из положения может быть найден за счет использования белковых композиций на основе казеина и сывороточных белков. После соответствующих исследований был определен максимальный коэффициент эффективности белка и соответствующие ему пропорции сывороточных белков и казеина. Этой пропорцией оказалось соотношение 63:37 при коэффициенте эффективности белка 3,49. Полученное значение биологической ценности для данного соотношения белков оказалось очень высоким и, судя по данным литературы, не уступающим таковым для других высокоценных белков животного происхождения.

Соевые белки

Соевый белок хорошо сбалансирован по аминокислотам, в том числе – по незаменимым. Дефицитными аминокислотами в соевом белке выступают метионин и цистин, содержание которых ниже рекомендуемого ФАО/ВОЗ уровня. После потребления соевых белков появляется четкое снижение уровня холестерина в крови, поэтому их целесообразно использовать в рационе людей с избыточным весом, а также людей, страдающих непереносимостью молочных продуктов. Для производства пищевых добавок используются соевая мука (содержит 40-50% белка), соевый концентрат (65-75%) и соевый изолят (свыше 75%). Однако главный недостаток соевого белка – наличие ингибитора пищеварительного фермента трипсина. Его количество зависит от технологии переработки соевых бобов. Для избавления от ингибитора нужна дополнительная обработка белка с помощью ферментативного гидролиза (пятидесятиминутный электрофорез с панкреатином). Также существуют данные, что соевый белок оказывает повреждающее действие на стенки тонкой кишки. Кроме того, изоляты

соевого белка содержат фитостерины, проявляющие слабое эстрогеноподобное действие. Все это значительно ограничивает применение соевого белка в пищевых добавках спортивного применения.

Среди **других растительных источников белка**, обогащенных витаминами и микроэлементами, а также растительными полиненасыщенными жирными кислотами, рассматриваются орехи, мука амаранта, порошок зародышей пшеницы, порошок семян тыквы. В качестве промышленно выпускаемых пищевых субстанций этой группы можно назвать муку амаранта. Дробленые зародыши пшеницы и орехи требуют дополнительного измельчения для включения в состав продуктов спортивного питания.

Амарантовая мука

Амарант – широколиственное однолетнее травянистое растение 3-4 м высоты с множественными нарядными соцветиями, содержащими семена – очень мягкие, расцветка от белых, кремовых, розовых, красных до черных, диаметром всего 1-1,5 мм. Родиной амаранта считают Центральную Америку. Продукты из него в течение многих веков и тысячелетий входили в рацион питания ацтеков и инков. Последний император ацтеков Монтесума ежегодно принимал в виде дани от 20 провинций своей империи 70 тысяч гекталитров семян амаранта. Причем инки и ацтеки почитали амарант не только как хлебную, но и как лечебную и священную культуру, из-за чего он и был запрещен конкистадорами – завоевателями. В Европу амарант был завезен в 16 веке. Научные центры России активно ведут работы в области изучения и внедрения амаранта в промышленность. И на сегодняшний день особенно актуальным является практическое приложение полученных результатов в хлебопекарной, кондитерской промышленности, в производстве продуктов диетического, лечебно-профилактического назначе-

Amaranthus retroflexus

ния, в производстве продуктов детского питания, в химико-фармацевтической, в парфюмерно-косметической, в масложировой и в комбикормовой промышленности. Такой широчайший спектр приложения амаранта объясняется наличием во всех частях растения огромного количества биологически активных веществ: аминокислот, микроэлементов, витаминов, протеинов и др. и, конечно, самая высокая концентрация этих веществ наблюдается в семенах.

В амаранте не только высокое содержание протеина, но и наиболее сбалансированный аминокислотный состав. В его составе заменимые аминокислоты: аспарагиновая кислота, аланин, аргинин, глютаминовая кислота, гистамин, пролин, серин, тирозин, серотонин, орнитин, и незаменимые аминокислоты: валин, гистидин, изолейцин, лизин, метионин, лейцин, фенилаланин, триптофан, треонин. В 100 г белка амаранта содержится 6,2 г лизина – незаменимой аминокислоты, которой нет в таком количестве у других растений. А по содержанию незаменимых аминокислот – треонина, фенилаланина, тирозина и триптофана структура амаранта приравнивается к белку женского молока. Амарант с содержанием протеинов 13-19% из всех растительных источников белка имеет наибольшее совпадение с теоретически рассчитанным идеальным белком. Для сравнения, коэффициент оценки к идеальному белку: амарант - 75, коровье молоко - 72, соя - 68, ячмень - 62, пшеница - 60, кукуруза - 44, арахис - 32.

Минеральные вещества в основном содержатся в хелатных формах - кальций, железо, фосфор, что обеспечивает их высокую биодоступность. В значительных количествах присутствуют различные микроэлементы.

Семена амаранта содержат полиненасыщенные жирные кислоты: линолевую, пальмитиновую, стеариновую, олеиновую, линоленовую, арахидоновую. Их содержание в липидах амаранта до 77%, причем 50% составляет линолевая кислота, из которой синтезируются в организме линолевая и архидоновая жирные кислоты, и которая сама не синтезируется в организме и должна поступать с пищей.

Другие соединения, присутствующие в семенах амаранта, это гуанин, пантотеновая кислота, рибофлавин, токоферол, тиамин, витамины группы Д, хлорофилл, холин, желчные кислоты и спирты, стероиды, фитостерины и сквален.

Амарант – основной пищевой источник сквалена. Сквален является центральным соединением при синтезе стероидов и тритерпенов, в том числе гормонов и витамина D. Сквален - ближайшее по своему составу к человеческой клетке вещество, захватывающее кислород и насыщающее

им ткани и органы нашего организма через простое химическое взаимодействие с водой. Эти и другие свойства сквалена придают ему высокую физиологическую активность.

Зародыши пшеницы

Благодаря своим природным свойствам пшеница - это источник множества полезнейших компонентов, удовлетворяющих самые разные потребности организма. Зародыши пшеницы содержат высокую концентрацию ценных веществ. Основные компоненты зародышей пшеницы - это белок, растительные волокна, полисахариды, крахмал, масло, витамины, микроэлементы, минеральные вещества. Энзимы зародышей пшеницы абсолютно незаменимы для естественных процессов обмена веществ – пищеварения, усваивания активных веществ, воздействия витаминов, окислительных процессов. Благодаря такой палитре жизненно важных элементов зародыши пшеницы компенсируют недостаток активных веществ, регулируют пищеварение, увеличивают поступление кислорода, поддерживают диеты для похудения, придают силы и энергию, улучшают самочувствие [9, 15].

Зародыши пшеницы - один из основных природных источников селена – важнейшего микроэлемента, обеспечивающего защиту организма от избыточного образования свободных радикалов. Особенно он необходим людям, проживающим в экологически неблагоприятных регионах, занятым не вредном производстве, спортсменам, и прочим категориям граждан, переносящим повышенные физические, интеллектуальные и эмоциональные нагрузки.

В состав зародышей пшеницы входит 10 незаменимых аминокислот, витамины B_1, B_2, B_6, B_{12}, PP, E, A, H, макро- и микроэлементы (железо, калий, кальций, магний, марганец, селен, фосфор, медь, цинк и др.), полиненасыщенные жирные кислоты класса омега-6 и омега-3 (линолевая, линоленовая и др.). Они способны защищать биосубстраты от окисления (антиоксидантный эффект); повышать сопротивляемость и тонус организма, восстанавливать силы, замедлять развитие атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний, осуществлять профилактику онкологических заболеваний, поддерживать профессиональное долголетие, омолаживать кожу. Керамиды - сложные нейтральные липиды, относящиеся к группе гликолипидов - цереброзидов, - входят в состав мембранных структур клеток, поддерживают водный баланс.

Другие пищевые белки

Семена тыквы широко используются медицинской практике как противоглистное, гепатопротекторное и простаторегулирующее средство. Они содержат до 50% жирного масла, в состав которого входят триацилглицериды пальмитиновой и стеариновой (около 30%), олеиновой (до 25%) и линоленовой (до 45%) кислот. Большее количество кислот (до 80%) принадлежит ненасыщенным жирным кислотам. Основным фармакологически активным веществом, обуславливающим антигельминтный эффект семян тыквы, является аминосоединение кукурбитин (3-амино-3-карбоксипирролидин), содержание которого в семенах достигает 0,1-0,3% в зависимости от сорта тыквы. Кукурбитин относится к фитостеринам. В семенах также содержаться смолистые вещества (содержат оксицеротиновую кислоту), витамины группы В, витамин С, каротиноиды, органические кислоты [9, 15].

Рыбный белок. Предполагалось использование изолятов рыбного белка в питании спортсменов. Сравнивалась перевариваемость рыбного изолята, свежей рыбы и казеина. Было установлено, что изолят рыбного белка еще значительно медленнее, чем казеин расщепляется до аминокислот. Расщепление изолята до пептидов не прекращалось даже через 3 часа с момента введения белка.

Концентрат белка пищевого птичьего является относительно новым биотехнологичным источником легко усваиваемых белков. Это продукт с очень высоким содержанием белка (90%, что соответствует содержанию белков в концентрате плазмы крови и гемоглобине), превышающем содержание белков в других пищевых источниках. Так, выпускаемые промышленные концентраты белков сыворотки молока содержит от 40 до 70% белка, концентраты и изоляты соевых белков – 60 – 80%, мука амаранта – от 8 до 16%, мука пшеничная – 10%, молоко коровье цельное – 3,5%.

Специализированные белковые продукты спортивного питания

Все белковые продукты спортивного питания по источнику протеинов могут быть разделены на монокомпонентные и поликомпонентные (Табл.13, Табл.14)

Таблица 13

Монокомпонентные белковые продукты спортивного питания (разделение по источникам протеинов)

Источник протеинов	Белковые продукты спортивного питания
Молочная сыворотка (концентраты, изоляты, гидролизаты)	5 plus 1 whey protein, 100% Pure Whey Protein, 100% Whey Isolate, 100% Whey protein, Advanced Whey, Anabolic Whey, Complete Whey protein, Cristal Pro, Designer Whey protein, Elite Whey protein, Iso Sensation 93, Max Whey, Maxxon, Metoxy-Pro, Nitro-Tech, Precision Protein, Platinum Hidro Whey, Professional Whey, Pro impact, Pure Whey, Super Whey Fuel, Super Whey Pro, Ultra Whey Pro, Volu Mass, VP2, Whey Concentrat, Whey Protein Concentrat, Whey matrix, WPC, Xtreme Pro Whey
Яичный альбумин (изолят)	100% Egg Protein, Complete Albumen Power, Egg Pro, Egg Pro Ultra
Соя (изолят)	Balance Soya Shake, Muscle Definer, Opti Soy, Soy Pro, Super Pro Soy
Казеин (гидролизат)	Protein 95

Таблица 14

Сравнительная характеристика комбинированных белковых препаратов по источникам протеинов

Белковый продукт спортивного питания	Молочная сыворотка	Лактальбумин	Казеин	Коллаген	Молозиво	Яичный альбумин	Соя	Рис	Пшеница
90% Muscle Building Protein	+					+	+	+	
100% Anabolic Protein	+		+			+	+		
High 5	+		+			+	+		
Infusion	+	+	+		+				
Isomatrix	+		+			+	+		
Max Pro	+		+						
Micell Edge	+		+		+				
Milk&Egg		+	+			+			
Miogenic	+	+	+						
Muscle Volume Formula 80		+	+			+			
Muscle Volume Classic	+		+	+		+			
Pro Complex	+					+			
Pro M3	+		+			+			
Pro Max	+								+
Pro Peptide	+		+			+			
Pro DeLiTe	+	+	+						
Real Protein	+	+					+		
Super Whey Fuel	+								+
Superior Milk & Egg Protein	+					+			
Whey & Egg	+					+			

Необходимо отметить, что в современных инновационных продуктах спортивного питания могут встречаться и иные источники протеинов. Так, в продуктах спортивного питания серии **«МиоАктив»** в качестве основных белковых компонентов используются белки сыворотки молока, гидролизаты молочных белков и куриного мяса, гемоглобин и белки плазмы крови.

Мультикомпонентный протеин (Multicomponent protein 70), выпускаемый компанией ВКБ-Спорт под торговой маркой «Pureprotein», в качестве источника протеинов использует как животные (яичный белок, белок молочной сыворотки, казеин), так и растительные белки (мука амаранта, зародыши пшеницы).

Потребности спортсменов в белке

Потребность спортсменов в белке зависит от интенсивности тренировок и может рассчитываться по формуле:

дневная потребность в белке (в г) = сухая масса тела (в кг) * фактор интенсивности,

где факторы интенсивности:

- 1.4 - умеренные атлетические тренировки 3 раза в неделю;
- 1.6 - ежедневные умеренные атлетические или аэробные тренировки;
- 1.8 - ежедневные интенсивные атлетические тренировки;
- 2.0 - предсоревновательная подготовка.

Например, для человека весом 80 кг, имеющего 10% жира (сухая масса тела равна 72 кг) и тренирующегося 3 раза в неделю (фактор интенсивности равен 1,4) дневная потребность в белке составляет: **72 * 1,4 = 101 г.** Примерно половину этого количества белка люди получают из обычной пищи, а половину - из пищевых добавок спортивного питания.

Ориентировочная потребность в белках у спортсменов разных видов спорта представлена в таблице 15.

Среди представленных в настоящее время продуктов спортивного питания белковые продукты занимают обширное место. Однако при их сравнении по содержанию белка в разовой дозе они существенно отличаются. Эти отличия отражены в таблице 16.

Таблица 15

Потребность в белке у спортсменов разных видов спорта в соревновательный период

Потребность	Виды спорта						
	Бег на длинные дистанции	Марафон	Спорт. ходьба 20 км	Велогонки шоссейные	Барьерный бег	Тяжелая атлетика	Гимнастика спорт.
г/кг	2,8	2,9	2,5	2,7	2,5	2,9	2,5
Для спортсмена массой 80 кг (г)	224	232	200	216	200	232	200

Таблица 16

Сравнительная характеристика продуктов спортивного питания по содержанию белка

Уровень содержания белка	Содержание в разовой порции (г)	Продукты спортивного питания
Максимально высокий	Более 40	Metal Blast, Power Shake, Med Pro, Pro Complex
Высокий	30 - 40	Mass Gain, Get-Big-Quick, Great Gains, Hard Fast, Anabolic Aktivator II, Multicomponent protein 70*, Формула силы*, МиоАктив*
Средний	20 - 30	Whey & Egg, Egg Pro, Soy Pro, Gain Pro, Egg Pro Ultra, Super Egg, Milk & Egg Protein, Opti-RX Bar, Mass Xeleratot, Amino Xelerator, Whey Pro, Anabolic Aktivator III
Умеренный	10 - 20	Power Protein, Super Whey Pro, Pro Amino Bar, Pro Life, Pro Diet, Multicomponent Weight Gainer*
Низкий	Менее 10	Amino 1900, Diet Fast, Opti-Lean Bar, All Sport Endurance Bar, Amino 3001

Примечание: * - продукция российского производства

Необходимо также отметить, что многие продукты белкового питания содержат и другие компоненты (Табл.17).

Таблица 17

Дополнительные компоненты белковых продуктов спортивного питания

Продукт	Лецитин	Ферментный комплекс	Эубиотики	Пептиды глутамина	Другие компоненты
Xtreme Pro Whey		+			
Whey Matrix	+			+	
Ultra Whey Pro				+	
Volu-Mass	+				
Superior Milk & Egg Protein		+			
Super Whey Pro	+				
Pro Peptide			+	+	
Pro impact		+		+	
Precision Protein	+			+	
Power Protein					Антиоксиданты, липотропики
Pro M3		+			
Platinum Hydro Whey	+	+			
Pure Whey	+				
Proster Whey	+				
Nitro-Tech	+			+	Ацетилцистеин, креатин, кетоглутарат, женьшень
Metoxy Pro				+	Иприфлавон, метоксифлавон
Night Charger	+				Валериана, мелатонин, колострум, ацетилкарнитин
Maxxon				+	Креатин
Iso Sensation 93	+	+		+	Колострум
Infusion	+		+	+	
Isomatrix	+				Гликоциамин
Egg Pro Ultra		+			
Complete Albumen Power	+				
100% Anabolic Protein	+				
Multicomponent protein 70	+				Экстракты элеутерококка, левзеи, калины, боярышника, рябины

Глава 4.

Углеводные компоненты базового питания спортсменов

В зависимости от строения углеводы делятся на моносахариды, олигосахариды и полисахариды. Моносахариды (простые углеводы) - наиболее простые представители углеводов, не расщепляются при гидролизе. Для человека наиболее важны глюкоза, фруктоза и галактоза. Олигосахариды - более сложные соединения, построенные из нескольких остатков моносахаридов. Они делятся на дисахариды, трисахариды и т. д. Наиболее важны для человека дисахариды - сахароза, мальтоза и лактоза. Полисахариды - высокомолекулярные соединения-полимеры, образованные из большого числа остатков моносахаридов. Полисахариды делятся на перевариваемые и неперевариваемые. В первую подгруппу входят крахмал и гликоген, во вторую - разнообразные соединения, из которых наиболее важны для человека целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлоза и пектиновые вещества. Олиго - и полисахариды объединяются термином сложные углеводы. При переваривании сложные углеводы расщепляются до простых углеводов, в основном глюкозы и фруктозы. Моно- и дисахариды обладают сладким вкусом, поэтому их называют также сахарами. Полисахариды сладким вкусом не обладают. Сладость сахаров различна. Если сладость сахарозы (обычного сахара) принять за 100%, то сладость других сахаров составит: фруктозы -173%, глюкозы - 81%, мальтозы и галактозы - 32% и лактозы -16%.

Роль углеводов в спортивном питании достаточно подробно описана в научной литературе [2, 13, 61, 62, 77, 93, 125, 133, 222].

Глюкоза

Всасывается в желудочно-кишечном тракте и поступает в кровь, а затем в клетки различных органов и тканей, где она вовлекается в энергетический обмен. При этом образуется значительное количество АТФ. Глюкоза - наиболее легко утилизируемый источник энергии для человека. Роль глюкозы особенно велика для нормального функционирования центральной нервной системы. Глюкоза играет исключительно важную роль в регуляции выработке инсулина - основного анаболического и антикатаболического гормона организма человека. Как и гормон роста (соматотропин), инсулин увеличивает скорость проникновения аминокислот в клетки мышц, что приводит

к положительному азотистому балансу и росту мышц. Глюкоза служит непосредственным предшественником гликогена (в основном мышечного) – запасного углевода организма. В то же время она легко превращается в триглицериды, причем этот процесс особенно усиливается при избыточном поступлении глюкозы с пищей (Табл.18).

Таблица 18

Вклад различных углеводов в синтез структурных компонентов организма

	Белки	Гликоген	Жиры
Глюкоза	39,2	0,3	60,5
Фруктоза	42,5	0,75	57,0
Сахароза	38,0	0,3	61,7
Мальтодекстрин	54,7	0,8	44.5

Фруктоза и другие углеводы

Фруктоза, как и глюкоза, служит быстро утилизируемым источником энергии. Часть фруктозы в печени превращается в глюкозу, которая затем используется для восстановления запасов гликогена в печени. Метаболизм оставшейся части фруктозы отличается от такового глюкозы. Ферменты, участвующие в превращениях фруктозы, не требует для проявления своей активности инсулина. Этим обстоятельством, а также значительно более медленным всасыванием фруктозы (по сравнению с глюкозой), объясняется лучшая переносимость фруктозы больными сахарным диабетом. Фруктоза усиливает биологическую активность лейцина (аминокислоты с разветвленной цепью), а также нескольких других аминокислот, необходимых для синтеза белка мышц. Кроме того, фруктоза увеличивает всасываемость глюкозы и других питательных веществ.

Мальтодекстрин. Представляет собой промежуточный продукт расщепления крахмала. Состоит из смеси мальтозы и декстринов (полимеров глюкозы со средней длиной цепи). Имеет сравнительно небольшую скорость расщепления, обеспечивая тем самым длительное и равномерное поступление глюкозы.

Сахароза (обычный сахар). Расщепляется до глюкозы и фруктозы. Как и глюкоза, сахароза легко превращается в триглицериды (жирные кислоты), что способствует образованию значительных жировых отложений. **Мальтоза (солодовый сахар).** При помощи специального фермента мальтазы расщепляется в желудочно-кишечном тракте до двух

остатков глюкозы. **Лактоза (молочный сахар).** Является основным углеводом молока и молочных продуктов. Расщепляется в желудочно-кишечном тракте под влиянием фермента лактазы. Недостаточность этого фермента, по-видимому, лежит в основе непереносимости молока.

В спортивных пищевых продуктах наиболее эффективным является применение так называемых комплексных углеводов, то есть сочетание полимеров глюкозы (в основном мальтодекстрина), глюкозы и небольшого количества фруктозы. Такое соотношение обеспечивает поступление легко- и медленно усвояемых углеводы в кишечник и равномерное всасывание углеводов. Потребление значительных количеств простых углеводов (особенно глюкозы) вызывает гипергликемию (скачкообразное повышение уровня сахара в крови), которая ведет к раздражению инсулярного аппарата поджелудочной железы и резкому выбросу гормона в кровь. А систематическое поступление в организм избыточного количества легкоусвояемых углеводов может вызвать истощение инсулярного аппарата и развитие сахарного диабета. Кроме того, поступающие значительные количества простых углеводов не могут полностью депонироваться в виде гликогена, и их избыток превращается в триглицериды, способствуя усиленному развитию жировой ткани. Повышенное содержание в крови инсулина способствует ускорению этого процесса, поскольку в этом случае инсулин оказывает мощное стимулирующее действие на синтез жиров.

Ресинтез гликогена

Углеводы, поступающие с пищей, превращаются в гликоген, который откладывается в тканях и образует депо углеводов, из которого при необходимости организм «черпает» глюкозу, используемую для обеспечения энергией различных физиологических функций. В связи с этим гликоген играет важную роль в регуляции уровня сахара в крови. Основными органами, в которых откладываются значительные количества гликогена, являются печень и скелетные мышцы. Общее количество гликогена и организме невелико и составляет около 500 г, из которых 1/3 локализована о печени, а остальные 2/3 - в скелетных мышцах. Если углеводы с пищей не поступают, то запасы гликогена оказываются полностью исчерпанными через 12-18 ч. Более того, исследования показывают, что мышечный гликоген может быть полностью исчерпан уже через 15-30 минут интенсивной физической нагрузки.

Для полного восстановления после интенсивной тренировки необходимо восполнить запасы гликогена в печени и мышцах. Ресинтез гликогена - довольно медленный процесс (всего 5% в час), который занимает

около 20 часов и требует большого количества углеводов. Исключением являются первые 2 часа после тренировки (так называемое белково-углеводное окно), во время которых скорость восстановления увеличивается до 7-8%.

Потребности спортсменов в углеводах

Ориентировочная потребность в углеводах у спортсменов разных видов спорта представлена в таблице 19.

Таблица 19

Потребность в углеводах у спортсменов разных видов спорта в соревновательный период

Потребность	Виды спорта						
	Бег на длинные дистанции	Марафон	Спорт. ходьба 20 км	Велогонки шоссейные	Барьерный бег	Тяжелая атлетика	Гимнастика спортивная
г/кг	12	13	11,5	14,5	9,8	11,8	9
Для спортсмена массой 80 кг (г)	960	1040	920	1160	784	944	720

Сравнительная характеристика продуктов спортивного питания по содержанию углеводов представлена в таблице 20.

Таблица 20

Содержание углеводов в продуктах спортивного питания

Уровень содержания	Содержание в разовой порции (г)	Продукты спортивного питания
Максимально высокий	Более 100	Great Gain, Mass Xelerator, Get-Big Quick, T-Max 110, Carb Xelerator
Высокий	50 - 100	Mass Gain, Pro Energizer, Carbo Pump, Amino Xelerator, Anabolic Aktivator II, Metal Blast, Power Shake, Hard Fast, Multicomponent Weight Gainer*
Средний	20 - 50	Power Mass Next Level Bar, Opti-RX Bar, Carbo Power, Carbo Xelerator Lite, All Sport Endurance Bar, Pro Amino Bar, Termo Xelerator, Pro Life, High Perfomance Optimizer, Med Pro
Умеренный	10 - 20	Carbo Juice, Gain Pro, Power Pro, Forsade, Pro Diet, Diet Fast, Multicomponent protein 70*
Низкий	Менее 10	Whey&Egg, Whey Pro, Soy Pro, Pro Complex, Super Eggs, МиоАктив Спорт*

Примечание: * - продукция российского производства

Глава 5.

Липидные компоненты базового питания спортсмена

Роль липидов в спортивном питании достаточно подробно описана в научной литературе [2, 13, 62, 63, 77, 93, 125, 206].

Жиры (липиды) - органические соединения, входящие в состав животных и растительных тканей и состоящие в основном из триглицеридов. Кроме того, к жирам относятся вещества, обладающие высокой биологической активностью: фосфатиды, стерины, некоторые витаминоподобные соединения.

Биологическая роль жиров заключается, прежде всего, в том, что они входят в состав клеточных структур всех видов тканей и органов и необходимы для построения новых структур (пластическая функция). Важнейшее значение имеют жиры для процессов жизнедеятельности, так как вместе с углеводами они участвуют в энергообеспечении всех жизненных функций организма. Кроме того, жиры, накапливаясь в жировой ткани, окружающей внутренние органы, и в подкожной жировой клетчатке, обеспечивают механическую защиту и теплоизоляцию организма. Наконец жиры, входящие в состав жировой ткани, служат резервуаром питательных веществ и принимают участие в процессах обмена веществ и энергии.

Жиры делятся на содержащие *насыщенные* и *ненасыщенные* жирные кислоты. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты отличаются не только по своим химическим и физическим свойствам, но и по биологической активности и «ценности» для организма. Насыщенные жирные кислоты по биологическим свойствам уступают ненасыщенным. Имеются данные об отрицательном влиянии первых на жировой обмен, функцию и состояние печени, предполагается их участие в разви-

тии атеросклероза. Наиболее выраженными биологическими свойствами обладают так называемые *полиненасыщенные* жирные кислоты. Это линолевая, линоленовая и арахидоновая жирные кислоты. Они не синтезируются в организме человека (иногда их вместе называют витамином F) и образуют группу так называемых *незаменимых жирных кислот,* то есть жизненно необходимых для человека. Эти кислоты отличаются от истинных витаминов тем, что не обладают способностью усиливать обменные процессы, однако потребность организма в них значительно выше, чем в истинных витаминах (Табл. 21).

Таблица 21

Соотношения длинноцепочечных жирных кислот в некоторых продуктах, рекомендуемых в спортивном питании

Продукт – источник ПНЖК	Процентное соотношение, %		
	Омега-3	Омега-6	Омега-9
Сафлоровое масло	Следы	75	15
Кукурузное масло	Следы	70	25
Оливковое масло	Следы	10	71
Подсолнечное масло	2	60	25
Соевое масло	7	54	24
Рыбий жир	37	1	13

Важнейшим биологическим свойством полиненасыщенных жирных кислот является их участие в качестве обязательного компонента в образовании структурных элементов клеточных, а также в высокоактивных в биологическом отношении белково-липидных комплексах.

Полиненасыщенные жирные кислоты обладают способностью повышать выведение холестерина из организма, переводя его в легкорастворимые соединения. Кроме того, полиненасыщенные жирные кислоты оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, повышая их эластичность и снижая проницаемость. Установлена связь полиненасыщенных жирных кислот с обменом витаминов группы В, особенно B_6 и B_1. Имеются данные о стимулирующей роли этих кислот в отношении защитных сил организма, в частности в повышении устойчивости организма к инфекционным заболеваниям и ионизирующему излучению.

Сегодня в западных системах питания отношение омега-6 и омега-3 жирных кислот колеблется примерно от 10:1 до 20:1 вместо традиционного соотношения от 1:1 до 2:1. Для большинства спортсменов, особенно тех, кто находится в стадии отдыха, общие рекомендации по питанию должны включать полиненасыщенные жирные кислоты от 1 до 2 г в сутки [206].

Лецитин

Лецитин – представляет собой натуральную смесь фосфорилированных ненасыщенных жирных кислот (фосфолипидов), основным из которых является фосфатидилхолин. Способствует улучшению переваривания и всасывания жиров, правильному их обмену в организме, обеспечивает снижение содержания холестерина в крови. Фосфолипиды являются активной частью мембран клеток, регулируют деятельность многих важных процессов в нервной и кроветворной ткани. Рекомендуется в периоды повышенной физической или умственной утомляемости, для профилактики ускоренного старения, спортсменам для увеличения мышечной массы в период интенсивных тренировок в комплексе с поливитаминами и белковыми продуктами [66,89, 191].

Лецитин (фосфатидилхолин) оказывает антигипоксическое действие, содействуя повышению скорости диффузии кислорода из легких в кровь и из крови в ткани, нормализуя процессы тканевого дыхания. Восстанавливает функциональную активность эндотелиальных клеток, повышает синтез и выделение эндотелиального фактора расслабления, улучшает микроциркуляцию крови в сосудах и её реологические свойства. Ингибирует процессы перекисного окисления липидов в крови и тканях, обеспечивает нормальный обмен жиров, поддерживает активность антиоксидантных систем организма, повышает неспецифический иммунитет. Лецитин способствует усвоению витаминов А, D, Е и К, стимулирует желчеотделение, образование эритроцитов и гемоглобина, улучшает когнитивные функции и внимание.

Существует несколько возможных биохимических механизмов воздействия препаратами фосфатидилхолина и других фосфолипидов на клетки организма:

- удаление избыточного холестерина из клеточных мембран;
- обмен с более «тугоплавкими» мембранными липидами;
- замена поврежденных, например окисленных, липидов;
- восстановление механических повреждений мембран клеток;
- вытеснение из мембран токсических веществ;
- участие в транспортировке по руслу крови жиров, холестерина и жирорастворимых витаминов;
- участие в качестве готовых «строительных блоков» мембран делящихся и растущих клеток;
- как антиоксидант;
- как источник биологически активных веществ (фосфора, холина, полиненасыщенных жирных кислот), участвующих в механизме липидного и углеводного обмена.

Все перечисленные биохимические механизмы коррекции липидного баланса реализуются как в отдельности, так и комплексно, вызывая относительно медленные, но устойчиво накапливающиеся положительные сдвиги в метаболической, сосудистой и неврологической сферах организма.

Использование жиров как энергетического материала особенно важно в тех ситуациях, когда продолжительность спортивной деятельности достигает 1,5 часа и более, а также в условиях низкой температуры окружающей среды, когда жиры используются в целях терморегуляции. Следует, однако, учитывать, что для полноценного использования жиров в качестве энергетического материала в тканях должно поддерживаться высокое напряжение кислорода, иначе произойдет накопление недоокисленных продуктов жирового обмена, с которыми связано развитие хронического утомления при длительной работе. Несмотря на то, что жир является важным энергетическим субстратом, потреблять его в чрезмерном количестве не следует, так как это приводит к возникновению ощущения тяжести в желудке, что вызывает вялость, сонливость, нарушает адекватное усвоение углеводов. Поскольку жиры усваиваются медленнее, чем белки и углеводы, пища, потребляемая перед соревнованием, должна содержать незначительное количество жира.

Таким образом, удовлетворить потребность в жирах вполне возможно за счет использования натуральных продуктов. Но в питании спортсменов часто применяются специальные пищевые сме-

си, содержащие легкоусвояемые жиры растительного и животного происхождения, а также жирные кислоты и активаторы жирового обмена в тканях.

Среднецепочечные триглицериды

В продуктах спортивного питания часто используют триацилглицеролы со средней длиной цепи (*англ.*– МСТ), которые получаются при частичном гидролизе полиненасыщенных жирных кислот и обладают всеми присущими им свойствами. Они дают в два раза больше энергии, чем белки и углеводы, и при этом в наименьшей степени участвуют в образовании жировых отложений.

С химической точки зрения - это насыщенные жирные кислоты (каприловая С8, и каприновая С10), однако усвоение их в организме человека существенно отличается от насыщенных жиров. Обычные жиры и масла с жирными кислотами С12-С18 в процессе усвоения гидролизуются до свободных жирных кислот и моноглицеридов, а затем медленно метаболизируются лимфатической системой. При этом липиды медленно вступают в окислительные процессы, а часть липидов откладывается в адипоцитах (жировых депо). Благодаря меньшим размерам, среднецепочечные триглицериды напрямую поступают в кровеносное русло. Они практически мгновенно метаболизируются и используются как источник энергии в мышцах, печени, мозге и т.д., одновременно с этим имея высокую энергетическую отдачу. Также, к преимуществам МСТ относится их высокая стабильность к окислению и способность быть идеальным растворителем для многих жирорастворимых ингредиентов, в том числе витаминов, биофлавоноидов, микроэлементов и т.д.

Жиры в специализированных продуктах спортивного питания

В таблице 22 представлены продукты спортивного питания, отличающиеся по содержанию липидов (чаще всего содержат среднецепочечные триглицериды и фосфолипиды).

Таблица 22

Сравнительная характеристика средств спортивного питания по содержанию липидов

Уровень содержания	Содержание в разовой порции (г)	Продукты спортивного питания
Максимально высокий	Более 10	Infusion, МиоАктив Спорт*, Мио-F*
Высокий	8 - 10	Power Mass Next Level Bar, Mass Gain, Multicomponent Weight Gainer*
Средний	3 - 7	Opti-RX Bar, Opti-LEAN Bar, Pro Amino Bar, Med Pro, Designer Glycer Lean
Умеренный	2	All Sport Endurance Bar, High Perfomance Optimizer, Get-Big Quick, Metal Blast, Power Shake, Hard Fast, Essential Protein 100% Pure Whey, Advanced Whey, Whey Matrix, Whey Protein Concentrate, 100% Whey Protein Fuel, Multicomponent protein 70*
Низкий	Менее 2	Pro Lite, Whey&Egg, Whey Pro, Super Eggs, Pro Diet, Power Pro, Myogenic, Ultra Whey Pro, Designer Whey Protein, Metoxy-Pro, Platinum Hydro Whey, Super Whey Pro, 100% Iso Whey Protein
Отсутствуют	0	Carbo Power, Carb Xelerator, T-Max, Amino Xelerator, Mass Xelerator, Diet Fast, Soy Pro, Gain Pro, Carbo Pump, Great Gain, Pro Energizer, Anabolic Aktivator, Nectar, Iso 100, Whey Protein Isolate, Carbo Kick, Egg Pro, Power Chews

Примечание: * - продукция российского производства, содержит «полезные» среднецепочечные триглицериды

Глава 6.

Витамины как спортивные фармнутриенты

Роль витаминов в спортивном питании достаточно подробно описана в научной литературе [2, 13, 62, 63, 77, 93, 115, 218].

Витамины - необходимые для нормальной жизнедеятельности органические соединения с высокой биологической активностью, которые не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. Почти все витамины прямо или косвенно принимают участие в синтезе белка в организме. Но особую важность для атлетов имеют витамины, которые контролируют течение ключевых реакций синтеза анаболических гормонов и белковых молекул.

Моновитамины

Обеспечение метаболической активности при воздействии неблагоприятных факторов спортивной деятельности и развитии экстремальных состояний не может быть полным без достаточного обеспечения витаминными сбалансированными комплексами, включающими как минимум витамины B_1, B_2, B_5, B_6, B_{12}, токоферол, аскорбиновую и пангамовую кислоты. С момента своего открытия витамины стали одним из наиболее широко применяемых классов фармакологических средств. Однако первоначально целью их применения было восполнение суточной потребности в каком-либо витамине при длительном несбалансированном питании, в частности, для профилактики и лечения цинги, рахита, бери-бери, ксерофтальмии и других авитаминозов.

Так как в настоящее время авитаминозы практически не встречаются, целью приема витаминов в спорте в основном является профилактика полигиповитаминозов, связанных с нарушением всасывания содержащихся в пище витаминов при хронических заболеваниях системы пищеварения, или повышением потребности в них при интенсивных физических или эмоциональных нагрузках, воздействии экстремальных факторов, беременности и др., а также неспецифическое лечебное действие, для достижения которого используются дозы, существенно превышающих суточную потребность в витаминах.

Витамин B_1 (тиамин, фосфотиамин, бенфотиамин) в виде своей активной формы (тиаминдифосфат) входит в состав ключевых ферментов обмена углеводов – кокарбоксилазы и транскетолазы, участвует в утилизации тканями глюкозы, молочной и пировиноградной кислот, кетоновых тел. Такое действие тиамина позволяет его применять при различных нарушениях обмена углеводов, в том числе при метаболическом ацидозе, сахарном диабете и его тяжелом осложнении – кетоацидозе. Он способен устранять нарушения обмена веществ в миокарде при различных дистрофических процессах (дистрофии миокарда, миокардитах, постинфарктных состояниях, аритмиях). Кроме того, тиамин усиливает синтез нуклеиновых кислот и белков, необходим для нормального содержания в нервной системе медиаторов (ацетилхолина, серотонина, ГАМК), а также участвует в синтезе миелина, что позволяет применять его при лечение гипотрофий, язв желудка, воспалений нервных стволов. Влияние на синтез ацетилхолина и трофические процессы в слизистой желудка позволяют применять тиамин в комплексном лечении атрофических гастритов, гипосекреторных состояний, атонии кишечника. Участвует в серии сложных биохимических процессов обеспечения выработки энергии, необходимой для синтеза белка из аминокислот. Регулирует образование субстратов для синтеза нуклеиновых кислот, без этого процесса затрудняется «считывание» информации с ДНК, что приводит к снижению синтеза структурных мышечных белков. Важно отметить, что при дефиците витамина B_1 происходит вовлечение аминокислот в энергетический обмен, а не на строительство мышечной ткани, азотистый баланс в организме становится резко отрицательным, фонд аминокислот истощается, что приводит мышечному застою и нарушению работы сердца. Таким образом, тиамин занимает важнейшее место в энергетическом обмене, нормальное течение которого необходимо для обеспечения любых восстановительных процессов после активной мышечной работы.

При возможности выбора различных препаратов витамина B_1 необходимо учитывать, что *бенфотиамин* лучше всасывается в желудочно-кишечном тракте (следовательно, оптимален при заболеваниях ЖКТ), а *фосфотиамин* быстрее превращается в кокарбоксилазу и обладает менее выраженными побочными реакциями. Применение *кокарбоксилазы* наиболее эффективно при диабете и дистрофиях миокарда. Растворы тиамина для инъекций нельзя смешивать с другими препаратами (образует трудно растворимые комплексы). Важно также учитывать взаимодействие тиамина с другими витаминами: высокие дозы витамина B_6 тормозят его превращение в активную форму, в витамин B_{12} усиливает аллергические реакции на него.

В лечебных целях тиамин в основном используется в ампульной форме (Витамин B_1, Кокарбоксилаза, Тиамина хлорид). В виде таблеток выпускается препарат Бенфогамма, который чаще применяют в профилактических целях.

Основная роль **витамина B_2** (рибофлавина, флавинмононуклеотида, флавината) – участие в виде кофермента в клеточном дыхании и синтезе АТФ, синтезе некоторых белков, в частности, необходимого для кроветворения эритропоэтина и белковой части гемоглобина, ферментов синтеза катехоламинов в нервной системе. Он также необходим для поддержания нормальной микрофлоры кишечника и препятствует развитию дисбактериоза. Профилактическое применение рибофлавина целесообразно при различных видах кислородного голодания, возникающего при нарушениях кровообращения, при пневмониях, туберкулезе, бронхиальной астме, ожогах, обморожениях, дистрофиях. Лечебное применение рибофлавина целесообразно при любых нарушениях кроветворения, гепатитах, острых инфекционных заболеваниях (усиливает фагоцитоз), особенно при дифтерии (повышает устойчивость к дифтерийному токсину), длительно не заживающих ранах, трофических язвах, гипотрофии.

Витамин B_2 (рибофлафин), как и витамин B_1, участвует в энергетическом обеспечении синтеза белковых молекул. Кроме того, регулирует процессы потребления кислорода в клетках. При нормальном содержании в организме снижает потребность мышечных тканей в кислороде, что важно при гипоксии во время интенсивной тренировки. Этот механизм обеспечивает полноту мышечного восстановления.

Содержание рибофлавина в организме снижается при тиреотоксикозе, интенсивном ультрафиолетовом облучении, хронических

заболеваниях желудочно-кишечного тракта, недостаточности кровообращения, применении антибиотиков тетрациклинового ряда, длительном лечении аминазином и антидепрессантами (амитриптилин, имизин). Признаками его недостаточности могут быть нарушения функции центральной нервной системы (депрессия, истерия, ипохондрия), кожи и слизистых (стоматит, чешуйчатое шелушение кожи лица, век, трещины в уголках рта и за ушами), помутнение хрусталика, нарушение переваривания пищи.

Профилактическое применение рибофлавина целесообразно при заболеваниях, снижающих его концентрацию в тканях, антибиотикотерапии, кислородном голодании любой природы (в том числе нарушениях кровообращения, дыхательной недостаточности при пневмониях, туберкулезе, бронхиальной астме и т.д.), ожогах и обморожениях, дистрофии. Лечебное применение рибофлавина целесообразно при любых нарушениях кроветворения, гепатитах, острых инфекционных заболеваниях (повышают фагоцитоз), особенно при дифтерии (повышает устойчивость к дифтерийному токсину), длительно не заживающих ранах, трофических язвах, гипотрофии. В виде глазных капель применяется при конъюнктивитах, кератитах, язвах и травмах роговицы, катаракте.

Ампульные инъекционные препараты витамина B_2 (рибофлавин-мононуклеотид, флавинат) могут также применяться при зудящих дерматозах, экземе, нейродермите, хроническом гепатите, а также при отсутствии эффекта от его перорального применения.

Биологическое значение **витамина PP** (**витамин B_3**, ниацин, никотиновая кислота, никотинамид, эндурацин) связано с включением его в состав кофермента дегидрогеназ, участвующих практически во всех видах обмена и тканевом дыхании. Поэтому признаками его недостаточного содержания в организме являются ухудшение памяти, интеллектуальной эффективности, двигательное возбуждение вплоть до судорожных припадков, снижение пищеварения, дистрофия, появление дерматитов. Применение лечебных доз витамина PP целесообразно при ишемических или гипоксических состояниях, гепатитах, гипотрофии. Участвует в расщеплении углеводов. Необходим для синтеза половых гормонов, кортизона, тироксина и инсулина. Важен для циркуляции, переноса и поглощения кислорода клетками.

Всасывание витамина PP из кишечника нарушается при низкой кислотности желудочного сока, энтеритах, хронических колитах,

язвенной болезни, аскаридозе, лямблиозе, избыточном питании кукурузой. Необходимость в дополнительном введении витамина PP возникает при заболеваниях печени (нарушается образование активной формы коферментов), применении угнетающих кишечную микрофлору антибиотиков, особенно тетрациклинового ряда, а также при повышенной потребности в нем (физические нагрузки, рост организма). В этих ситуациях целесообразен профилактический прием витамина PP.

Кроме того, никотиновая кислота обладает и специфическими видами действия, не связанными с витаминным эффектом. Это спазмолитический эффект (расслабление гладкой мускулатуры мелких сосудов) и влияние на свертывающую систему крови (активация фибринолиза с растворением тромбов, снижение вязкости крови, подавление функции тромбоцитов). С целью усиления этого невитаминного действия никотиновую кислоту комбинируют с другими спазмолитическими веществами - папаверином (никошпан) и метилксантинами, близкими к эуфиллину (ксантинола никотинат, компламин). Спазмолитический эффект проявляется в покраснении лица, кратковременном ощущении жара в конечностях. Длительный прием никотиновой кислоты оказывает противоатеросклеротический эффект, что привело к созданию препарата пролонгированного действия - *эндурацина*.

Необходимо учитывать, что введение в организм больших доз никотиновой кислоты должно сопровождаться дополнительным приемом холина или метионина, а также витаминов B_{12} и фолиевой кислоты.

Холи́н (от греч. Χολή — жёлчь) — гидроокись 2-оксиэтилтриметиламмония, $[(CH_3)_3N^+CH_2CH_2OH]\ OH^-$. Холин обычно относят к витаминам группы B (**витамин B_4**), хотя животные и микроорганизмы способны его синтезировать. Холин включается в процессы синтеза ацетилхолина, адреналина, стероидных гормонов, входит в состав фосфолипидов мембран. Препарат способствует интенсификации транспорта из печени жирных кислот, предотвращая этим ее ожирение, необходим для поддержания нормальной функции почек и тимуса.

В организме из холина синтезируется важнейший нейромедиатор – передатчик нервного импульса — ацетилхолин. Холин является важным веществом для нервной системы и улучшает память. Он входит в состав фосфолипидов (например, лецитина, сфингомиелина), участвует в синтезе аминокислоты метионин, где является поставщиком метильных

групп, влияет на углеводный обмен, регулируя уровень инсулина в организме. Холин является гепатопротектором и липотропным средством. В комплексе с лецитином способствует транспорту и обмену жиров в печени. При дефиците холина в рационе уровень карнитина, необходимого организму химического компонента, обеспечивающего сгорание жирных кислот для получения энергии, в сердце, печени и скелетных мышцах, уменьшается.

Биологическое значение **витамина B_5** (пантотеновая кислота, кальция пантотенат) определяется тем, что в виде коэнзима А, синтез которого контролируется витамином B_6, он входит в состав многих ферментов, в том числе ферментов детоксикации ксенобиотиков. Пантотеновая кислота необходима для нормальной работы цикла Кребса, обмена жирных кислот, синтеза ацетилхолина, стероидных гормонов, сократительных белков сердца, соединительной ткани, всасывания в кишечнике глюкозы, калия, витамина Е, поддержания способности почек выводить избыток воды и солей. Важнейшим свойством пантотеновой кислоты является участие в синтезе жирных кислот и стероидных гормонов. Кроме того, она регулирует процессы мышечного восстановления, утилизирует молочную кислоту в мышцах и вовлекает жирные кислоты в энергообмен.

Основными показаниями для лечебного применения пантотената кальция являются гипотрофии, рахит (общий анаболический эффект), бронхиальная астма, аллергии (синтез глюкокортикоидных гормонов), дерматиты, экземы (нормализация обменных процессов в коже), атонические запоры и атония мочевого пузыря (синтез ацетилхолина), дистрофия миокарда (синтез сократимых белков), снижение токсического действия аминогликозидных антибиотиков (стрептомицина, гентамицина, канамицина и др.) на слух и зрение. На фоне применения лечебных доз пантотената кальция усиливается действие противовоспалительных, анаболических средств, антигистаминных, сердечных гликозидов, прозерина.

Пантотеновая кислота способствует поддержанию оптимального состояния кожи, волос и ногтей, регенерации кожи при ожогах и других ее повреждениях, поэтому наряду с препаратами общего действия (таблетки витамина B_5, кальция пантотената, пантенола, ампулы пантенола), фармацевтической промышленностью выпускается аэрозоль Пантенол для накожного применения, а также Бепантен - крем, мазь и раствор для наружного применения.

Витамин B_6 (пиридоксин) в печени превращается в активный кофермент – пиридоксальфосфат, который регулирует практически все процессы белкового обмена – от всасывания аминокислот в кишечнике и их метаболизма до синтеза нуклеиновых кислот и белков. Особенно важно участие пиридоксина в синтезе переносчиков железа и гемоглобина (применение при железодефицитных анемиях), сократимых белков миокарда (лечение дистрофии миокарда, хронической сердечной недостаточности), пищеварительных ферментов (коррекция гипосекреторных состояний), поддержании высокой детоксицирующей и синтетической функции печени (лечение токсикозов беременности, гепатитов, холангитов, холециститов). Пиридоксин контролирует синтез дофамина и серотонина, никотиновой кислоты, поддерживает активность фолиевой и линолевой кислот, ограничивает образование эндогенных судорожных субстанций. Витамин B_6 – ведущий витамин, участвующий в процессе создания требуемого в данный момент соотношения аминокислот в общем депо организма, используемого в текущем синтезе белка. Известно, что разные виды нагрузок требуют различного соотношения аминокислот, так как в зависимости от нагрузок работают либо красные, либо белые мышечные волокна, для синтеза которых требуются четкие сочетания аминокислот. Витамин B_6 влияет и на выработку гамма-аминомаслянной кислоты, которая несет анаболические функции, а также является биологически активным веществом мозга, что приводит к быстрому восстановлению психики после тяжелых нагрузок.

В профилактических целях пиридоксин может использоваться при беременности, искусственном вскармливании грудных детей, преимущественно белковом питании (в частности, у спортсменов), интенсивных физических нагрузках, охлаждении, хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при которых увеличивается потребность в витамине B_6. Отдельно необходимо упомянуть о необходимости применения пиридоксина у людей, получающих противотуберкулезные препараты (изониазид, тубазид и др.), так как многие побочные эффекты и осложнения, связанные с длительным приемом этих препаратов устраняются пиридоксином. Он также применяется для снижения побочных эффектов лучевой терапии опухолей. Профилактическая доза витамина B_6 обычно составляет 20 мг/сутки, лечебная - 50 - 100 мг/сутки.

Пиридоксальфосфат (активная форма витамина B_6) – кофермент глутаматдекарбоксилазы, является прямым активатором сукцинатде-

гидрогеназы. Пиридоксалевым ферментам принадлежит существенная роль в регулировании метаболических реакций, приводящих к образованию эндогенной янтарной кислоты. Лимитирующими участками при этом являются приток субстратов – предшественников сукцината, обладающих антигипоксическими свойствами (аланин, глутамат, ГАМК, янтарный полуальдегид, малат), а также кофакторов ряда ферментов этих метаболических путей, в том числе витаминов B_1, B_2, B_6, липоевой кислоты. Противогипоксические эффекты усиливаются при сочетанном их применении, а также в совокупности с соответствующими субстратами.

Форма выпуска: таблетки, покрытые оболочкой, по 10 и 20 мг. Препарат принимают внутрь через 10-15 мин после еды. Взрослым назначают в дозе 20-40 мг 3-5 раз в сутки, суточная доза для взрослых составляет 40-160 мг. Длительность курса лечения составляет от 10 до 30 дней и более в зависимости от характера заболевания и эффективности терапии. Лекарственное взаимодействие: циклосерин, пеницилламин при одновременном применении снижают эффект пиридоксальфосфата. Пиридоксальфосфат при одновременном применении ослабляет противопаркинсоническую активность леводопы. Пиридоксальфосфат фармацевтически несовместим с витаминами B_1 и B_{12}.

Среди различных препаратов витамина B_6 (пиридоксина) необходимо отдельно упомянуть препарат Магне B_6, содержащий дополнительно к витамину лактат магния. Дефицит ионов магния в организме проявляется мышечной слабостью, непроизвольным дрожанием рук, судорогами, нарушением походки, повышенной возбудимостью и раздражительностью, расстройствами сна. С учетом того, что пиридоксин ограничивает образование в нервной ткани веществ, облегчающих судороги, в том числе при эпилепсии, прием Магне B_6 будет более целесообразным именно при его использовании в неврологической практике.

Витамин B_{12} (цианкобаламин, оксикобаламин, кобамамид) участвует в переводе фолиевой кислоты в активную форму, в синтезе активной формы метионина, коэнзима А, антиоксиданта глутатиона (применение при гепатитах, циррозе печени), янтарной кислоты, миелина (лечение невритов, невралгий, радикулитов). Он контролирует синтез ДНК (а, следовательно, и деление клеток), созревание эритроцитов, увеличивает содержание Т-супрессоров, что способствует ограничению аутоиммунных

процессов (ревматизм, полиартриты, гломерулонефрит) и сохранению антигенно-структурного гомеостаза при экстремальных воздействиях. Участвует в реакциях выработки метионина - дефицитной для организма аминокислоты, которая, в свою очередь, запускает синтез белка на рибосомах - аппарате клетки, синтезирующем белок. Витамину B_{12} присущи и липотропные свойства - вовлечение жиров в энергетический обмен, что обеспечивает оптимальное энергообеспечение организма в период длительной работы.

Профилактическое применение цианокобаламина возможно при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, препятствующих его всасыванию (состояния после резекции желудка, глистные инвазии ленточными гельминтами, кишечные инфекции), а также лицам, находящимся на вегетарианской диете.

Основным поставщиком витамина B_{12} являются продукты животного происхождения, особенно богата им печень. Поэтому в медицинской практике кроме цианокобаламина в качестве препаратов витамина B_{12} используются вытяжки из печени животных (витогепат, сирепар, гепавит, камполон, антианемин). Применяются препараты витамина B_{12} инъекционно.

С учетом того, что витамины B_1, B_6 и B_{12} применяются для лечения воспалительных процессов в нервных корешках и стволах (радикулиты, невралгии, полиневриты и т.д.), были разработаны комбинированные препараты, содержащие лечебные дозы этих витаминов. К ним относится Мильгамма (пиридоксин + бенфотиамин) и Неуроксин (тиамин + пиридоксин + цианокобаламин).

Значительное внимание в ряде экспериментальных работ было уделено роли **пангамовой кислоты** (витамин B_{15}) на биохимические изменения при выполнении физических нагрузок. Положительное влияние пангамата кальция при длительном его введении, приводящее к повышению физической работоспособности, может быть частично обусловлено его способностью переносить метильные группы для синтеза холинфосфатидов. Увеличение содержания этих соединений в митохондриальных мембранах способствует их меньшему набуханию и дезинтеграции митохондрий при выполнении интенсивной мышечной работы [43]. Именно при интенсивных нагрузках, сочетающихся со значительно выраженными гипоксическими изменениями метаболизма, пангамат оказался наиболее эффективным [115].

Пангамовая кислота способствует использованию кислорода тканями, улучшает жировой обмен при атеросклерозе и энергетический обмен

в мышцах (как скелетных, так и миокарде), усиливает синтез сурфактанта (вещества, поддерживающего эластичное состояние легочной ткани при пневмониях, эмфиземе, пневмосклерозе, силикозе), усиливает регенеративные процессы в печеночной ткани при гепатитах, ускоряет окисление этилового спирта. При патологических состояниях, сопровождающихся ухудшением функции почек и задержкой воды, восстанавливает выделение мочи. Достаточно важным свойством пангамовой кислоты является способность снижать частоту и выраженность осложнений при приеме антибиотиков пенициллинового ряда (пенициллин, бициллин, ампициллин, оксициллин, карбенициллин), сульфаниламидов (этазол, сульфадимезин, сульфадиметоксин, бисептол), кортикостероидов (гидрокортизон, преднизолон, дексаметазон).

NB! Фармацевтическая промышленность выпускает витамин B_{15} в виде пангамата кальция.

Фолиевая кислота (витамин B_c) под влиянием витаминов B_{12}, B_6 и С переходит в активную форму – цитроворум-фактор, необходимый для кроветворения и процессов регенерации. Поэтому основными показаниями к применению фолиевой кислоты является стимуляция эритро- , лейко- и тромбоцитопоэза, регенерационных и анаболических процессов при язвенной болезни, ожогах, ранах, гипотрофиях. Эти свойства препарата делают его необходимым для коррекции экстремальных состояний. Регулирует общую скорость синтеза ДНК клеток, что в свою очередь влияет на скорость синтеза белковых молекул. Непосредственно участвует в сборке молекулы белка из свободных аминокислот. Совместно с витамином B_{12} участвует в синтезе метионина. Фолиевая кислота активно повышает адаптационные возможности организма к физической нагрузке на всех фазах атлетической тренировки.

Действие **витамина С** (аскорбиновая кислота) направлено на улучшение окислительно-восстановительных процессов и энергетического обеспечения организма, проявляющееся в возрастании эффективности использования тканями глюкозы и молочной кислоты. При этом в печени происходит усиление способности разрушать чужеродные и токсические вещества, а также холестерин, в нервных клетках – синтеза катехоламинов, в надпочечниках – глюкокортикоидных гормонов, в соединительной ткани – необходимого для быстрого заживления ран коллагена, а также белка костной ткани оссеина, в клетках иммунной системы активируется синтез иммуноглобулинов, интерферонов и фагоцитоз.

Самостоятельное значение имеет способность витамина С усиливать всасывание железа и его включение в гемоглобин, а также поддерживать сохранение активной формы фолиевой кислоты, необходимой для полноценного кроветворения. За счет влияния на клетки эндотелия и тромбоциты аскорбиновая кислота участвует в регуляции проницаемости капилляров.

Спектр действия аскорбиновой кислоты необычайно широк. Она обеспечивает синтез нормальной костной структуры скелета и зубов человека. Принимает непосредственное участие в синтезе стероидных гормонов, в том числе и гормонов коры надпочечников, отвечающих за адаптацию организма к стрессу и регулирующих иммунитет. Важным является и наличие антигипоксического эффекта витамина С - защита макромолекул, в том числе и белковых, от преждевременного окисления и разрушения. Незаменим витамин С и как участник ферментативных реакций энергосбережения клетки.

Суточная потребность в аскорбиновой кислоте составляет для взрослого мужчины 70-100 мг, для женщины - 80 мг, дополнительно при беременности 20 мг, при кормлении грудью 40 мг, детям и подросткам в зависимости от возраста от 30 до 70 мг. Потребность в ней увеличивается при различных физических и эмоциональных нагрузках, заболеваниях. Применение тетрациклиновых антибиотиков, аспирина существенно снижает содержание витамина С в тканях, а курение и алкоголь ускоряют разрушение, что ведет к необходимости его дополнительного введения.

Биотин (витамин Н). Необходим для глюконеогенеза (синтеза глюкозы) и вовлечения жирных кислот в энергетический обмен. Незаменим как кофактор при метаболизме аминокислот с разветвленной цепью.

Рутин (витамин Р). Относится к группе веществ - биофлавоноидов, обладающих способностью (особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой) уменьшать проницаемость и ломкость капилляров. Совместно с аскорбиновой кислотой они участвуют в окислительно-восстановительных процессах. Кроме того, обладают антиоксидантными свойствами и, в частности, предохраняют от окисления аскорбиновую кислоту и адреналин.

Липоевая кислота и **липамид** по своим свойствам близки к витаминам группы В. Она входит в состав некоторых коферментов углеводного и жирового обмена. Она также участвует в синтезе коэнзима

А в печени, что тормозит отложение в ней жиров, активирует метаболическую и желчегонную функцию. Важным аспектом противоатеросклеротического влияния липоевой кислоты является снижение уровня холестерина и липидов в крови. Полезным является также применение липоевой кислоты в комплексной терапии отравлений солями тяжелых металлов (свинец, ртуть). Она играет важную роль в энергетическом обеспечении повышенных физических нагрузок. Сдвигает спектр липидов крови в сторону ненасыщенных жирных кислот, понижает содержание холестерина и насыщенных жирных кислот в крови, предотвращая развитие атеросклероза. Мобилизует жир из жирового депо организма с последующей его утилизацией в энергетическом обмене. Регулирует процессы утилизации шлаков аэробного обмена в посттренировочном периоде. В частности, утилизация молочной кислоты зависит от содержания липоевой кислоты, что позволяет ее использовать для устранения метаболического ацидоза. Усиливает усвоение аминокислоты глицин и синтез глюкозы и белка в печени. Участвует в формировании мембран клеток. Благотворно влияет на сосудистую систему

Витамин U (метилметионинсульфония хлорид) участвует в разрушении гистамина, стимулирующего образование соляной кислоты в желудке. Поэтому показаниями к его применению являются язвенная болезнь желудка, гастриты, дуодениты, панкреатиты, затяжное течение кишечных расстройств. Природным источником витамина U является белокачанная капуста.

Витамин А (ретинола ацетат или пальмитат)**,** попав в клетки-мишени, проникает в ядро и вызывает активацию генов, кодирующих развитие клеток соединительной, хрящевой и костной тканей, эпителия, деление иммунокомпетентных клеток; повышение синтетической активности печени; синтез половых гормонов и глюкокортикоидов. Он участвуют в поддержании нормальной функции сетчатки и мембран рецепторов (вкусовых, обонятельных, статокинетических). Способствует соединению аминокислот в молекулы белка, также усвоению белка организмом. Необходим для здоровой кожи, волос, зубов, ногтей и клеточных мембран. Повышает сопротивляемость респираторным инфекциям и сокращает продолжительность болевых ощущений.

Признаками гиповитаминоза А являются сухость и шелушение кожи, образование угрей, фурункулез, сухость и тусклость волос, ломкость

ногтей, их исчерченность, снижение аппетита, повышенная утомляемость, сухость конъюнктив, нарушение сумеречного зрения («куриная слепота»), усиление камнеобразования в желчевыводящих и мочевых путях, частые инфекционные заболевания верхних дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта. Поэтому показаниями к применению витамина А является:

- глазные болезни (нарушение сумеречного зрения и цветовосприятия, сухость конъюнктивы, ячмени)
- кожные болезни (кератозы, угри, нарушения роста ногтей, вялая эпителизация ожогов и ран)
- воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, синуситы
- заболевания желудочно-кишечного тракта (стоматиты, гастриты, язвенная болезнь, энтериты, колиты, холециститы, заболевания печени)
- нарушения гинекологической сферы
- гиперфункция щитовидной железы
- при пониженном обонянии и вкусе, отосклерозе
- при интенсивных нагрузках на организм.

При применении витамина А необходимо учитывать его взаимодействие с другими витаминами. Так, ретинол ослабляет действие витамина Д во всех случаях, кроме рахита, усиливает выведение витамина С. В свою очередь, витамин Д также ослабляет действие ретинола, витамин Е усиливает его всасывание и разрушение, а витамин С - снижает способность печени накапливать витамин А.

В настоящее время на Российском фармацевтическом рынке витамины А представлены достаточно широко. Это и рыбий жир (***Севен Силс, Рыбий жир***), являющийся основным источником ретинола, и препараты каротина (***Каротолин***), и масляные растворы ретинола (***Ретинола ацетат, Ретинола пальмитат***), и комбинированные препараты витаминов А и Е (***Аевит***), в том числе с добавкой других компонентов, усиливающих полезные эффекты ретинола (***Веторон, Аекол, Радевит***). Так, препарат **Веторон** содержит в своем составе бета-каротин (провитамин А), аскорбиновую кислоту (витамин С) и токоферол (витамин Е). Такое сочетание витаминов оказывает взаимоусиливающее действие в отношении профилактики атеросклероза, повышения иммунитета к инфекциям, улучшения переносимости неблагоприятных эколого-профессиональных факторов (химические или радиационные загрязнения, шум, вибрация), интенсивных физи-

ческих и эмоциональных нагрузок. В лечебных целях Веторон может применяться в комплексной терапии ишемической болезни сердца, сердечной недостаточности, бронхиальной астме и хронических бронхитах, воспалительных процессов кожи и желудочно-кишечного тракта, лечении бесплодия у мужчин и нарушений менструального цикла у женщин. Препарат **Аекол** содержит в своем составе ретинол и каротин в сочетании с витаминами Е (токоферол) и К (нафтохинон). Такой состав препарата обеспечивает более высокую эффективность при заболеваниях печени, необходимости стимуляции процессов заживления ран и ожогов. Препарат **Радевит** содержит наряду с витаминами А и Е витамин Д, что усиливает его действие на кожу и костную систему.

Особое место среди препаратов витамина А занимает **Айрол Рош** (лосьон и крем) – синтетический аналог ретинола, лишенный обычных витаминных свойств, но улучшающий состояние кожи при угревой сыпи.

Витамин Д (холекалицеферол, эргокалициферол). Регулирует синтез кальций-связывающих белков, в том числе – белков костного матрикса (оссеинов), коллагена. При относительном дефиците витамина Д у спортсменов затрудняется усвоение организмом кальция и фосфора.

Основными показаниями к применению препаратов витамина Д являются рахит и симптоматический остеопороз (сахарный диабет, ацидоз, болезни щитовидной и паращитовидной желез), кариес и дефектное развитие зубов, ускорение образования костной мозоли при переломах, спазмофилия. Дополнительными показаниями являются кожные экссудативные процессы, также частично связанные с нарушением кальциевого обмена (экземы, нейродермит, экссудативный диатез). Кроме того, избыточно высокие дозы витамина Д могут назначаться больным с туберкулезом легких и кожи, волчанке. Профилактический прием витамина Д может проводиться беременным и маленьким детям. Соответствующие дозировки и схемы применения препаратов витамина Д должны подбираться врачами с учетом содержания кальция и фосфора в плазме крови.

В медицинской практике используются различные препараты витамина Д. Наиболее активными являются кальцитриол (препарат **Рокальтрол**) и альфакальцидол (**Альфа-Д3**), требования к дозированию которого должны выдерживаться наиболее строго. Наиболее

часто применяются препараты **эргокальциферола** (**витамин $Д_2$**) и **холекальциферола** (**витамин $Д_3$, витамин $Д_3$ B.O.N., Вигантол**).

Необходимо отметить препараты, содержащие холекальциферол совместно с кальцием – **Идеос**, **Кальций-Д3 Никомед** и **Витрум Кальций с витамином Д**. Одновременное поступление в организм с этими препаратами кальция и витамина Д является особенно целесообразным в лечебных случаях. Поэтому при диагностированных заболеваниях, требующих применение витаминов группы Д, они могут считаться основными, в то время как в режиме профилактики более целесообразным будет применение более дешевых препаратов эргокальциферола

Витамин Е (альфа-токоферол). Витамин Е обладает мощным антиоксидантным эффектом - предохраняет мембраны клеток и клеточных структур от воздействия метаболитов «изнашивания», образующихся при активной мышечной работе. Токоферол является основным природным антиоксидантом – ловушкой радикалов, возникающих в процессах перекисного и свободнорадикального окисления. Он защищает ненасыщенные жирные кислоты и фосфолипиды мембран от повреждения. Его антиоксидантное действие было обнаружено A.Tappel [210]. В силу своей высокой липотропности он локализуется в гидрофобном слое мембран и взаимодействует главным образом с радикалами жирных кислот [10]. Кроме того, токоферол стимулирует в организме синтез гема и гемсодержащих белков. В результате улучшается клеточное дыхание, интенсивнее осуществляются синтез белков (в том числе сократительных белков скелетной мускулатуры, миокарда, гладких мышц, коллагена, структурных белков слизистых оболочек, плаценты, ферментов синтеза гонадотропинов и расщепления вазопрессина), удаляются перекиси, повреждающие клеточные и субклеточные мембраны.

Даже при относительно небольшом дефиците витамина Е в организме происходит накопление активных форм кислорода, в том числе супероксидного и гидроксильного радикалов, нарушается эластичность мембран эритроцитов (облегчается их гемолиз), повреждается структура слизистых дыхательных путей, сетчатки, печени. Мембраны саркоплазматического ретикулума перестают удерживать Ca^{2+}, в связи с чем повышается его внутриклеточная концентрация и индуцируются связанные с ним механизмы интенсификации обмена веществ и повреждения клеток [105].

NB! Клинически и экспериментально доказана способность токоферола повышать при длительном применении физическую выносливость в обычных и гипоксических условиях. Сохранение позитивного эффекта отмечается на протяжении 3 недель после его отмены [11].

В клинической медицине в связи с выраженными антиоксидантными свойствами токоферол нашел применение в комплексной терапии сердечнососудистых заболеваний, глазных болезней, для уменьшения побочных эффектов при лечении химиотерапевтическими препаратами, гериатрической, акушерско-гинекологической, педиатрической практике, неврологии, дерматологии, андрологии.

Наиболее подробно действие токоферола изучено в кардиологии. Благоприятное влияние препарата на ишемию тканей показано в работе [40] на экспериментальной модели инфаркта миокарда при коронарной окклюзии у крыс. Препарат уменьшал степень повреждения функции и ультраструктуры миокарда, увеличивал процент выживших животных и снижал активность процессов ПОЛ, сохранял пул адениновых нуклеотидов в сердце в процессе его ишемии, улучшал ресинтез АТФ и креатинфосфата и снижал проницаемость мембран для ферментов (ЛДГ и КФК) при реоксигенации [141]. Авторы [27] показали, что у больных ИБС токоферол снижал частоту приступов стенокардии и повышал толерантность к нагрузке. Кроме того, он оказывал благоприятное влияние на формирование очага некроза и сократительную функцию сердца.

Фармакокинетика токоферола: при приеме внутрь абсорбция составляет 50%; в процессе всасывания образует комплекс с липопротеидами (внутриклеточные переносчики токоферола). Для абсорбции необходимо наличие желчных кислот. Связывается с α_1- и β-липопротеидами, частично – с сывороточным альбумином. При нарушении обмена белков транспорт затрудняется. C_{max} достигается через 4 ч. Депонируется в надпочечниках, гипофизе, семенниках, жировой и мышечной ткани, эритроцитах, печени. Более 90% выводится с желчью, 6% – почками. *Дозировка*: обычно назначают по 100-300 мг/сут. При необходимости дозу можно увеличить до 1 г/сут.

Витамин К (викасол, фитоменадион) является специфическим витамином, контролирующим синтез в печени факторов свертываемости крови и способствует нормальному свертыванию крови при пониженном содержании протромбина. Он применяется при геморрагическом синдроме, вызванном нарушением функции печени (гепатиты, циррозы печени), заболеваниями желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь, колит),

применении антикоагулянтов (неодикумарин, синкумар, фенилин). Кроме того препараты витамина К применяются перед обширными оперативными вмешательствами для уменьшения операционного кровотечения, кровотечении из язвы желудка, легочных, геморроидальных, маточных и длительных носовых кровотечений, выраженных явлениях лучевой болезни.

Кроме влияния на систему свертывания, витамин К также участвует в регуляции синтеза фактора эластичности сосудов, кальций-связывающих белков, альбуминов крови, миофибриллярных белков. Он необходим для нормального содержания АТФ и креатинфосфата в тканях, ферментов поджелудочной железы и кишечника.

При внутривенном введении викасола гемостатический эффект развивается через 30 минут, при внутримышечном - через 2-3 часа, при приеме во внутрь - через 12 - 24 часа. Фитоменадион в основном назначается для курсового применения.

Менадион - витамин K_3, 2-метил-1,4-нафтохинон, который благодаря шунтированию потока электронов на участке НАДН-KoQ, может восстанавливать электрон-транспортную и сопрягающую функцию цитохромного участка дыхательной цепи [45, 46]. Введение менадиона в перфузат изолированного сердца в условиях гипоксии средней тяжести приводит к увеличению окисленности внутриклеточного пула пиридинов, увеличению скорости дыхания миокарда, снижению потерь АТФ и, следовательно, сократительной функции [3]. Экспериментально показано положительное действие при гипоксии также других синтетических хинонов, обладающих окислительно-восстановительными свойствами – гидрохинона и его аналогов, амино-4-орто-бензохинонов и др.

Дозировка: взрослым при приеме внутрь – 15-30 мг/сут, внутримышечно – 10-15 мг/сут; детям 10-14 лет – 15 мг/сут. Частота приема – 2-3 раза/сут. Длительность лечения устанавливают индивидуально. Лекарственное взаимодействие: при одновременном применении с пероральными антикоагулянтами возможно уменьшение антикоагулянтного действия.

Витамин F99 (смесь эфиров линолевой и линоленовой кислот) выпускается медицинской промышленностью в виде капсул для приема во внутрь, а также для наружного применения в виде жирной и полужирной мази. Препарат оказывает защитное действие на кожу, печень, улучшает процессы регенерации кожи при ее повреждении, препятствует избыточному отложению холестерина в тканях, тормозит развитие рубцов и склерозирования в коже. Поэтому показаниями к применению капсул витамина F99 будут некоторые формы экземы и экзематозного

дерматита, себорея, заболевания печени и кишечника. Для жирной мази показаниями к применению будут сухая экзема, повышенная чувствительность кожи, трещины, изъязвления, поверхностные ожоги и порезы. Полужирная мазь применяется при слабо мокнущих экземных процессах на коже, трофических язвах голени, фурункулезе, поверхностных ожогах и порезах.

Почти все витамины прямо или косвенно принимают участие в синтезе белка в организме, поэтому должны присутствовать в рационе спортсменов или в достаточном количестве поступать с пищевыми добавками. Основными пищевыми источниками витаминов являются овощи, фрукты, растительные и животные масла, мясо, молоко (Табл. 23), основные эффекты витаминов отражены в таблице 24.

Таблица 23

Содержание витаминов в пищевых продуктах

Наименование витаминов	Источники
Провитамин А (β-каротин, каротиноиды)	Морковь, темно-зеленые листовые овощи, помидоры, апельсины, плоды и ягоды оранжевого цвета (абрикосы, облепиха)
B_1 (тиамин)	Черный хлеб, зерновой хлеб и другие нерафинированные злаковые продукты, бобовые, свинина, картофель, овощи, орехи, печень
B_2 (рибофлавин)	Молоко цельное и молокопродукты, сыр, мясо, печень, яйца, зеленые листовые овощи.
B_4 (холин)	Яичный желток, мозг, почки, печень, мышцы сердца, капуста, шпинат, соя, грибы
B_6 (пиридоксин	Черный хлеб, мясо, птица, печень, рыба, картофель, овощи, молоко цельное и молокопродукты, яйца, бананы, орехи
B_3 (пантотеновая кислота)	Черный хлеб и другие нерафинированные злаковые продукты, картофель, мясо, печень, молоко цельное и молокопродукты
B_{12} (цианкобаламин)	Рыба, моллюски, мясо, птица, печень, яйца, молоко и молокопродукты
B_c (фолиевая кислота)	Мясо, печень, зеленые листовые овощи, черный хлеб, картофель, фрукты
Витамин D	Рыба, печень, яйца, молоко цельное и молокопродукты
Витамин А	Печень, рыба, молоко и молокопродукты, яйца, масло сливочное
Витамин Е	Печень, яйца, черный хлеб, растительные масла, масло сливочное
Витамин К	Печень, зеленые листовые овощи, сыр, масло сливочное
Витамин С	Овощи, фрукты, картофель
Витамин Н (Биотин)	Печень, яйца, рыба, орехи, молоко цельное и молокопродукты
Ниацин	Мясо, птица, печень, рыба, черный хлеб и другие нерафинированные злаковые продукты, бобовые, зеленые листовые овощи, орехи

Таблица 24

Основные лечебно-профилактические эффекты витаминов при применении в спортивной практике

Эффект	Краткая характеристика эффекта	Витамины, для которых эффект отмечается
Адаптационно-трофический	Оптимизация функционального состояния ЦНС, обмена веществ и трофики тканей	B_1, B_2, PP, B_6, B_{15}, A и C
Антиинфекционный	Повышение устойчивости организма к инфекциям, стимуляция выработки антител, усиление фагоцитоза, защитных свойств кожи и слизистых, нейтрализации токсинов	C, A, витамины группы B
Антианемический	Нормализация и усиление кроветворения	B_{12}, фолиевая кислота, C, B_6
Антигипоксический	Поддержание окислительно-восстановительных процессов при снижении доставки кислорода к тканям или нарушении тканевого дыхания	B_2, B_1, B_5, B_6, B_{15}, C
Детоксицирующий	Повышение способности печени инактивировать и выводить токсические или чужеродные вещества	B_2, PP, B_6, B_{12}, B_{15}, холин, липоевая кислота, карнитин
Нормализация жирового обмена	Снижение уровня холестерина, профилактика атеросклероза, ускорение распада жиров в организме	B_6, B_{15}, холин, липоевая кислота, пантотеновая кислота
Нормализация углеводного обмена	Ускорение окисления глюкозы, облегчение ее захвата клетками и снижение концентрации в крови (в том числе при сахарном диабете), снижение уровня молочной кислоты	B_1, B_5, липоевая кислота
Анаболический	Стимуляция синтеза структурных и сократительных белков, процессов регенерации и восстановления, повышение активности ферментов пластического обмена	B_1, B_2, PP, B_5, B_6, фолиевая кислота, B_{12}, B_{15}
Нейротропный	Усиление синтеза медиаторов (ацетилхолина, серотонина, ГАМК, дофамина) в ЦНС и миелина (защитного компонента оболочки нервных стволов)	B_1, B_2, B_6, PP, B_{12}

Потребности спортсменов разных видов спорта в основных витаминах в соревновательном периоде представлены в таблице 25.Данные о содержании витаминов в специализированных продуктах спортивного питания представлены в таблице 26. Сравнительная характеристика продуктов спортивного питания по содержанию маркерных витаминов – витамина C и витамина B_{12} представлены в таблицах (Табл.27, Табл.28).

Таблица 25

Потребность спортсменов разных видов спорта в витаминах в соревновательном периоде

Витамин	Виды спорта						
	Бег на длинные дистанции	Марафон	Спорт. ходьба 20 км	Велогонки шоссейные	Барьерный бег	Тяжелая атлетика	Гимнастика спорт.
С (мг)	250	350	200	350	200	210	175
В1 (мг)	4,0	5,0	3,2	4,8	3,6	4,0	3,5
В2 (мг)	4,8	5,0	3,5	5,8	4,2	5,5	4,0
В6 (мг)	9	10	7	10	8	10	7
В12 (мкг)	10	10	6	10	8	9	6
РР (мг)	42	45	32	45	36	45	35
А (мг)	3,8	3,8	3,2	3,8	3,5	3,8	3,0

Таблица 26

Содержание витаминов в специализированных продуктах спортивного питания

Витамины	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение
Биотин (мкг)	15	300	155
Витамин А (МЕ)	677	20000	5820
Провитамин А (мг)	1050	25000	5736
Витамин С (мг)	10,23	1500	283
Витамин D (МЕ)	40	2000	442
Витамин Е (мг)	2,05	600	139
Витамин В1 (мг)	0,26	150	22
Витамин В12 (мкг)	0,85	250	34
Витамин В2 (мг)	0,26	150	23
Витамин В6 (мг)	0,42	150	21
Ниацин (мг)	1,1	41	14
Никотинамид (мг)	1,54	150	51
Пантотеновая кислота (мг)	1,026	250	47
Рутин (мг)	5,13	400	97
Фолиевая кислота (мкг)	20,5	400	254

Таблица 27

Сравнительная характеристика средств спортивного питания по содержанию витамина С

Уровень содержания	Содержание в разовой порции (мг)	Продукты спортивного питания
Максимально высокий	Более 1000	Super Antioxidants Pak, Pro Pak, Health Pak, Animal Pak, Super Multi Pak, Stress B-Complex
Высокий	250 - 1000	Genesis Formula, Mega Edge, Nutri Vites, Maximum Fat Burners
Средний	100 - 250	Carbo Pump, GH Max, Super Growth Enhancer, Daily One Complete
Умеренный	50 - 100	Mass Gain, Carbo Power, Get-Big Quick, Metal Blast, Power Shake, Super Egg, Berners, Daily Caps, Daily Formula, Opti Vites, МиоАктив*
Низкий	Менее 50	Soy Pro, GlutaPlex, Forzage, Carbo Juice, Whey Pro, Egg Pro

Примечание: * - продукт российского производства

Таблица 28

Сравнительная характеристика средств спортивного питания по содержанию витамина B_{12}

Уровень содержания	Содержание в разовой порции (мкг)	Продукты спортивного питания
Максимально высокий	Более 100	Stress B-Complex, Pro Pak, Daily One Complex, Nutri Diet, Super Multi Pak
Высокий	50 - 100	Vitamin B Complex, Health Pak, Uni-Liver
Средний	10 - 50	Mass Gain, Amino Tech, Daily Caps
Умеренный	5 - 10	Animal Pak, Genesis Formula, Get-Big Quick, Metal Blast, Power Shake, Super Egg, Daily Formula, Opti Vites
Низкий	Менее 5	Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Spa Pak, Mega Egg, Woman's Fitness Pak, Great Gains, Power Protein

В целях профилактики полигиповитаминозов наиболее оптимальным является прием препаратов, обеспечивающих 3-5 кратное превышение суточной потребности организма в максимально широком круге витаминов и микроэлементов. Неспецифическое же лечебное действие витаминов может отмечаться при приеме препаратов в дозах, в 10 и более раз превышающих суточную потребность. Необходимо отметить, что высокие дозы витаминов могут оказывать и побочное действие, о котором большинство людей, их принимающих, обычно не информировано.

NB! Назначение витаминных препаратов ради их лечебного действия является врачебной процедурой, и только в некоторых, наиболее безопасных случаях, оно может проводиться непосредственно потребителем.

Сведения о наиболее частых побочных эффектов высоких доз витаминных препаратов представлены в таблице 29.

Поливитаминные комплексы

Современные достижения витаминологии позволяют достаточно подробно разобраться с механизмами действия различных витаминов, установить особенности витаминного обеспечения организма в разные возрастные периоды, при беременности, кормлении грудью, утомлении, стрессе, наличии сопутствующих заболеваний. Достаточно хорошо изучены вопросы взаимодействия витаминов друг с другом, а также с макро- и микроэлементами. Все это позволяет считать целесообразным использование для применения в спортивной медицине, особенно при наличии признаков хронических заболеваний или астенизации, таких поливитаминных препаратов, в которых оптимально подобранные дозы витаминов сочетаются с необходимыми для достижения эффекта минеральными элементами (калий, кальций, магний, фосфор) и микроэлементами (железо, медь, цинк, кобальт, молибден, марганец, хром, селен, йод, никель и др.). В большинстве препаратов можно встретить эти компоненты в разных сочетаниях и соотношениях, однако небольшие колебания доз отдельных витаминов или микроэлементов не носят принципиального характера, так как взаимно сбалансированы.

Таблица 29.

Неблагоприятные побочные эффекты высоких доз витаминов

Препарат	Побочный эффект
Витамин А	• оранжевое окрашивание кожи ладоней, подошв • повышение внутричерепного давления, головная боль, упадок сил, сонливость, вялость, снижение артериального давления, увеличение частоты сердечных сокращений • нарушение функции печени и увеличение ее размеров, снижение содержания белков в крови, нарушение свертывающей системы, кровоизлияния под кожу и слизистые • подавление активности витамина Д, вымывание кальция из костей, развитие остеопороза • нарушение развития плода
Витамин Д	• высокий уровень кальция в крови, торможение роста у детей, отложение кальция в стенках артерий и почечных канальцев, гипертония, аритмии • нарушение функции печени, потеря аппетита, тошнота
Витамин Е	• снижение эффективности фагоцитоза, риск септических осложнений
Витамин С	• снижение образования инсулина, гипергликемия, обострение диабета • образование оксалатных камней в почках • избыточное отложение солей кальция в стенках сосудов, их спазм, гипертония • раздражение слизистой желудочно-кишечного тракта, тошнота, рвота, изжога, понос • повышение возбудимости ЦНС, нарушения сна • аллергические реакции • повышение потребности в микроэлементах (цинк, медь)
Витамин B_1	• аллергические реакции вплоть до анафилактического шока • нарушение функции печени • угнетение ЦНС, нарушение вегетативной и нервно-мышечной передачи (вялость, мышечная слабость, снижение артериального давления)
Витамин РР	• аллергические реакции (крапивница, бронхоспазм) • нарушение функции печени
Витамин B_5	• изжога, тошнота, рвота
Витамин B_6	• аллергические реакции (сыпь, кожный зуд) • повышение кислотности желудочного сока, изжога
Фолиевая кислота	• боль в животе, тошнота, изжога, понос • повышение судорожной готовности ЦНС, провокация эпилептического припадка • нарушение функции почек
Витамин B_{12}	• повышение свертываемости крови, тромбозы, тромбофлебиты • аллергические реакции • повышение возбудимости ЦНС, нарушения сна, провокация эпилептических припадков • тахикардия, боли в сердце
Липоевая кислота	• диспептические явления, боли в желудке, изжога • кожные аллергические высыпания

В последние годы на фармацевтическом рынке стали появляться поливитаминные препараты, предназначенные для коррекции астенических состояний и синдрома «хронической усталости», проявляющихся повышенной утомляемостью, вялостью, потерей сил, замедленным восстановлением при отдыхе, плохим сном, быстрой эмоциональной истощаемостью, повышенной раздражительностью, неустойчивостью артериального давления и частоты сердечных сокращений. Характерной особенностью этих препаратов является включение в их состав разнообразных растительных биологически активных компонентов невитаминного действия - экстрактов женьшеня, боярышника, пустырника и некоторых др., цветочной пыльцы, масла пшеничных зародышей, фосфатидов бобов, а также фруктозы, некоторых аминокислот, нестероидных анаболических соединений (инозина, оротовой кислоты), психоэнергизаторов (деанола). К этой группе поливитаминных комплексов необходимо отнести [110]:

- ***Энерготоник Доппельгерц*** (витамины группы В, железо, медь, марганец + холин, мед, настои омелы, зверобоя, тысячелистника, боярышника, дудника, валерианы, померанца, шишек хмеля),
- ***Ревайтл Гинзенг Плюс*** (витамины группы В, А, Е, Д, С, калий, кальций, магний, фосфор, железо, медь, цинк, марганец, йод + экстракт женьшеня, холин, инозитол, метионин),
- ***Мультипродукт для пожилых*** (витамины группы В, А, Е, С, кальций, магний, цинк + экстракт женьшеня),
- ***Мультипродукт для мужчин*** (дополнительно содержит экстракт имбиря, повышающий выработку половых гормонов),
- ***Мориамин форте*** (дополнительно к хорошо сбалансированному комплексу витаминов В, А, Е, Д, С также содержит наиболее важные для мозга и мышц аминокислоты лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, треонин, триптофан, метионин),
- ***Минервит*** (комплекс витаминов, минеральных и микроэлементов + психоэнергизатор деанол),

- ***Квадевит*** (поливитамины, калий, медь + глутаминовая кислота, метионин, фитин),
- ***Гериатрик Фарматон*** (витамины, минеральные элементы, железо, медь, цинк, фтор, марганец + экстракт женьшеня, психоэнергизатор деанол, противоатеросклеротический компонент лецитин),
- ***Витамакс*** (витамины, минеральные и микроэлементы + женьшень, цветочная пыльца, масло зародышей пшеницы, фосфатиды бобов, аргинин, лизин, оротовая кислота, психоэнергизатор деанол и некоторые другие компоненты).
- ***Витамакс плюс с антиоксидантами*** за счет содержания более высоких доз витаминов и некоторых дополнительных микроэлементов более эффективно будет оказывать свое действие у лиц с признаками ишемических и атеросклеротических поражений, а также после лучевой и химиотерапии.

Источником высокодоступных натуральных витаминов в современных средствах спортивного питания используются порошки сублимированных овощей, фруктов, ягод и топинамбура. В них сочетаются разнообразные полезные вещества: легкоусвояемые углеводы (глюкоза, фруктоза, сахароза), органические кислоты (яблочная, лимонная, винная), витамины С, А, Р и др., минеральные соли калия, кальция, фосфора, железа и др., биофлавоноиды, пектиновые, дубильные, красящие, ароматические и другие полезные для организма вещества. Известно, что биодоступность витаминов, макро- и микроэлементов из сублимационно (лиофильно) высушенных плодов значительно выше, чем из свежих.

Хорошо известна ценность топинамбура в качестве источника растворимых пищевых волокон, пектина, витаминов, ряда минеральных веществ (особенно биогенного кремния). Потребление топинамбура уменьшает отложения солей в суставах, образование камней в печени, почках и мочевом пузыре. Он устраняет метаболические нарушения в миокарде, восстанавливает сердечный ритм, снижает тонус и повреждение сосудов. Способствует повышению уровня гемоглобина, снижает свертываемость крови и

тромбообразование, снижает уровень глюкозы и холестерина в крови, уменьшает отеки, увеличивает моторную функцию кишечника, повышает иммунитет. Топинамбур оказывает комплексное положительное влияние на функциональную активность печени, обладая выраженным гепатопротекторным действием. Улучшая утилизацию глюкозы, он способствует синтезу гликогена в мышцах, обеспечивая более высокий уровень энергетического обмена. Это стимулирует процессы синтеза белка, холестерина, желчных кислот и т.д.

Глава 7.

Минералы, микроэлементы и металлохелаты для спорта

Минеральные вещества наряду с белками, углеводами, жирами и витаминами являются жизненно важными компонентами пищи человека, необходимыми для построения химических структур живых тканей и осуществления биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма. В состав организма входит большое количество минеральных элементов, причем одни из них (кальций, фосфор, калий, натрий, железо, магний, хлор и сера) содержатся в большом количестве и поэтому называются *макроэлементами,* а другие (цинк, медь, хром, марганец, кобальт, фтор, никель и др.) - в малых количествах, и относятся к *микроэлементам.*

Они абсолютно необходимы для обеспечения всех жизненных функций, включая воспроизводство генофонда. В то же время, выявленные в настоящее время дефициты жизненно необходимых элементов являются чрезвычайно серьезной медико-биологической проблемой. Так, по статистике ВОЗ, в мире насчитывается более 2 млрд. человек, страдающих от дефицита железа, около 1,5 млрд. человек - от дефицита йода, а от дефицита кальция - около половины населения. Дефицит макро - и микронутриентов в организме людей является причиной роста случаев многих заболеваний, которые 30-40 лет назад встречались гораздо реже – гипертонической болезни, анемии, атеросклероза, диабета, болезней опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечных и эндокринных заболеваний, болезней обмена веществ и др.

В таблице 30 приведен приблизительный химический состав «стандартизированного» человеческого организма с массой тела 70 кг.

Таблица 30

Химический состав тела человека

Химический элемент	Масса
Конституционные элементы	
- кислород	46,0 кг
- углерод	13,0 кг
- водород	7,0 кг
- азот	1,8 кг
Макроэлементы	
- кальций	1000 г
- фосфор	700 г
- сера	175 г
- калий	140 г
- хлор	105 г
- натрий	90 г
- магний	35 г
Микроэлементы	
- железо	400 мг
- цинк	200 мг
- рубидий	100 мг
- стронций	140 мг
- медь	100 мг
- алюминий	100 мг
- свинец	80 мг
- олово	30 мг
- йод	30 мг
- кадмий	30 мг
- марганец	20 мг
- ванадий	20 мг
- барий	16 мг
- мышьяк	100 мкг
- ртуть	50 мкг
- никель	10 мкг
- селен	10 мкг
- хром	6 мкг
- молибден	5 мкг
- кобальт	3 мкг

NB! Микроэлементы условно делят на две группы: абсолютно или жизненно необходимые (в таблице 30 выделены жирным шрифтом) и так называемые вероятно необходимые.

В настоящее время к микроэлементозам относят патологические процессы, обусловленные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов в организме [114]. Среди них можно выделить гипо- и

гипермикроэлементозы экзогенного и эндогенного происхождения. Наибольшую распространенность имеют экзогенные эндемические гипомикроэлементозы, которые связаны не только с аномальным содержанием микроэлементов в окружающей среде, но и с недостаточным поступлением их и пищей. В последнее время наблюдается рост вторичных микрозлементозов, возникающих при различных заболеваниях, а также наследственных и врожденных гипомикроэлементозов. Вследствие резко возросшего загрязнения окружающей среды наблюдается значительное увеличение ареалов техногенных гипермикроэлементозов в индустриально развитых регионах и мегаполисах, вокруг промышленных комплексов и в местах техногенных катастроф [114].

NB! Микроэлементы являются жизненно необходимыми (эссенциальными), если при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма.

В отдельную группу можно выделить ятрогенные микроэлементозы, связанные с приемом лекарств. Они развиваются в результате интенсивного перорального и ингаляционного лечения препаратами, содержащими микроэлементы, поддерживающей терапии (энтерального и парентерального питания) или некоторых лечебных процедур (например, диализа).

Три подхода к борьбе с микроэлементозами

На протяжении последних ста лет учеными у разных стран были проведены многочисленные клинико-нутрициологические исследования и позволили выработать программы по ликвидации наиболее распространенных алиментарнозависимых состояний. В настоящее время существуют три основных подхода к решению проблемы дефицита макро- и микроэлементов, а также профилактике болезней, вызванных их недостатком в рационе питания:

Первый - дополнительное потребление продуктов с заведомо высоким содержанием минеральных веществ.

Второй – применение лекарственных препаратов и фармнутриентов на основе различных соединений макро- и микроэлементов как добавок к пище.

Третий – целенаправленное обогащение дефицитными элементами продуктов питания массового потребления.

Необходимо отметить, что за последние 50 лет современные интенсивные приемы ведения растениеводства и животноводства привели к значительному (в разы) уменьшению содержания минеральных веществ в муке, овощах, фруктах, мясе, молоке и т.д. Значительное уменьшение содержания биогенных элементов происходит после кулинарной обработки и промышленного производства пищевых продуктов [114]. Кроме того, практический опыт показывает, что потребление продуктов с высоким природным содержанием макро- и микроэлементов, с одной стороны, делает питание людей довольно дорогостоящим, а с другой стороны, не влияет заметным образом на решение проблемы дефицитных состояний. Подобная сбалансированная диета может быть эффективной только для сохранения здоровья после нормализации баланса макро- и микронутриентов в организме.

Применение второго подхода существенно ограничивается высокой стоимостью имеющихся на рынке препаратов, существующей вероятностью передозировки и наличием у большинства из них выраженных побочных эффектов. Так, например, при потреблении препаратов на основе неорганических солей железа в мире зафиксировано более 110 тысяч случаев отравлений у детей, некоторые с летальным исходом. Небезопасным является также использование препаратов на основе соединений неорганического йода, кальция, меди, цинка и др.

В настоящее время считается, что наиболее оптимальным для профилактики элементозависимых дефицитных состояний человека является обогащение необходимыми макро- и микронутриентами продуктов массового питания.

Многие страны (США, Англия, Швеция, Голландия) приняли общенациональные программы по обогащению продуктов питания макро- и микронутриентами. Тем не менее, опыт этих стран показывает, что использование для этих целей неорганических соединений элементов не обеспечивает необходимый уровень их усвоения. Кроме того, наблюдаются их значительные потери в процессе производства, изменения в худшую сторону органолептических свойств таких продуктов питания, а также наличие серьезных побочных эффектов: гемосидероза – при использовании неорганических соединений железа, тиреотоксикоза – при обогащении неорганическим йодом и т.д. Статистические данные о распространенности в мире, например, железо-, йод- и кальцийдефицитных состояний также свидетельствуют о неэффективности данного подхода. Убедительным примером является обещание ВОЗ

ликвидировать дефицит йода во всем мире к 2000 году, которое было не выполнено. В 2002 году на специальной сессии Генеральной Ассамблеи ООН по вопросам материнства и детства, было решено принять максимум усилий для ликвидации йододефицита до 2005 года. И вновь эта задача выполнена не была. Это является важнейшим доказательством неэффективности используемого подхода. Дефицит йода продолжает оставаться серьезной проблемой, остро стоящей перед правительствами 153 стран мира.

Таким образом, существующие медико-биологические проблемы, связанные с дефицитом макро- и микроэлементов в организме, являются одними из серьезнейших в биохимии и физиологии питания современного человека, и ни в одной из стран мира до сих пор не решены.

NB! Проблема микроэлементозов крайне актуальна в спортивной медицине, т.к. организм спортсмена, испытывающий предельные физические нагрузки, высокочувствителен к дефициту микроэлементов.

В связи с этим сегодня особенно необходима разработка принципиально новых высокоэффективных и безопасных подходов к решению этой сложнейшей проблемы. По нашему мнению, для полной ликвидации микроэлементозов различной этиологии наиболее перспективным является применение природных биогенных форм макро- и микроэлементов, а также их полных синтетических аналогов.

Биологическая эффективность использования микроэлементов в организме определяется: уровнем сбалансированности рационов в отношении питательных и биологически активных веществ; степенью усвоения и депонирования микроэлементов, взаимодействием их между собой и другими пищевыми веществами в процессе всасывания, транспорта и экскреции; состоянием регуляторных систем, возрастом, полом и физиологическим состоянием организма. В связи с этим необходимо использовать такие формы микроэлементов, которые будут наиболее физиологически адекватны потребностям организма человека, каковыми и являются органические формы элементов.

Многочисленными исследованиями установлено, что в обмене всех без исключения минеральные веществ участвуют различные органические соединения – белки, пептиды, аминокислоты, фосфолипиды, углеводы, карбоновые кислоты, нуклеиновые кислоты, нуклеотиды и другие лиганды, которые через координационные связи с минеральными веществами образуют комплексонаты.

Комплексонаты, или биокоординационные соединения, составляют обширный и разнообразный класс веществ, к которым относятся также многие металлоорганические соединения, играющие большую роль в физиологических и биохимических процессах. Особый интерес для профилактики микроэлементозов представляют хелатные соединения биогенных элементов с органическими лигандами. В живой природе существуют многочисленные хелатные соединения микроэлементов с лигандами органического происхождения – гемоглобин, миоглобин, хлорофилл, витамин B_{12} и многие другие.

Роль и место хелатных соединений в организме человека

Понятие «хелат» происходит от греческого слова «chelle» - коготь, клешня краба, и было введено в 1920 г. Морганом и Дрю. В хелатных соединениях лиганд охватывает (блокирует), будто клешней, двумя или несколькими зубцами (своими донорными атомами) центральный атом элемента. Поэтому хелатные соединения элементов-металлов отличаются особой прочностью.

NB! Хелат – это наиболее энергетически выгодная для организма форма взаимодействия металла с лигандом. Активность элемента в этих комплексах часто возрастает с сотни и тысячи раз в сравнении с активностью металла в ионном состоянии.

Примером этому служит тот факт, что более чем у двухсот ферментов (а это 25% из всех известных) активность определяется наличием в их активном центре атомов различных металлов.

В основе эффективности и безопасности применения хелатных соединений для профилактики микроэлементозов лежат естественные физиолого-биохимические механизмы усвоения минералов, присутствующие в организме. Известно, что процесс усвоения микроэлементов происходит в тонком кишечнике путем активного транспорта, который представляет собой присоединение свободного иона к транспортному белку, позволяющее переносить его в кровоток. Так случается со всеми минеральными веществами, попадающими в наш организм. Этот процесс называется «органической хеляцией». Если данный процесс по какой-то причине не происходит, то минерал не усваивается.

Элементы из неорганических соединений при попадании в организм с пищей обладают уровнем биодоступности не более 2-20%, и часто при длительном употреблении оказывают негативное влияние на организм. Эффективность усвоения микроэлементов из хелатных соединений зависит от их констант устойчивости. Установлено, что максимальная эффективность усвоения наблюдается в том случае, когда константа устойчивости хелата выше, чем у соединений микроэлемента с компонентами пищи, и ниже, чем у его соединений в тканях организма. В этом случае хелатирующий агент транспортирует связанный элемент из пищи через кишечную стенку и отдает тканям. Кроме того, при потреблении хелатов частично или полностью стирается антагонизм между элементами, а также ингибируются многочисленные пищевые факторы, отрицательно влияющие на абсорбцию биоэлементов. Это позволяет сокращать дозы потребления микроэлементов в 3-4 раза и получать тот же биологический эффект.

NB! Исследования показывают, что хелатные соединения легко усваиваются, и организм при необходимости может без вреда для себя переносить большие дозы микроэлементов, которые при потреблении в виде неорганических солей являются токсичными.

Большинство неорганических соединений микроэлементов нестабильно. При обогащении продуктов они легко окисляются или восстанавливаются. Например, неорганические соединения йода под влиянием света и влажности распадаются и йод улетучивается. Потери йода из йодированной соли уже через 1 неделю хранения могут достигать 50 и более процентов.

Механизм положительного влияния микроэлементов в хелатной форме связан с тем, что они имеют меньшую реакционную способность по сравнению с ионами металлов, что исключает образование не усваиваемых или мало усваиваемых соединений и обеспечивает более активное включение в соответствующие биологические циклы и значительно большие сроки сохранности обогащенных ими продуктов. Так, многие неорганические соединения несовместимы с органическими кислотами и солями других металлов, таких как медь, марганец, железо, цинк и другие. Например, йод в неорганической форме в присутствии меди быстро реагирует с ней, в результате чего часть йода улетучивается, а другая часть связывается с медью, превращаясь в плохо усвояемую йодистую медь. Йод и большинство металлов (железо, медь, цинк и т.п.) оказывают сильное разрушающее действие на жиры, витамины и другие биологически активные вещества, содержащиеся в пище.

Установлено, что хелатные комплексы способны не только активизировать в организме важнейшие ферментные системы, но и оказывают стимулирующее действие на синтез белка, обладают ярко выраженными антиоксидантными свойствами, способствуют уменьшению интоксикации организма тяжелыми металлами.

Почти все катионы, кроме натрия, калия и небольших количеств кальция и магния, после всасывания связываются в организме с какой-либо органической матрицей: белками, пептидами, аминокислотами, гормонами, ферментами, метаболитами, шаперонами или нуклеиновыми кислотами. Свободные катионы в организме встречаются редко и в некоторых случаях токсичны. В желудочно-кишечном тракте элементы также соединяются и с некоторыми другими матрицами, в том числе с водой. Поскольку большая часть комплексов является pH-чувствительными, тот или иной элемент может соединяться и вновь диссоциировать с двумя или более матрицами до его абсорбции по мере прохождения по желудочно-кишечному тракту.

Координационная химия, или химия хелатирования, возникла в 1893 г., когда Вернер изучал поведение этилендиамина в комплексе хлорида платины с бис-этилендиамином [143]. Для образования хелата необходим лиганд, в котором число донорных центров, образующих связь с центральным атомом, не меньше двух. Число таких центров называют дентатностью лиганда. Лиганды, образующие хелатные циклы, называются хелатирующими (хелатообразующими) реагентами.

Примеры полидентантных лигандов: этилендиамин, глицерин, этилендиаминотетрауксусная кислота. Образование химических связей между полидентатным лигандом и центральным атомом называется хелатированием или хелатообразованием. Хелатообразование - один из путей образования супрамолекулярных комплексов «гость-хозяин». Наиболее обширный и важный класс хелатов - хелатные комплексы металлов (металлохелаты). Хелаты значительно устойчивее, чем близкие по природе комплексы, образованные монодентатными лигандами. Это явление называют хелатным эффектом.

NB! Во многом благодаря наличию хелатного цикла хелаты обладают уникальными физическими, химическими и биологическими свойствами.

Комплексы из двух и более групп отдельных органических соединений, координированные с центральным катионом так, что образуется кольцо, называются хелатами. Органическая составляющая хелата назы-

вается лигандом и имеет координационные функциональные группы, отделенные 2 или 3 атомами, обычно углерода. Итоговое кольцо, включающее неорганический ион, обычно состоит из 5 или 6 членов (рис. 4).

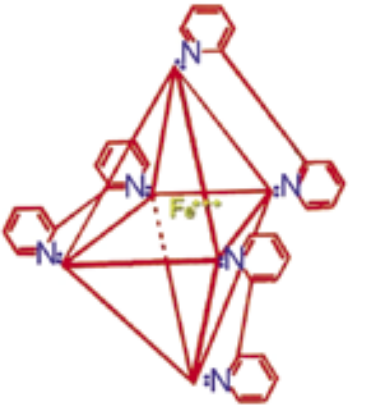

Рис. 4. Комплекс с тремя координационными группами в хелате с железом. Лигандом хелата является 2,2′ –дипиридамин [143].

Чтобы произошло хелатирование, лиганд должен содержать, по крайней мере, два донорных атома, способных связываться с одним и тем же атомом металла. Относительное сродство, с которым микроэлементы соединяются со многими хелатирующими агентами, кажется почти независимыми от природы органической составляющей.

Элементы, получаемые с пищей в неорганической форме или как часть растительных и животных тканей, присутствуют в виде комплексов. Они могут диссоциировать и вновь соединяться с лигандами по мере прохождения пищи из кислой среды желудка к более нейтральным условиям тонкого кишечника. Эндогенная секреция некоторых элементов также вносит свой вклад в общий пул находящихся в тонком кишечнике элементов, доступных для комплексообразования и реабсорбции. Процесс абсорбции может включать образование одного или более комплексов на щелочной каемке эпителиальных тканей, в клетках слизистых оболочек или на серозных мембранах. Некоторые комплексы обязательны для активной диффузии или активного транспорта, а другие могут снижать или подавлять абсорбцию элементов. Металлы необходимы для функционирования многих жизненно важных метаболических систем.

Свойства основных металлов и микроэлементов

Роль минеральных веществ и микроэлементов в спорте нашла отражение в многочисленных работах [16, 21, 76, 95, 155, 171, 181, 220].

- **Алюминий**. Название происходит от латинского *alumen* – квасцы. В организм человека алюминий поступает с пищей и водой, а также с атмосферным воздухом. В желудочно-кишечном тракте усваивается

2-4% поступившего алюминия, причем лучше всасываются растворимые соли. Оптимальная суточная интенсивность поступления алюминия в организм человека соответствует уровню 20-100 мкг/сутки (или, учитывая степень его всасывания, 5-50 мг/сутки). Период полувыведения алюминия из организма человека составляет 100 суток. Депонируется алюминий в костях, печени, легких, сером веществе головного мозга. Физиологическая роль алюминия определяется его участием в образовании фосфатных и белковых комплексов, в процессах регенерации костной, соединительной и эпителиальной ткани. В зависимости от концентрации в тканях он может оказывать тормозящее или активирующее влияние на пищеварительные ферменты и функцию паращитовидных желез [114].

- **Бор**. Название происходит от латинского *borax* – бура (общее название для солей борных кислот). В организме человека бор встречается в костях, зубах и ногтях, 10% его содержания распределены по мягким тканям (нервная ткань, паренхиматозные органы, жировая клетчатка). Его физиологическая роль выявлена в исследованиях с дефицитом бора и его дальнейшем устранении и проявляется в повышении уровня в крови эстрогенных соединений (17-бета-эстрадиол), меди, улучшении показателей ЭЭГ, памяти, нормализации поведенческих реакций. Бор участвует в регуляции активности паратгормона и косвенно влияет на метаболизм кальция, магния, фосфора и витамина D. Под влиянием боратов инактивируются витамины B_2 и B_{12}, угнетается метаболизм адреналина. В исследованиях in vitro соединения бора ингибируют активность двух типов ферментов – оксидоредуктаз (алкогольдегидрогеназа, альдегиддегидрогеназа, ксантиндегидрогеназа, тирозин-оксидоредуктаза, цитохром-B_5-редуктаза), с которыми они конкурируют за НАД и ФАД; и химотрипсин, субтилизин, глицеральдегид-фосфатдегидрогеназа, где бораты могут связываться с активным центром фермента.
- В организм человека бор поступает с растительной пищей. Усвоение боратов в ЖКТ очень велико (более 90%).Оптимальное среднесуточное потребление бора составляет 1-2 мг/сутки [114].
- **Ванадий**. Назван в честь скандинавской богини *Vanadis*. В организм поступает с пищей. Большое количество ванадия содержится в растительном масле, грибах, петрушке, печени, жирном мясе, морской рыбе, сое, укропе, хлебных злаках. Оптимальная интенсивность поступления ванадия в организм – 2 мг/сутки. В организме человека накапливается в скелетной и сердечной мышце, костной ткани, селезенке, щито-

видной железе, легких, почках. Физиологическая роль ванадия недостаточно изучена. Предполагается, что ванадий участвует в регуляции углеводного обмена (гипогликемический эффект), сердечной деятельности (ингибирует Na-K-АТФазу миокарда), а также в метаболизме тканей костей и зубов, влияет на активность нейронов сетчатки глаз, некоторые функции нервной системы [114].

- **Железо.** Название элемента происходит от латинского *ferrum* – твердый. В организм человека железо поступает с пищей, причем животная пища содержит железо в более усваиваемой (до 35%) форме, по сравнению с растительной пищей (до 3%). Большое количество железа содержится в говяжьей печени и языке, рыбе (тунец), устрицах, тыкве, овсяной крупе, листовой зелени (шпинат), пивных дрожжах, инжире, красном изюме. Оптимальная интенсивность поступления железа в организм – 10-20 мг/сутки. Насыщение клеток и тканей железом происходит с помощью трансферина – специфического белка, переносящего трехвалентное железо. Большая часть железа в организме находится в эритроцитах, много железа в клетках мозга, печени, селезенке, легких.

Этот элемент тесно связан с важнейшими функциями организма, является незаменимой составной частью гемоглобина, миоглобина и цитохромов. Железо входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в насыщении мышечной ткани кислородом и играет важную роль в кроветворении. Повышенное потребление железа поможет избежать нежелательных нарушений функций кроветворных органов. Наиболее эффективной является биологическая гемовая форма (Fe^{2+} в соединении с порфириновым остатком гема, рис. 5).

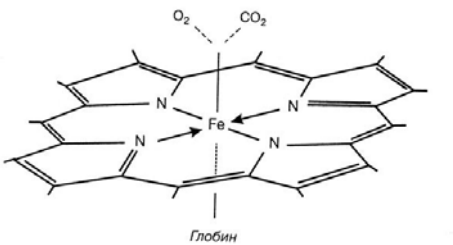

Рис. 5. Классическая рентгеноструктурная модель гема.

Получение гемового железа происходит из очищенного гемоглобина крови крупных животных. Потребление гемового железа улучшает оксигенацию тканей и клеток за счет того, что уровень гемоглобина в крови у каждого спортсмена становится физиологически оптимальным. При его применении достигаются максимальные показатели гематокрита, которые при этом никогда не превышают гематологические показатели, контролируемые антидопинговыми комиссарами. Одновременно увели-

чивается сродство гемоглобина к переносимому кислороду, что также увеличивает связывающую емкость крови.

Помимо гемоглобинового фонда, восстанавливаются и увеличиваются запасный и внутриклеточный фонды железа, а также уровень железа в плазме. Следствием этого является повышение уровня миоглобина в работающей мышечной ткани, активности более 70 ферментов и коферментов, в состав активного центра которых входит железо. Многие из них (цитохром С, α-глицерофосфатоксидаза и др.) участвуют в синтезе АТФ в митохондриях миоцитов и в энергетических реакциях организма.

Хорошо известно, что развитие железодефицитных состояний характеризуется апатией, сонливостью, синдромом хронической усталости, которые начинают проявляться на стадии ещё нормальных показателей гематокрита и определяются опытными врачами только симптоматически. Это связано с тем, что при железодефиците в первую очередь страдает не гемоглобиновая система организма, а металлоферментная (Fe^{2+}), снижение активности которой начинает оказывать прямое влияние на обмен энергии и метаболизм организма ещё до начала проявления симптомов железодефицитной анемии.

Железосодержащие ферменты играют ключевую роль в обеспечении оптимального обмена веществ и энергии в организме, стабильности иммунитета и детоксикационных функций организма. При поступлении в организм гемового железа быстро и значительно повышается активность каталаз, оксидаз, цитохромов и других ферментов, участвующих в детоксикации метаболитов и вредных экзогенных веществ: лекарств, пищевых ароматизаторов, консервантов, а также фармацевтических препаратов, используемых в тренировочном процессе.

Современный спорт высших достижений, где борьба идет за сотые доли секунды, граммы и сантиметры, предъявляет высочайшие требования не только к уровню физической подготовки спортсмена и его психологической устойчивости, но и к процессам обеспечения и утилизации энергии. Железо, как составная часть гемоглобина и миоглобина, участвует в переносе и обеспечении кислородных резервов в мышцах, в составе цитохромов при аэробном образовании энергии во всех клетках организма. Железо участвует в продукции и удалении свободных радикалов, в процессах пролиферации тканей и иммунной защиты. При железодефицитных состояниях, уже с ранних стадий у спортсменов отмечается угнетение аэробного энергообразования в тканях, усугубляющееся гемической гипоксией. В результате этих сдвигов снижается физическая работоспособность, главным образом, по аэробным характеристикам,

ограничиваются возможности оперативного восстановления, снижается тонус скелетной мускулатуры. Комплекс физиологических изменений, вызванный дефицитом железа, резко ограничивает профессиональные возможности атлета и возможность достижения им высоких спортивных результатов.

- **Йод.** Название элемента происходит от греческого *iodes* – фиолетовый (по цвету паров). Основными источниками йода для организма человека являются пищевые продукты и йодированная соль. Содержание йода в пищевых продуктах, а также фруктах и овощах сильно варьирует, зависит от видов кулинарной обработки, длительности и условий хранения, а для овощей и фруктов – от состава почв и применяемых удобрений. Больше всего йода в бурых и красных водорослях (ламинария, фукус), креветках, и рыбе (треска, пикша, палтус, сельдь, сардины). Оптимальная интенсивность поступления йода в организм человека – 100-150 мкг/сутки. Йод может кумулироваться в организме, его период полувыведения составляет 138 суток [114].

О роли йода и йодсодержащих гормонов - тироксина и трийодтиронина в спорте известно давно и много. Эти гормоны участвуют в регуляции функционального состояния центральной нервной системы и эмоционального тонуса человека, сердечнососудистой, опорно-двигательной и нервной систем, оказывают выраженное влияние на водно-солевой, белковый, липидный и углеводный обмен, а также обмен витаминов. Главной проблемой в профилактике дефицитов йода у спортсменов, является высокий, иногда неоправданный риск передозировки и, соответственно, возможность возникновения состояний тиреотоксикозов.

Наиболее эффективным источником йода являются йодированные молочные белки, получаемые путем ферментативного йодирования аминокислотных остатков тирозина и гистидина сывороточных белков коровьего молока. Йод встраивается в молекулу аминокислоты тирозина или гистидина и имеет положительную валентность (I^+), в которой он проявляет свои биологические функции и обеспечивает оптимальное функционирование щитовидной железы. Йодированные белки с помощью макро-, микро- и ультрафильтрации полностью очищаются от несвязанного неорганического йода (I^2 и I^-) и содержат около 2,5% ковалентно связанных с углеродом атомов йода.

Йод обладает высокой физиологической активностью, является обязательным структурным компонентом тиреоидных гормонов щитовидной железы. Основные функции йода в организме связаны с участием в регуляции скорости биохимических реакций в организме, обмена энергии, температуры тела, индукции повышения потребления кислорода

тканями, а также участии в регулировании белкового, жирового, углеводного и водно-электролитного обмена, регуляции дифференцировки тканей, процессов роста и развития, в том числе – нервно-психического. Кроме того, йод участвует в регуляции обмена некоторых витаминов.

- **Калий.** Соли калия оказывают диуретическое воздействие и, следовательно, усиливают выведение солей натрия из организма. Калий также необходим для сократительной функции скелетных мышц, в том числе – для полноценного расслабления, без чего невозможны процессы восстановления, тренированности и повышения выносливости. Существенной функцией калия является его участие в регуляции возбудимости мышц, прежде всего сердечной мышцы.
- **Кальций.** Название происходит от латинского *calx* – известь. Входит в состав основного минерального компонента костной ткани. Играет важную роль в осуществлении многих физиологических процессов. Необходим для нормального функционирования нервной системы и сократимости мышц. Является активатором ряда ферментов и гормонов, а также важнейшим компонентом свертывающей системы крови. Вместе с магнием обеспечивает нормальную частоту сердечного ритма.

В организме кальций распространен не равномерно, 99% его количества приходится на костную ткань и лишь 1% содержится в других тканях. Общее содержание кальция у взрослого человека – 1000 г на 70 кг массы тела. Суточная потребность организма взрослого человека в кальции (800 – 1500 мг) обычно покрывается за счет пищи (молочные продукты, мясо, рыба, петрушка, шпинат, бобы, фасоль, орехи). Биоусвояемость пищевого кальция – 25-40%. Всасывание кальция происходит в двенадцатиперстной кишке в комплексе с желчными кислотами.

Наиболее эффективной является биогенная форма кальция, в частности, полученная из специально обработанной яичной скорлупы. Доступность такой формы кальция в 2,6 раза выше, чем из любых неорганических и органических солей и составляет более 80%. Биогенный кальций эффективно укрепляет опорно-двигательный аппарат, нормализует возбудимость нервной системы, улучшает работу сердечной и скелетных мышц, обеспечивает нормальный уровень функционирования адаптационно-защитных систем организма, блокирует поступление чужеродных веществ через желудочно-кишечный тракт, предупреждает развитие остеопороза и атеросклероза.

Согласно современным научным исследованиям известно, что некоторые белки, имеющие в составе своего активного центра кальций, не только участвуют в регуляции, ферментных мишеней, но и являются интегральной

субъединицей целого ряда ферментов, таких как протеинкиназа и протеинфосфатаза. Это значительно повышает роль кальция и кальций-связывающих белков в энергетическом обмене и метаболизме организма, особенно его биогенных (Ca^{2+} - связанных с белком) форм.

- **Кобальт.** Название происходит от немецкого *Kobald* – гном. В организм человека кобальт поступает с пищей. Особенно много кобальта в печени, молоке, красной свекле, редисе, зеленом луке, капусте, петрушке, красных видах салата, чесноке. Биодоступность пищевого кобальта около 20%. Микроэлемент кумулируется в организме (период полувыведения 30-40 лет). Оптимальная интенсивность поступления кобальта 20-50 мкг/сутки.

В составе молекулы цианокобаламина он активно участвует в ферментативных процессах, угнетает обмен йода. Кобальт повышает усвоение железа и синтез гемоглобина и стимулирует эритропоэз, участвуют в транспортировке кислорода в организме человека.

Только при нормальном взаимодействии кобальта, меди и железа осуществляется процесс кроветворения у животных и человека. Кобальт входит в состав витамина B_{12}, который человек получает в основном из животной пищи. Кобальт активизирует деятельность некоторых ферментов, участвует в секреции гормонов инсулина и адреналина, стимулируя деятельность желез внутренней секреции. Он также способствует накоплению в организме ряда витаминов и стимулирует синтез белка для строительства мышц.

Витаминами B_{12} называют группу кобальтсодержащих биологически активных веществ, называемых кобаламинами. К ним относят собственно цианокобаламин – продукт, получаемый при химической очистке витамина цианидами, гидроксикобаламин и две коферментные формы витамина B_{12}: метилкобаламин и 5-дезокси-аденозилкобаламин. В более узком смысле витамином B_{12} называют цианокобаламин (рис. 6), так как именно в этой форме в организм человека поступает основное количество витамина B_{12}.

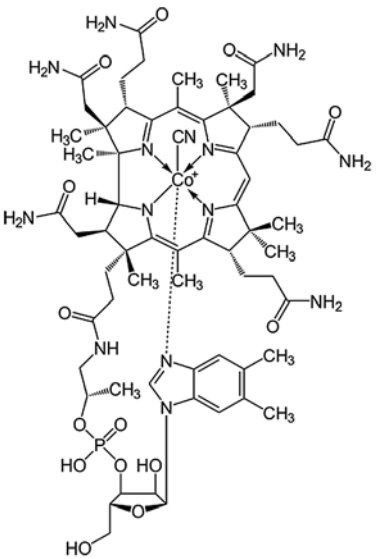

Рис.6. Структура цианокобаламина

Кобальт является стимулятором кроветворения, способствует усвоению организмом железа и стимулирует процессы его преобразования (образование белковых комплексов, синтез гемоглобина и другие), ферментативных процессах, образовании гормонов щитовидной железы, угнетает обмен йода и способствует выделению воды почками. Кроме того, кобальт в составе витамина B_{12} обладает способностью восстанавливать дисульфидные S-S группы, участвующие в связывании и утилизации токсичных соединений.

- **Кремний**. Название происходит от латинского *silicis* – кремень. В организме усваивается около 4% поступившего извне кремния (воздух, пища, вода). В наиболее высоких концентрациях кремний содержится в соединительной ткани (стенки аорты, трахеи, связки, кости, эпидермис кожи, волосы, лимфоузлы). Биологическая роль кремния проявляется в его влиянии на образовании коллагена, костно-связочного аппарата и обмен липидов (при дефиците кремния повышается риск развития атеросклероза сосудов). Оптимальная интенсивность поступления кремния – 50 – 100 мг/сутки (из них до 15 мг поступает с вдыхаемым воздухом, до 5 мг – с пищей, 30 - 50 мг – с водой). Период полувыведения кремния из организма варьирует от 5 до 100 суток [114]. При необходимости более интенсивного поступления кремния используют минеральные воды с повышенным содержанием кремния, отвар полевого хвоща.
- **Магний.** Название связано с греческим городом *Magnesia*, в близи которого добывался особый минерал – карбонат магния, при прокаливании которого получали порошок с названием магнезия. Магний поступает в организм с пищей, водой, поваренной солью. Обычное суточное потребление составляет 200-400 мг. Особенно богата магнием растительная пища. Часть ионизированного магния отщепляется от пищи еще в желудке и частично там всасывается. Основная часть труднорастворимых солей магния всасывается в тонком кишечнике только после их соединения с жирными кислотами в присутствии желчи. Биодоступность пищевого магния составляет 40-50%. Главные депо магния в организме человека – кости (2/3 всего содержания в организме) и мышцы. Выводится магний в основном с мочой (50 – 120 мг/сут), значительное количество (10-15%, а в жарком климате до 25%) теряется с потом [114].

Физиологическая роль магния обусловлена тем, что он является кофактором ряда важнейших ферментов углеводно-фосфорного и энергетического обмена, а также других ферментативных процессов (участие в синтезе нуклеиновых кислот и белка, обмене белков, жиров и угле-

водов, переносе, хранении и утилизации энергии, митохондриальных окислительных процессах, гидролизе и переносе фосфатных групп, работе ионных и протонных помп). Магний участвует в регуляции передачи нервного импульса и мышечной возбудимости (уменьшает возбудимость нейронов и замедляет нервно-мышечную передачу, препятствует поступлению кальция через пресинаптическую мембрану, снижает количество ацетилхолина в нервной ткани), является физиологическим антагонистом кальция и вытесняет его из связи с кальмодулиновыми белками, контролирует баланс внутриклеточного калия. На физиологическом уровне магний снижает выраженность стресс-реакций, обладает антиаритмическим действием, обеспечивает расслабление скелетной мускулатуры после нагрузок, способствует расслаблению гладких мышц (сосуды, матка, бронхи, сфинктеры желчного пузыря, мочеточники), снижает повышенное артериальное давление, угнетает агрегацию тромбоцитов, участвует в регулировании функций иммунокомпетентных клеток и продукции цитокинов. Он также необходим для эффективного метаболизма витамина С, кальция, калия, натрия и фосфора.

- **Марганец.** Название происходит от немецкого *Marganerz* – магнитная руда (от латинского *magnes* – магнит). Соединения марганца поступают в организм с пищей и водой. Много марганца содержится в ржаном хлебе, пшеничных и рисовых отрубях, сое, горохе, картофеле, свекле, помидорах, чернике, а также в некоторых лекарственных растениях (багульник, вахта трехлистная, лапчатка, эвкалипт). Всасывание марганца происходит на всем протяжении тонкого кишечника, но биоусвояемость его низкая – до 4%. После всасывания марганец достаточно быстро покидает тканевое русло и в тканях присутствует в основном в митохондриях. В повышенных количествах обнаруживается в печени, трубчатых костях, поджелудочной железе, почках. Выводится преимущественно с калом. Среднесуточная потребность в марганце организма взрослого человека находится в диапазоне 2-5 мг. Оптимальная интенсивность поступления – 3-5 мг/сутки.

Марганец участвует в синтезе и обмене нейромедиаторов в нервной системе; в обмене гормонов щитовидной железы; в регуляции обмена витаминов С, Е, группы В, холина и меди, в обеспечении полноценной репродуктивной функции. Обеспечивает нормальное функционирование мышечной ткани и развитие соединительной ткани, хрящей и костей. Усиливает гипогликемический эффект инсулина, повышает гликолитическую активность и интенсивность утилизации жиров. Препятствует

свободнорадикальному окислению, обеспечивает стабильность структуры клеточных мембран, снижает уровень липидов и противодействует жировой дегенерации печени. Марганец необходим для нормального роста и развития организма. Марганцу присущи липотропные свойства: он препятствует ожирению печени и способствует общей утилизации жиров.

У спортсменов дефицит марганца может приводить к нарушению углеводного обмена по типу инсулиннезависимого диабета, гипохолестеролемии, задержке роста волос и ногтей, повышению судорожной готовности, аллергозам, дерматитам, нарушению образования хрящей, остеопорозу. При развитии остеопороза прием кальция усугубляет дефицит марганца, так как затрудняет его усвоение в организме. Кишечной абсорбции препятствуют также фосфаты и железо.

При хронической интоксикации марганцем характерными являются астенические расстройства: повышенная утомляемость, сонливость, снижение активности, круга интересов, ухудшение памяти. Избыток марганца усиливает дефицит магния и меди.

- **Медь.** Название связано с латинским *Cuprum* – Кипр, где достаточно часто встречались ее самородки. В организм медь поступает с пищей. Много ее в морских продуктах, бобовых, капусте, картофеле, крапиве, кукурузе, моркови, шпинате, яблоках, какао-бобах. В желудочно-кишечном тракте усваивается до 95% пищевой меди, лучше усваивается двухвалентная медь. Оптимальная интенсивность поступления меди в организм человека – 2-3 мг/сутки. В крови медь связывается с церулоплазмином (до 65%), альбуминами (12-17%), транспортным белком транскуприном (12-14%), аминокислотами гистидином, треонином, глутамином (10-15%). Медь проникает во все клетки и ткани. Максимальная концентрация меди выявляется в печени, почках, мозге, крови. Ведущую роль в метаболизме меди играет печень, ибо там синтезируется белок церулоплазмин, обладающий свойствами как переносчика меди, так и разносторонней ферментативной активностью [114].

Медь – жизненно важный элемент, который необходим для работы витаминов, гормонов, ферментов (цитохромоксидаза, тирозиназа, аскорбаза, супероксиддисмутаза и др.), нормального обмена веществ (усиливает окисление глюкозы, тормозит распад гликогена в печени) и тканевого дыхания. Участвует в регуляции процессов биологического окисления и генерации АТФ, в синтезе гемоглобина и важнейших белков соединительной ткани - коллагена и эластина (поддерживает сохранной структу-

ру костей, хрящей, сухожилий, стенок кровеносных сосудов, легочных альвеол, кожи), в обмене железа, в защите клетки от токсического воздействия активированного кислорода. Медь входит в состав миелиновых оболочек нервных стволов. Медь повышает резистентность организма к инфекциям, связывает микробные токсины и усиливает действие антибиотиков. Обладает выраженным противовоспалительным действием, смягчает проявления аутоиммунных заболеваний (ревматоидный артрит). Она необходима для нормального усвоения витамина С.

Хроническая интоксикация медью и ее солями может встречаться у пловцов (в связи с окрашиванием воды медным купоросом и другими солями меди) и приводить к функциональным расстройствам нервной системы, печени и почек, изъязвлению и перфорации носовой перегородки, сухости кожи и даже к аллергодерматозам.

- **Молибден.** Название происходит от греческого *molybdos*– свинец (в природе молибден встречается в виде сульфидных руд молибдата свинца или железа, сочетающихся с медью). Физиологическая значимость молибдена для организма человека была показана в 1953 году с открытием влияния этого микроэлемента на активность фермента ксантиноксидазу. Молибден входит в состав и других ферментов (альдегидоксидаза, сульфитоксидаза). Тиомолибдат аммония – растворимая соль молибдена – является антагонистом меди и нарушает ее утилизацию в организме.

За сутки в организм взрослого человека с пищей и атмосферными загрязнениями через легкие поступает 75-250 мкг молибдена. Более половины пищевого молибдена поступает в кровь, где 80% микроэлемента связываются с альбуминами и транспортируются по организму. Первоначально молибден накапливается в печени, в крови распределяется примерно равномерно между форменными элементами и плазмой. Накопление молибдена в организме человека не происходит (период полувыведения – 30 суток), растворимые соединения выводятся с мочой и калом.

- **Натрий.** Соединения натрия играют особо важную роль в поддержании постоянного объема жидкости в организме. Натрий также принимает непосредственное участие в транспорте аминокислот, сахаров и калия в клетки. Чем выше концентрация ионов натрия во внеклеточной жидкости, тем выше способность клеток транспортировать аминокислоты во внутриклеточное пространство. Однако избыточное потребление натрия (в виде соли) приводит к задержке жидкости в организме и затрудняет работу сердца и почек.

- **Никель**. Название происходит от немецкого *kupfernickel*– «дьявольская медь». Поступает никель в организм с пищей (чай, какао, гречиха, морковь, листовой салат). Всасывается от 1 до 10% пищевого никеля. Оптимальная интенсивность поступления никеля в организм оценивается в 100-200 мкг/сутки. Период полувыведения никеля из организма 350 суток. В плазме крови никель находится в основном в связанном состоянии с белками никелоплазмином (альфа-2-макроглобулин) и альфа-1-гликопротеином. По тканям распределяется относительно равномерно, за исключением поджелудочной и околощитовидных желез, в которых он депонируется. Никель усиливает гипогликемический эффект инсулина, усиливает окисление аскорбиновой кислоты, ускоряет переход сульфгидрильных групп в дисульфидные. Никель может ослаблять действие адреналина и снижать артериальное давление. Под влиянием избытка никеля возрастает выведение кортикостероидов с мочой, усиливается действие гипофизарного антидиуретического гормона, может возникать депигментация кожи [114].
- **Селен**. Название происходит от греческого *selene* – луна. Естественным источником селена для человека является пища. Он содержится в чесноке, свином сале, пшеничных отрубях, белых грибах, оливковом масле, морских водорослях, пивных дрожжах, бобовых, маслинах, кокосах, фисташках, кешью. Всасывание селена идет в дистальных отделах тонкого кишечника, где из соединений селена образуются его комплексы с метионином и цистеином, которые в дальнейшем и будут всасываться. Накапливается селен в почках и печени, костном мозге, сердечной мышце и поджелудочной железе. Кроме того, формируются тканевые депо селена в коже, волосах, легочной ткани. Оптимальная интенсивность поступления селена в организм – 20-70 мкг/сутки. Селен в организме не кумулирует (период полувыведения 50-60 суток) и его дефицит может возникнуть при уровне пищевого потребления 5 мкг/сутки и ниже.

В организме селен стимулирует процессы обмена веществ, его важнейшей функцией является антиоксидантная защита (участие в построении и функционировании глютатионпероксидазы, основного фермента разрушения перекисей липидов) и детоксикация организма (участие в построении и функционировании глицинредуктазы, цитохромов, окисление чужеродных веществ с образованием органических окисей и перекисей, связывание и выведение активных метаболитов). Селен усиливает иммунную защиту организма, улучшает метаболический статус миокарда при ишемических и дистрофических процессов, печени – при

гепатитах. Селен является антагонистом тяжелых металлов (ртуть, мышьяк, свинец, кадмий и таллий). В отдельных исследованиях показано положительное действие селена на спонтанный канцерогенез (в том числе – за счет снижения канцерогенности ряда соединений и стимуляции противоопухолевого иммунитета), продолжительность и качество жизни пожилых людей [97].

- **Фосфор.** Являясь макроэлементом, входит в состав нуклеотидов и нуклеиновых кислот, фосфолипидов и коферментов. Вместе с кальцием входит в состав основного минерального компонента костной ткани. Принимает участие процессах кодирования, хранения и использования генетической информации, биосинтезе нуклеиновых кислот, белков, росте и делении клеток. Не менее велика роль соединений фосфора в энергетическом обеспечении процессов жизнедеятельности. Макроэргетические соединения фосфора - АТФ (аденозинтрифосфат) и креатин-фосфат - аккумулируют энергию, высвобождаемую в процессе энергетического обмена, которая может быть использована для механической (сокращение мышц), электрической (проведение нервного импульса) и химической (биосинтез различных соединений) работы. Важная роль соединениям фосфора принадлежит и в ферментативных процессах. Фосфор входит в состав большинства коферментов, а также является одним из основных веществ, с помощью которого витамины превращаются в их функционально активные коферментные формы.
- **Фтор**. Название происходит от латинского *fluere* – течь. В организме человека фтор находится в виде трудно растворимых солей с кальцием, магнием, железом. Соединения фтора находят во всех тканях организма, но 99% приходится на костную ткань и зубную эмаль. Соединения фтора активируют аденилатциклазу, ингибируют липазы, эстеразы, лактатдегидрогеназу и некоторые другие ферменты. В организм человека фтор попадает с пищей и водой. Фтор содержится в таких продуктах питания, как чай, морская рыба, рис, говядина, яйца, молоко, лук, шпинат, яблоки. Оптимальное среднесуточное поступление фтора – 0,5-1,5 мг/сутки. Фтор кумулируется в организме – период его полувыведения составляет 808 суток [114].
- **Хром**. Название происходит от греческого *chroma* – цвет, краска из-за яркой окраски соединений. В организм хром поступает с пищей, водой, воздухом. Относительно много хрома содержится в рыбе, креветках, крабах, печени, куриных яйцах, пивных дрожжах, черном пер-

це. Он также встречается во многих овощах, ягодах и фруктах, в некоторых лекарственных растениях (сушеница топяная, гинко билоба, мелисса). Биоусвояемость хрома низкая (до 1%), однако для комплексных соединений хрома (аспарагинаты, пиколинаты) она увеличивается до 20-25%. Шестивалентный хром усваивается в 3-5 раз лучше, чем трехвалентный. Всасывается хром в тощей кишке, невсосавшийся металл выводится с калом. В тканях различных органов содержание хрома в десятки раз выше, чем в крови. Наибольшее содержание хрома определяется в печени, почках, кишечнике, щитовидной железе, хрящевой и костной ткани, в легких (при воздушном поступлении). Оптимальная интенсивность поступления хрома в организм соответствует его суточной потребности - 50-200 мкг/сутки [114].

Биологические эффекты хрома связаны с его влиянием на фактор толерантности к глюкозе, активность которого падает при дефиците хрома и восстанавливается после его введения в организм. Синдром нарушения толерантности к глюкозе сопутствует сахарному диабету и проявляется гипергликемией и глюкозурией на фоне дефицита хрома. Также снижается поглощение глюкозы хрусталиком глаза, утилизация глюкозы жировыми клетками для липогенеза, снижается синтез гликогена из глюкозы. Все эти нарушения устраняются введением инсулина и хрома.

Хром потенцирует действие инсулина в периферических тканях, влияет на гомеостаз сывороточного холестерола и предупреждает его рост с возрастом. При дефиците хрома нарушается способность сердечной мышцы поглощать глицин, серин и альфа-амино-изомасляную кислоту.

Снижение содержания хрома и усиление его экскреции с мочой отмечено при повышенных физических нагрузках у спортсменов [88].

- **Цинк.** В организм цинк попадает с пищей. Особенно много цинка содержится в говядине, печени, моллюсках (особенно устрицы), сельди, пшеничных зародышах, рисовых отрубях, овсяной муке, моркови, горохе, луке, шпинате, орехах. Для лучшего усвоения цинка необходимы витамины А, B_6. Усвоению цинка препятствуют медь, марганец, железо, кальций (в высоких дозах). Кадмий способен вытеснять цинк из организма [114]. Цинк обнаружен во всех органах и тканях человека, больше всего его содержание в предстательной железе, сперме, коже, волосах, мышечной ткани, клетках крови. Оптимальная интенсивность поступления цинка в организм – 10-15 мг/сутки.

Биологическая роль цинка определяется его необходимостью для нормального роста, развития и полового созревания, а также обеспечения нормального кроветворения, вкуса и обоняния. Цинк необходим для синтеза белков, в том числе – коллагена, нужен для формирования костей. Он контролирует сократительную функцию мышц. Цинк воздействует на активность гормонов гипофиза, надпочечников и поджелудочной железы. Под его влиянием усиливается активность гонадотропных гормонов гипофиза. Цинк активно участвует в реализации биологического действия инсулина: имеются данные, что гипогликемическое действие инсулина зависит от цинка. Цинк обладает липотропными свойствами, нормализуя жировой обмен, повышая интенсивность распада жиров в организме [48]. Цинк участвует в процессах деления и дифференцировки клеток, в формировании Т-клеточного иммунитета, в функционировании антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы (СОД), стероидного гормона дигидрокортикостерона, ферментов переработки алкоголя [197, 203]. Очень важно участие цинка в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей, секреции сальных желез. Он способствует усвоению в организме человека витамина Е и поддержанию нормальной концентрации его в крови. Цинк обладает детоксикационным действием (способствует удалению из организма окислов углерода CO и CO_2).

Хелатные комплексы цинка (аспарагинат, глюконат, гистидинат, дипиколинат) обладают повышенной биоусваиваемостью, что определяет их возрастающее применение в лечении многих заболеваний (диабет, иммунодефициты, аллопеция, бесплодие, болезни печени, кожи, волос, ногтей), профилактике простудных заболеваний у детей, для улучшения аппетита, роста и развития детей, развития способностей к концентрации внимания.

Факторы, влияющие на содержание металлов и микроэлементов в организме человека.

Содержание металлов и микроэлементов в организме человека в основном определяется их пищевым потреблением, работой механизмов всасывания и интенсивностью выделения.

Так, некоторые вегетарианские диеты могут привести к дефициту цинка и железа, и поступление в организм спортсменов-вегетарианцев

этих микроэлементов может требовать их дополнительного введения в виде БАДов или средств спортивного питания.

Хронические воспалительные заболевания кишечника (энтероколиты, колиты), кишечные инфекции (бактериальные, протозойные), глистные инвазии сопровождаются снижением всасывания цинка, меди, кобальта, железа, селена. Употребление алкоголя снижает всасывание цинка.

Важно учитывать, что высокая физическая нагрузка также влияет на обмен микроэлементов. Так, собственно физическая нагрузка усиливает высвобождение из тканевых депо и выведение из организма с потом и мочой хрома, железа, кобальта, длительное интенсивное потоотделение будет способствовать интенсивной потере калия, натрия, магния.

В балансовых исследованиях взрослых спортсменов высокой квалификации в зимний период тренировки установлено, что в день кроссового бега на 30 км содержание железа, меди и марганца находилось на нижней границе физиологической нормы для лиц, не занимающихся спортом. Под воздействием большой физической нагрузки выделение микроэлементов через кишечник и почки значительно превышало их поступление с пищей. Баланс всех трех микроэлементов был отрицательным. За три дня отдыха после пробега на фоне недостаточного по микроэлементам питания потери железа и меди не компенсировались. Обогащение рационов комплексом микроэлементов сопровождалось значительной задержкой железа, меди и марганца в организме спортсменов.

Одновременно с этим необходимо учитывать, что многие лекарственные препараты, которые могут применяться спортсменами при возникновении у них каких-либо заболеваний, также могут влиять на баланс металлов и микроэлементов в организме. В обобщенном виде данные о таком влиянии представлены в таблице 31.

Минералы и микроэлементы в поликомпонентном спортивном питании

Содержание минеральных и микроэлементных веществ в специализированных продуктах спортивного питания отражено в таблицах 32 -33.

Таблица 31.

Взаимодействие лекарственных средств с обменом металлов и микроэлементов [114]

Лекарственный препарат	Фармацевтическая группа	Возможные эффекты
Альмагель	Антациды	Снижение всасывания Fe, Mg, F, фосфатов
Холестирамин	Противоатеросклеротические	Снижение всасывания Fe, Ca, Co
Циметидин, Фамотидин	Противоязвенные	Нарушение всасывания Co
Клофибрат	Противоатеросклеротические	Нарушение всасывания Fe, K, Na, Mg, Co
Оральные контрацептивы	Противозачаточные	Повышение сывороточных Fe, Cu
Глюкокортикоиды	Противовоспалительные, иммунодепрессанты, противоаллергические	Снижение сывороточных Mg, Zn, Co
Целанид, изоланид, дигитоксин	Сердечные гликозиды (кардиотоники)	Усиленное выведение Ca, Mg, Zn, K
Фуросемид	Диуретики	Усиление выведения с мочой K, Mg, Ca, Na
Слабительные	Слабительные	Снижение всасывания Ca, P
Неомицин, канамицин	Антибиотики	Снижение всасывания Ca, Fe
Ампициллин, амоксициллин	Антибиотики	Усиленное выведение K, снижение всасывания K, Mg, Co
Пеницилламин	Противоревматоидное	Усиленное выведение Cu, Zn
Пробенецид	Противоподагрическое	Усиленное выведение с мочой Ca, Mg, P, Na, K
Тетрациклин	Антибиотики	Снижение всасывания Ca, Fe, Al, Mg
Тиазиды	Диуретики	Усиленное выведение с мочой Mg, Zn, K, Na, повышение Ca в крови
Хризанол	Антиревматоидные	Снижение всасывания Se
Препараты цинка	Метаболические корректоры	Снижение всасывания Cu
Препараты железа	Антианемические	Снижение всасывания Zn, Cu
Препараты кальция	Метаболические корректоры	Снижение всасывания Mg, Zn, P

Таблица 32

Представленность микроэлементов в продуктах спортивного питания

Минеральный компонент или микроэлемент	Продукт спортивного питания
Алюминий	Anabolic Sterol Complex
Бор	Genesis Formula, GH Max, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Hard Fast, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Med Pro, Daily Caps, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex, Natural Sterol Capsules, Pro Pak, Anabolic Activator II
Ванадий	Get-Big-Quick-Formula, Gain Pro, Hard Fast, Super Egg, Daily Caps, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex, Anabolic Aktivator III, Anabolic Aktivator Pak, Nutri Vites, Pro Pak,
Германий	Nutri Vites
Железо	МиоАктив Спорт, МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro, Genesis Formula, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Lipo-Therm, Berners, Prime Cuts, Fat Burners, Easy-To-Swallow-Fat Burners, Tone N Tighten, Uni-LiverAnabolic Aktivator III, High Performance Optimiser, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-Lean Bar, Mass Xelerator, Pro Complex, Anabolic Activator II, Pro Lite
Йод	МиоАктив Спорт, МиоАктив Форсаж, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Gain Pro, Power Shake, Super Egg, Daily Caps, Daily Formula, Anti-Katabolik Complex, High Performance Optimiser, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-RX Bar, Pro Lite, Mega Potency Fat Burning Pak, Maximum Fat Burners
Калий	Mass Gain, Carbo Power, Carbo Kick, Carbo Pump II, Carbo Juice, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Amino Tech, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Hard Fast, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Egg Pro Ultra, Super Egg, Forzade, Lipo-Therm, Berners, Fat Burners For Women, Pro Diet, Diet Fast, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex, Natural Sterol Capsules, Anabolic Aktivator III, Pre-Load Creatine Complex, Anabolic Aktivator Pak, High Performance Optimiser, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Pro Amino Bar, All Sport Endurance Bar, Power Mass Next Level Bar, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar, Pro Energizer, Carb Xelerator, T-Max 110, Mass Xelerator, Amino Xelerator, Pro Complex, Anabolic Activator II, Pro Lite, Mega Potency Fat Burning Pak,
Кальций	МиоАктив Спорт, МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Carbo Power, Carbo Kick, Carbo Juice, Soy Pro, Soy Pro 100, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Forzade, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex, Natural Sterol Capsules, GlutaPlex, Anabolic Aktivator III, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar
Кобальт	МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Uni-Liver, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex
Кремний	Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex
Литий	Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex

Магний	МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Carbo Pump II, Carbo Juice, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Hard Fast, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Forzade, Pro Diet, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex, Natural Sterol Capsules, GlutaPlex, Anabolic Aktivator III, High Performance Optimiser, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar, Carb Xelerator, T-Max 110, Pro Lite, Mega Potency Fat Burning Pak
Марганец	МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Hard Fast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Med Pro, Diet Fast, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, High Performance Optimiser, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Pro Lite
Медь	МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Metal Blast, Daily Caps, Uni-Liver, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar
Молибден	Soy Pro 100, Genesis Formula, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Med Pro, Pro Diet, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, High Performance Optimiser, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak
Натрий	Carbo Power, Carbo Kick, Carbo Pump II, Whey & Egg, Whey Pro, Soy Pro, Gain Pro, Egg Pro Ultra, Super Egg, Forzade, Anabolic Sterol Complex, Anabolic Aktivator III, Pre-Load Creatine Complex, Pro Amino Bar, All Sport Endurance Bar, Power Mass Next Level Bar, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar, Pro Energizer, Carb Xelerator, T-Max 110, Fat Burning Xelerator, Mega Fat Burning, Mass Xelerator, Amino Xelerator, Pro Complex, Anabolic Activator II, Pro Lite
Никель	Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex
Селен	Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Gain Pro, Metal Blast, Power Protein, Power Shake Med Pro, Pro Diet, Diet Fast, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Anabolic Aktivator III, High Performance Optimiser, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Super Antioxidants, Super Antioxidants Pak, Health Pak, Pro Pak, Pro Lite
Серебро	Natural Sterol Complex, Anabolic Sterol Complex
Хром	Carbo Pump II, Carbo Juice, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Amino 3001, Amino Tech, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Hard Fast, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Med Pro, Forzade, Lipo-Therm, Berners, Ripped Fast, Fat Burners, Easy-To-Swallow-Fat Burners, Fat Burners For Women, Tone N Tighten, Pro Diet, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Natural Sterol Complex, Anti-Katabolik Complex, Hot Sauce, Anabolic Aktivator III, Anabolic Aktivator Pak, High Performance Optimiser, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Carb Xelerator, T-Max 110, Fat Burning Xelerator, Mega Fat Burning, Thermo Xelerator, Mass Xelerator, Amino Xelerator, Pro Complex, Anabolic Activator II, Pro Lite, Mega Potency Fat Burning Pak
Цинк	МиоАктив Форсаж, Mass Gain, Whey & Egg, Egg Pro, Whey Pro, Soy Pro 100, Animal Pak, Genesis Formula, Spa Pak, Mega Edge, Women`s Fitness Pak, Get-Big-Quick-Formula, Great Gains 1728, Gain Pro, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Super Egg, Daily Caps, Daily Formula, Uni-Liver, Men pro, Anabolic Aktivator III, High Performance Optimiser, Super Multi Pak, Opti Vites, Nutri Vites, Daily One Complete with Iron, Health Pak, Pro Pak, Opti-Lean Bar, Opti-RX Bar, Mass Xelerator, Amino Xelerator, Pro Complex, Anabolic Activator II, Pro Lite, Yochimbe Max

Таблица 33

Содержание основных минеральных и микроэлементных компонентов в специализированных продуктах спортивного питания

Минералы и микроэлементы	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение
Бор (мг)	0,0015	5	1,8
Ванадий (мкг)	10	100	45,0
Железо (мг)	0,4	24,9	7,4
Йод (мкг)	25	225	102,1
Калий (мг)	5	3000	245,1
Кальций (мг)	20	1068	224,7
Кобальт (мкг)	48	120	100,0
Магний (мг)	7,2	400	111,0
Марганец (мг)	0,04	50	7,5
Медь (мг)	0,02	3	1,6
Натрий (мг)	43	494	128,2
Селен (мкг)	3	200	70,3
Фосфор (мг)	25	350	145,1
Хлориды (мг)	41	150	113,7
Хром (мкг)	2	500	104,7
Цинк (мг)	0,26	75	14,2

Таким образом, можно констатировать, что продукты спортивного питания по содержанию микроэлементов могут отличаться в десятки раз. Каких-либо доказанных преимуществ в большинстве случаев при этом не установлено.

Глава 8.

Изучение взаимодействия металлохелатов

В интересах спортивной медицины металлохелаты, как и витаминные препараты, должны применяться не по отдельности, а комплексно. И если сведения о физиологической роли отдельных металлохелатных комплексов и особенностях их фармакокинетики и фармакодинамики в научной литературе встречаются, то работы, посвященные особенностям комбинированного их применения, практически отсутствуют.

Исходя из общих закономерностей кинетики хелатных соединений, можно предполагать, что по сравнению с неорганическими соединениями металлов для металлохелатов будет характерна облегченная абсорбция, лучшее проникновение через гистогематические барьеры, более равномерное распределение по тканям, повышенное отложение в печени и иных тканях метаболического воздействия на хелатирующий лиганд. В картине фармакодинамического эффекта могут присутствовать черты действия не только металла (микроэлемента), но и хелатирующего лиганда, причем это может касаться не только основного, но и токсического действия. Как правило, в силу более высокой биодоступности, токсические дозы металлохелатов ниже, чем для нехелатированных металлов.

При совместном применении металлохелаты могут физико-химически взаимодействовать друг с другом в составе пищевых масс с образованием неадсорбируемых комплексов (например, кальций-ассоциированные комплексы железа и свинца, силикаты микроэлементов), конкурировать друг с другом за рецепторы абсорбции (например, такая конкуренция возможна в парах «кадмий – цинк», «цинк – медь», «медь – железо», «железо – цинк»), или транспортные белки (альбумины, макроглобулины, гликопротеины плазмы). В силу более высокой тканевой насыщенности, под влиянием одного из металлохелатов могут меняться скорости синтеза переносчиков для других металлохелатов, активность ферментов биотрансформации хелатирующих лигандов, ускоряться выведение через почки или с компонентами желчи.

С учетом того, что многие продукты спортивного питания включают в свой состав не только органические соли металлов, но и их хелатные соединения (например, аминокислотные хелаты железа, калия, кальция, магния, марганца, меди, молибдена, селена, фосфора, хрома, цинка), а их содержание в разных продуктах спортивного питания и фармнутриентов специализированного действия может отличаться в разы, нами выполнено несколько серий исследований, в которых оценивалось взаимодействие металлохелатов как на уровне токсических дозировок, так и при умеренном избыточном пищевом потреблении (превышение суточных норм на 20 и 40%).

В данных исследованиях изучались металлохелатные комплексы с микроэлементами (Mg, Zn, Mn, Cu и Co), которые получали с применением ферментативных гидролизатов концентратов сывороточных белков молока. С целью повышения содержание микроэлементов в хелатах и увеличения их биодоступности для производства хелатных комплексов использовали гипоаллергенную низкомолекулярную фракцию (<10 кД) гидролизатов сывороточных белков молока, полученную с помощью ультрафильтрации. Инкубацию проводили при pH 7,1-7,2 при комнатной температуре и постоянном перемешивании. Затем отделяли осадок (в случае его образования) фильтрацией. После этого реакционную смесь подвергали нанофильтрации для удаления не связавшихся неорганических катионов. Полученные жидкие хелаты лиофильно высушивали и определяли в них содержание микроэлементов атомно-абсорбционным методом [102].

Взаимодействие металлохелатов на уровне токсических доз

С целью оценки взаимодействия металлохелатов на уровне токсических доз было выполнено исследование острой токсичности при пероральном введении лабораторным мышам как отдельных металлохелатов, так и двух металлохелатных комплексов. Исследовались признаки интоксикации и летальность животных [37].Фиксировали общее состояние животных: особенности их поведения, интенсивность и характер двигательной активности, наличие и характер судорог, координацию движений, тонус скелетных мышц, реакцию на тактильные, болевые, звуковые и световые раздражители, частоту и глубину дыхательных движений,

состояние волосяного и кожного покрова, органов чувств, количество и консистенцию фекальных масс, частоту мочеиспускания и окраску мочи. Фиксировали клиническую картину интоксикации и время гибели животных. Расчет $ЛД_{50}$ осуществлялся по методу В.Б. Прозоровского. Сравнение показателей $ЛД_{50}$ групп самок и самцов, получивших препараты, осуществлялось с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение значений $ЛД_{50}$ осуществлялось попарно по препаратам: самцы – самки.

Животные были подвержены полной некропсии с оценкой внешней поверхности тела, всех проходов, черепной, грудной, брюшной полостей и их содержимого.

Органы, извлеченные при некропсии, были взвешены, парные органы взвешивались вместе. Данный показатель был использован для расчета процентного отношения массы органов к массе тела.

Микроскопический анализ органов и тканей лабораторных животных проводился в следующих случаях:

1. Гибель животного на 2-14 день после введения вещества.

2. Обнаружение, в процессе некропсии, в том числе у животных, погибших в первые сутки после введения препаратов, измененного внутреннего органа (в данном случае исследовалась только ткань измененного органа).

Ткани, подлежащие гистологической обработке, были очищены, залиты в парафин, нарезаны, окрашены гематоксилином и эозином, и микроскопированы.

Животные содержались в стандартных условиях в соответствии с требованиями ГОСТ Р от 02.12.2009 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP)» [70]. В период акклиматизации и эксперимента животные были размещены в вентилируемых клетках RairIsoSystem в соответствии с требованиями GLP группами по 5 особей [78].

Масса тела регистрировалась непосредственно перед введением, и непосредственно перед эвтаназией для расчета процентного отношения массы органов к массе тела. Клинический осмотр каждого животного проводился в течение первого часа после введения препарата и ежедневно в последующем. В случае стремительного развития неблагоприятных признаков – не менее 2-х раз в день.

Исследование выполнено на аутбредных мышах, полученных из Филиала «Андреевка» ФГБУН НЦБМТ ФМБА России. Вес животных к началу исследования составлял 19-21 г. Всего в исследовании было

использовано 460 животных, по 230 самок и самцов. Исследуемые металлохелаты вводились внутрижелудочно с помощью пуговчатого зонда в объеме 1 мл взвеси в следующих дозах: Zn-хелат – 250, 500 и 750 мг/кг, Mg-хелат – 1000, 1500 и 2000 мг/кг, Mn-хелат – 100, 200 и 300 мг/кг, Cu-хелат – 100, 200 и 300 мг/кг, Co-хелат – 200, 300 и 400 мг/кг, Fe-хелат – 1000, 1500 и 2000 мг/кг, J-хелат – 0,5, 1 и 1,5 мг/кг. Выбор доз определялся известным уровнем токсичности соответствующего металла в нехелатированной форме.

Для оценки взаимодействия металлохелатов использовались два комплекса – Микс-1 и Микс-2.

Так как половых различий в течение симптомов интоксикации во всех случаях не отмечалось, в таблицах 34 - 35 представлены объединенные данные по результатам токсикологических исследований.

Таблица 34

Оценка летальности разных доз исследуемых металлохелатов

Параметр	Хелаты						
	Zn	Mg	Mn	Cu	Co	Fe	I
Доза 1, мг/кг	250	1000	100	100	200	1000	0,5
Летальность	25	35	15	20	25	0	0
Доза 2, мг/кг	500	1500	200	200	300	1500	1,0
Летальность	50	55	35	50	50	5	0
Доза 3, мг/кг	750	2000	300	300	400	2000	1,5
Летальность	60	90	60	90	75	20	0
LD_{50}	500	1375	260	200	300	3000	Не определена

При введении средне-токсических и максимальных доз исследуемых препаратов (кроме хелатов йода) внутрижелудочно у испытуемых животных картина интоксикации нарастала довольно быстро: через 15-20 минут после введения наблюдались снижение двигательной активности, заторможенность, брадикардия, через 30-40 минут - прострация. Через 1 - 7 часов - утрата позы, потеря сознания, нарушение частоты дыхательных движений и гибель 10-80% животных, которым вводили хелатные соединения. Выжившие животные восстанавливались уже на следующие сутки (для хелатов магния период восстановления для отдельных животных мог затягиваться до 1,5 суток) и все физиологические параметры приходили в норму.

Таблица 35

Клиническая картина интоксикации металлохелатами (частота встречаемости, %)

Параметр	Хелаты						
	Zn	Mg	Mn	Cu	Co	Fe	I
Доза, мг/кг	250	1000	100	100	200	1000	0,5
Летальность	25	35	15	20	25	0	0
Снижение реакций	100	100	100	100	100	100	100
Отсутствие вокализации	100	100	100	100	100	100	100
Птоз век	50	64	31	27	8	0	0
Периодическое дыхание	100	100	100	100	100	17	100
Взъерошенность шерсти	100	100	100	100	100	100	100
Снижение тонуса мускулатуры	100	100	100	100	100	100	100
Снижение двигательной активности	67	64	100	100	85	100	90
Заторможенность	33	36	0	0	15	0	10
Нетипичная осанка, положение	42	45	8	0	15	0	10
Атаксия	33	18	0	0	15	0	15
Усредненная частота встречаемости признаков интоксикации	72,5	72,7	63,9	62,7	63,8	51,7	62,5

После введения I-хелата в трех дозах гибели животных не наблюдали. На дозе 1000 и 1500 мкг/кг в первые 1-8 часов у 80% животных наблюдалось падение вертикальной и горизонтальной активности. Визуальная картина интоксикации полностью исчезала через сутки, все физиологические показатели животных приходили в норму.

Для комплексов металлохелатов Микс-1 и Микс-2 данные о летальности для животных представлены в таблицах 36 – 37.

Таблица 36

Летальность животных при применении металлохелатных комплексов

Хелат	Микс-1		Микс-2	
	Состав, мг	Летальность компонента, %	Состав, мг	Летальность компонента, %
Zn	500	50	750	60
Mg	1500	55	2000	90
Mn	200	35	300	60
Cu	200	50	300	90
Co	200	25	400	75
Fe	1000	0	2000	20
I	1,0	0	1,5	0
Максимальная летальность компонентов, %		55		90
Средняя летальность компонентов, %		36		66
Фактическая летальность комплекса, %		0		50

В токсикологических исследованиях, если не наблюдается взаимодействие между компонентами, то летальность комплекса, как минимум, будет равна максимальной летальности компонентов. То есть для Микс-1 она будет равна летальности магния (55%), а для Микс-2 летальности магния или меди (по 90%). Обычно токсические эффекты соединений на уровне летальных доз полностью или частично суммируются и реальная токсичность комплекса практически всегда выше токсичности самого опасного компонента. Поэтому мы могли ожидать при введении комплексов Микс-1 и Микс-2 более высокие цифры летальности. Однако при проведении токсикологических исследований этих комплексов металлохелатов был получен результат, характеризующийся антагонистическим взаимодействием компонентов: при применении комплекса Микс-1 летальных эффектов его внутрижелудочного введения не наблюдалось вообще, а при введении комплекса Микс-2, содержащего компоненты в более токсичных дозах, фактическая летальность для этого комплекса составила 50%.

Таблица 37

Клиническая картина интоксикации комплексами металлохелатов Микс-1 и Микс-2 (частота встречаемости, %)

Признак интоксикации	Микс-1	Микс-2
Отсутствие реакций на воздействие	55	15
Снижение реакций на воздействие	45	85
Отсутствие вокализации	100	100
Птоз век	20	100
Периодическое дыхание	100	100
Взъерошенность шерсти	100	100
Снижение тонуса мускулатуры	100	100
Снижение двигательной активности	95	100
Заторможенность	5	30
Нетипичная осанка, положение	15	46
Атаксия	0	0
Усредненная частота встречаемости признаков интоксикации	63,5	76,7

Интересную картину наблюдали при вводе Микс - 1. Гибели животных не было зафиксировано. Животные были угнетены, наблюдалось подергивание конечностей. Однако указанные изменения в состоянии животных не носили критичный характер, поэтому не привели к гибели животных. Все проявления интоксикации исчезали в течение 2-х суток от момента введения препаратов. На следующий день все животные, участвовавшие в эксперименте, мало потребляли пищу.

После ввода смеси хелатов Микс-2 в течение 2-6 часов наблюдали гибель 50% животных.

Результаты сопоставления проявлений токсичности отдельных металлохелатов и их комплексов по показателю усредненной частоты встречаемости признаков интоксикации представлены на рис. 7.

Гистологическому исследованию подвергались органы животных контрольной группы и животных, которые пали впервые 1-2 сутки после начала ввода препаратов.

Объекты фиксировали в 10% формалине и заливали в парафин. Головной мозг фиксировали в 96% спирте и заливали в парафин. Срезы внутренних органов окрашивали гематоксилин-эозином.

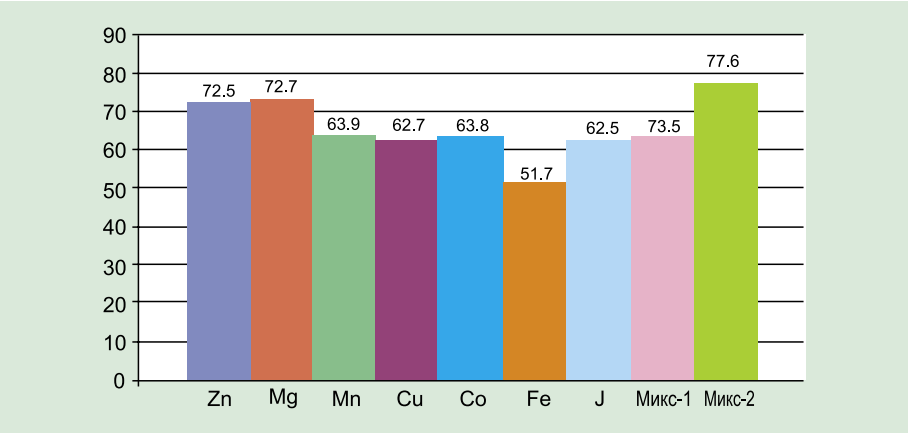

Рис.7. Сравнение распространенности проявлений интоксикации при применении металлохелатов и их комплексов.

Печень. Трабекулярное строение печени на срезах, полученных из объектов разных долей печени, нарушений не представляет. Границы гепатоцитов отчетливые, цитоплазма зернистая, слабо оксифильная. Очаговых нарушений тинкториальных свойств цитоплазмы нет. Ядра содержат четкие ядрышки и достаточное количество хроматина. Ядерная мембрана тонкая. Синусоиды печени полнокровные.

Легкие. Эпителий гортани, трахеи, крупных бронхов не изменен, ядра четкие. Альвеолы всех долей легких содержат воздух. Ядра альвеолярного эпителия четкие, цитоплазма оксифильная. Эпителий внутрилегочных бронхов без изменений. Острые воспалительные изменения легочной ткани отсутствовали.

Тимус. Тимус сохраняет выраженное дольчатое строение. Корковое вещество долек заполнено лимфоцитами/тимоцитами. Мозговое вещество тимуса содержит меньшее количество лимфоцитов, а также светлые эпителиальные клетки, местами образующие концентрические фигуры и тельца Гассаля. Строма тимуса умеренно полнокровная.

Головной мозг. У всех животных цитоархитектоника коры больших полушарий головного мозга не нарушена, очагов выпадения нет. Сосуды мозговых оболочек умеренно полнокровные; кортикальные сосуды равномерного диаметра. Содержат единичные эритроциты. Признаки острого или хронического заболевания нейронов отсутствуют. Ядра нейронов светлые, ядерная мембрана тонкая, ядрышки четкие. В цитоплазме определяется достаточное количество хроматофильной зернистости

Ниссля: пылевидной в цитоплазме нейронов 2–3-го слоев и более крупной – в цитоплазме нейронов 5-го слоя коры больших полушарий. Нейроны разных ядерных образований среднего и продолговатого мозга содержат крупные глыбки тигроида. Ядра нервных и глиальных клеток не изменены - ядерная мембрана тонкая, содержание хроматина нормальное, ядрышки четкие.

Сердце. Клетки эндотелия внутренней оболочки аорты с четкими ядрами. Деструкций эластических волокон средней оболочки нет. Поперечная исчерченность миофибрилл во всех отделах сердца отчетливая, ядра кардиомицитов содержат достаточное количество хроматина, ядерная оболочка тонкая. Очагов нарушений тинкториальных свойств цитоплазмы нет. Избыточного разрастания стромы (кардиофиброза) нет. Сосуды типичного строения, соотношение коллагена и эластина - 2:1.

Почки. Капилляры клубочков и интерстициальной ткани почек крыс полнокровные, цитоплазма эпителия проксимальных канальцев почек оксифильная, клеточные границы различимы, ядра эпителия нефронов светлые, четкие.

Надпочечники. Сосуды коры и мозгового вещества надпочечников полнокровные. Все зоны коры надпочечников отчетливо выражены, клеточные ядра содержат достаточное количество хроматина. Цитоплазма клеток пучковой зоны вакуолизирована за счет содержания большого количества липидов. Клетки мозгового вещества крупные, овальной формы, объединенные в гроздья и тяжи.

Селезенка. Лимфоретикулярные элементы лимфатических узлов и селезенки с четкими ядрами, деструкции или атрофии фолликулов нет. В красной пульпе селезенки видны очаги кроветворения с единичными мегакариоцитами.

Желудочно-кишечный тракт. У контрольных животных слизистая оболочка безжелезистой части желудка выстлана многослойным плоским эпителием, клетки которого изменений не представляют. Покровный эпителий слизистой тела желудка образован слизистыми цилиндрическими клетками, дефектов эпителиальной выстилки нет. Главные и обкладочные клетки желез тела желудка не изменены. Дефектов многослойного плоского неороговевающего эпителия слизистой пищевода нет. Почти у всех животных опытных групп наблюдаются геморрагические локальные очаги в ЖКТ.

Поджелудочная железа. Дольчатое строение поджелудочной железы сохранено. Клетки островков Лангерганса содержат светлые, четкие

ядра, цитоплазма слабо оксифильная. Эпителиальные клетки внешнесекреторной части железы базофильные, ядра, расположенные в средней части, четкие, с достаточным количеством хроматина. Сосуды стромы поджелудочной железы умеренно полнокровные.

Щитовидная железа. Фолликулы щитовидной железы заполнены небольшим количеством оксифильного, слабовакуолизированного коллоида. Эпителий фолликулов обычной высоты, ядра четкие. Сосуды стромы умеренно полнокровные. Строение подчелюстных желез нарушений не представляет. Эпителиальные клетки концевых отделов и выводных протоков с четкими ядрами, деструкции клеток нет.

Яичники и яички. В корковом веществе яичников самок видны фолликулы разной величины и степени созревания. Фолликулярный эпителий не изменен, ядра светлые, четкие, мозговое вещество яичников полнокровное. Клетки семенных канальцев яичек самцов находятся на разных стадиях сперматогенеза. Эпителий семенных канальцев и интерстициальные клетки не изменены. Ядра четкие.

Таким образом, по результатам гистологического исследования однодневное внутрижелудочное введение мышам тестируемых хелатов в дозах, в 100-500 раз превышающих терапевтические, не оказывает выраженное морфологически значимого токсического действияна ткани. Почти у всех животных опытных групп наблюдаются геморрагические локальные очаги в ЖКТ.

Некропсии подвергались все группы животных, участвующих в исследовании. При макроскопическом исследовании экспериментальных животных, переживших интоксикацию и подвергнутых запланированной эвтаназии, при применении тестируемых препаратов различий в состоянии внутренних органов по сравнению с контрольной группой не обнаружено.

Глава 9.

Интеракция металлохелатов как фармнутриентов

Одним из серьезных научных достижений второй половины XX века является установление роли металлоферментов и микроэлементов в эффективной жизнедеятельности организма человека. Современные витаминные препараты, различные комплексы для коррекции метаболизма у здоровых и больных людей содержат большое разнообразие солей металлов.

В отношении многих металлов к настоящему времени разработаны нормы суточного потребления для практически здоровых лиц, имеются отдельные рекомендации для частных клинических патологий (например, для кальция при патологии костной ткани, железа – при нарушениях кроветворения, цинка – при нарушениях в иммунной системе) [1]. В то же время особенности распределения металлов по тканям при разных уровнях пищевого потребления, вопросы их взаимодействия в организме человека, в том числе – возможной конкуренции на этапах фармакокинетики, остаются изученными недостаточно подробно.

Влияние уровня пищевого потребления

Цель данного этапа исследования: изучить особенности содержания кальция, меди, марганца, железа, магния и цинка в тканях животных при кумулятивном избыточном потреблении.

Схема проведения экспериментальной работы.

Исследование планировалось и проводилось в соответствии с требованиями ГОСТ 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP)» и РД 64-126-91 «Правила доклинической оценки безопасности фармакологических средств. Протокол исследования был одобрен биоэтической комиссией НЦБМТ ФМБА России.

Исследование выполнялось на лабораторных белых аутбредных крысах, поступивших из филиала «Андреевка» НЦБМТ ФМБА России. Карантин, содержание животных, осмотры и рандомизация, введение препаратов и эвтаназия осуществлялись в соответствии с утвержденными СОП (Стандартные операционные процедуры) организации [78]. Критериями включения животных в исследование были: пол, возраст, масса тела, отсутствие признаков заболевания.

В качестве корма животным использовался стандартный экструдированный гранулированный полнорационный комбикорм для лабораторных животных ПК-120, произведенный в соответствии с ГОСТ Р 51849-2001 Р.5. Кормление животных осуществлялось в свободном режиме исходя из суточных нормативов. Водопроводная очищенная вода давалась всем животным *ad libitum* в стандартных поилках.

Полнорационный комбикорм в суточной дозе (из расчета на одну крысу массой 250 г) содержал кальция - 54 мг, железа – 0,54 мг, цинка – 0,136 мг, марганца – 0,27 мг, меди – 0,072 мг, магния – 0,8 мг, кобальта – 0,0054 мг [28].

Так как в исследовании планировалось изучение содержания металлов в тканях животных при избыточном их поступлении, то дополнительное количество металлов, обеспечивающее превышение суточной нормы потребления на 20 и 40%, вводилось животным в виде смеси хелатных комплексов ежедневно, 1 раз в день, вовнутрь с помощью желудочного зонда, в 0,1 мл водного раствора, на протяжении 28 дней.

Животные выводились из эксперимента методом декапитации с отбором крови и тканей. Ткани высушивались в сухожаровом шкафу при температуре +105 °С до достижения постоянной сухой массы, затем озолялись в муфельной печи при температуре +850 °С. Навески золы растворялись в 30% химически чистой соляной кислоте и использовались для определения содержания металлов методом атомно-абсорбционной спектрометрии (прибор «Спектр 5-4», производство ОАО «Союзцветметавтоматика», Россия, номер Государственного реестра средств измерений 13743-04). Полученные количественные результаты измерений из зольных навесок пересчитывались в содержание металлов в тканях (мг / 100 г ткани).

Исследуемые металлохелатные комплексы были получены путем совместной инкубации при комнатной температуре и pH=7,1 – 7,2 водных растворов солей металлов с низкомолекулярной фракцией (< 10 кДа) ферментативных гидролизатов сывороточных белков молока [37]. Полученные жидкие хелаты лиофильно высушивали и определяли в них содержание металлов атомно-абсорбционным методом.

В работе исследовалось содержание металлов в следующих тканях: кровь (суммарно плазма и форменные элементы крови), печень, кости (включая костный мозг), волосы, мышцы, кишечник (включая кишечное содержимое). Выбранные для исследования ткани, с одной стороны, отражают специфичность депонирования и органотропность действия металлов [25, 109], с другой стороны, позволяют косвенно характеризо-

вать этапы их фармакокинетики (всасывание в кишечнике, поступление после всасывания по портальной системе в печень, формирование плазменных, эритроцитарных и тканевых депо).

О динамике интегрального содержания того или иного металла в организме животных при разных уровнях пищевого потребления судили по сумме показателей для разных тканей. Это же значение использовалось для расчета структуры распределения металлов по тканям. Достоверность различий между показателями оценивалась по F-критерию однофакторного дисперсионного анализа. Для оценки степени связи между показателями рассчитывался ранговый коэффициент корреляции по Спирмену.

В соответствии с процедурой рандомизации были сформированы три равноценные группы животных (контрольная и две опытных) по 10 животных в каждой. Опытным группам животных вводили дополнительно к суточному питанию внутрижелудочно дозы комплекса хелатов металлов, обеспечивающих превышение суточного потребления на 20 и 40% соответственно. Контрольным животным вводили эквиобъемное количество физиологического раствора.

Прирост веса животных за период исследования (28 дней) составил в среднем 40 г, и был равномерным по всем группам исследования.

В таблице 38 представлены данные об изменениях интегрального содержания анализируемых металлов (средние по группам) при разных уровнях их пищевого потребления.

Таблица 38

Влияние уровней пищевого потребления на интегральное содержание металлов в организме крыс (средние по группе, M ± m, p)

Металл	Интегральное содержание металлов в организме, по уровням потребления		
	F1 (100%), контроль	F2 (120%)	F3 (140%)
Ca, мг/100 г ткани %, p	1781 ± 27 100	1896 ± 35 **106** p=0,02	1578 ± 31 **89** p=0,0001
Cu, мг/100 г ткани %, p	6,79 ± 0,15 100	6,96 ± 0,38 102 p=0,68	6,50 ± 0,16 96 p=0,19
Mn, мг/100 г ткани %, p	9,64 ± 0,43 100	6,33 ± 0,69 **66** p=0,0005	10,48 ± 0,59 109 p=0,25
Fe, мг/100 г ткани %, p	361,7 ± 18,7 100	328,5 ± 12,1 91 p=0,15	513,9 ± 26,9 **142** p=0,0002
Mg, мг/100 г ткани %, p	67,54 ± 0,82 100	66,95 ± 0,98 99 p=0,71	73,22 ± 1,06 **108** p=0,0004
Zn, мг/100 г ткани %, p	39,44 ± 0,39 100	41,09 ± 0,72 104 p=0,06	39,26 ± 0,72 100 p=0,81

Анализ таблицы 38 показывает, что увеличение уровня пищевого потребления металлов неоднозначно сказывается на интегральном показателе их содержания в организме. Так, *увеличение потребления кальция* на 20% сопровождается повышением его содержания в организме *только на 6%* (p=0,02). Для цинка этот эффект выражен несколько слабее – на 4%, и находится на уровне статистических тенденций (p=0,06).

Для *меди, железа и магния* такое повышение уровня их пищевого потребления не приводило к заметным сдвигам в содержании этих металлов в организме. В то же время, для *марганца* увеличение его пищевого потребления на 20% сопровождалось снижением показателя его интегрального содержания в организме на треть (66%, p=0,0005).

NB! Полученные результаты могут быть объяснены, если предположить существование механизма ускоренного выведения металлов из организма при превышении какого-либо порогового их уровня в кишечнике.

Подобный механизм (при более высоком уровне порога срабатывания) может объяснить и наблюдаемое снижение (не взирая на более высокий уровень пищевого потребления, равный 140% от рекомендуемого уровня) интегрального показателя содержания в организме таких металлов, как кальций (89%, p=0,0001) и цинка (возврат к значениям при обычном уровне потребления).

Необходимо отметить, что *в отношении железа, вероятно, существует иной механизм реакции на повышение его пищевого содержания*, так как при уровне потребления металла в 140% от рекомендуемой нормы, его содержание в организме будет соответствовать уровню потребления (+42%, p=0,0002). Ни для какого другого из исследованных металлов нами не было получено увеличение содержания их в организме, близкое к уровню превышения рекомендованных норм потребления.

В таблице 39 представлены результаты дисперсионного анализа значений тканевого содержания металлов по фактору «Уровень пищевого потребления» [73].

Данные, представленные в таблице 39, показывают, что для основной массы изученных показателей (содержание металлов в тканях), фактор «Уровень пищевого потребления» является статистически значимым. Однако динамика центроидов облаков рассеивания значений в большинстве случаев не является монотонной (то есть увеличение уровня пищевого потребления не сопровождается увеличением содержания металла в тканях), что отражает сложность и неоднозначность механизмов фармакокинетики этих соединений. В основном монотонная динамика центроидов была характерна для содержания железа в печени и костной ткани, магния в печени.

Таблица 39

Результаты дисперсионного анализа тканевого содержания металлов по фактору «Уровень пищевого потребления»

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням потребления			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		F1 (100%), контроль	F2 (120%)	F3 (140%)		
Кальций	Кровь	3,81	4,34	2,92	0,66	$5*10^{-7}$
	Печень	2,72	2,39	2,41	0,08	0,33
	Кость	1667	1822	1442	0,73	$2*10^{-8}$
	Волосы	4,29	6,45	3,53	0,79	$7*10^{-10}$
	Мышцы	9,68	18,88	17,93	0,84	$2*10^{-11}$
	Кишечник	93,11	42,11	110,15	0,81	$1*10^{-10}$
Медь	Кровь	0,82	0,87	0,88	0,01	0,85
	Печень	1,42	1,64	1,43	0,04	0,59
	Кость	1,22	1,66	1,04	0,86	$4*10^{-12}$
	Волосы	1,54	1,44	1,11	0,31	0,007
	Мышцы	0,34	0,46	0,36	0,54	$3*10^{-5}$
	Кишечник	1,44	0,88	1,16	0,57	$1*10^{-5}$
Марганец	Кровь	0,11	0,09	0,09	0,02	0,76
	Печень	0,56	0,59	0,46	0,43	0,0005
	Кость	0,52	0,97	0,63	0,39	0,0013
	Волосы	0,14	0,23	0,15	0,40	0,001
	Мышцы	0,10	0,07	0,07	0,12	0,17
	Кишечник	8,18	4,37	9,06	0,60	$5*10^{-6}$
Железо	Кровь	196,5	167,7	320,4	0,52	$5*10^{-5}$
	Печень	90,6	105,8	117,6	0,32	0,006
	Кость	12,55	14,04	17,74	0,20	0,05
	Волосы	4,27	7,27	2,83	0,78	$2*10^{-9}$
	Мышцы	8,31	8,80	6,97	0,28	0,012
	Кишечник	49,3	24,9	48,4	0,71	$5*10^{-8}$
Магний	Кровь	1,94	1,73	1,79	0,16	0,09
	Печень	5,85	6,26	7,37	0,70	$8*10^{-7}$
	Кость	34,7	36,7	33,8	0,31	0,007
	Волосы	1,73	2,28	1,94	0,46	0,0002
	Мышцы	8,04	8,91	8,10	0,29	0,009
	Кишечник	15,24	11,08	20,16	0,61	$3*10^{-6}$
Цинк	Кровь	2,48	2,32	2,47	0,02	0,80
	Печень	4,11	4,13	3,44	0,14	0,14
	Кость	20,15	22,85	18,68	0,49	0,0001
	Волосы	3,17	3,11	3,90	0,09	0,26
	Мышцы	2,98	3,49	3,19	0,55	$2*10^{-5}$
	Кишечник	6,56	5,18	7,58	0,44	0,0004

Обращает на себя внимание, что в отношении **крови** только для кальция фактор «Уровень пищевого потребления» был статистически значим. Для остальных металлов их содержание в крови не зависело от уровня пищевого потребления, что отражает особую гомеостатическую регуляцию химического состава крови. Для **печени** фактор «Уровень пищевого потребления» был значим для таких металлов, как магний, марганец, железо (в порядке убывания значимости), для **костной ткани** – медь, кальций, цинк, марганец, магний, железо (в порядке убывания значимости), для **волос** – кальций, железо, магний, марганец, медь (в порядке убывания значимости), но не цинк, для **мышц** – кальций, цинк, медь, магний, железо (в порядке убывания значимости), но не марганец. Для **кишечника**, с учетом пищевого поступления металлов в организм, все исследуемые металлы были чувствительны к фактору «Уровень пищевого потребления», в большей степени это касалось кальция, железа, марганца и магния, в меньшей степени – для меди и цинка. Отмеченное повышение содержания металлов в кишечнике при уровне их потребления в 140% по сравнению с контрольной группой, возможно, обусловлено не только снижением скорости абсорбции, но и образованием в химусе трудно растворимых не абсорбируемых соединений цинка с кальцием и медью.

NB! На скорость всасывания металлов в кишечнике может оказывать влияние и кальций/магниевое соотношение, регулирующее конкурентное взаимодействие между этими металлами, в том числе – на уровне транспортных белков и механизмов энтеральной абсорбции.

Так, для кишечника кальций/магниевый коэффициент снижается при избыточном потреблении металлов с 6,1 (уровень потребления 100%) до 3,8 (уровень потребления 120%) с частичным восстановлением до 5,4 при уровне потребления 140%.

Важной характеристикой присутствия микроэлементов в организме является структура их тканевого распределения. В таблице 40 представлены данные, характеризующие распределение металлов по анализируемым тканям в зависимости от уровня их пищевого потребления.

Анализ таблицы 40 показывает, что основная часть пищевого **марганца** остается в кишечнике и существенное (на 40%) увеличение его пищевого потребления практически не приводит к изменению его распределения по организму. В то же время, при умеренном повышении его пищевого потребления (+20% к рекомендуемым дозам) включаются ме-

ханизмы, облегчающие его всасывание (снижение содержания в кишечнике при повышении уровня содержания в крови) и перераспределение по организму (увеличение содержания в костях и печени).

Таблица 40

Структура распределения металлов по тканям крыс (%) в зависимости от уровня их пищевого потребления

Металл	Уровень потребления	Ткани					
		кровь	печень	кость	волосы	мышцы	кишечник
Кальций	F1 (100%)	0,2	0,1	94,0	0,2	0,5	5,0
	F2 (120%)	0,2	0,1	96,1	0,3	1,0	2,3
	F3 (140%)	0,2	0,1	91,3	0,2	1,1	7,1
Медь	F1 (100%)	12,1	21,0	18,1	22,7	5,0	21,1
	F2 (120%)	12,5	23,5	23,9	20,9	6,6	12,6
	F3 (140%)	13,6	22,1	16,0	17,1	5,6	25,6
Марганец	F1 (100%)	1,1	5,8	5,4	1,8	1,0	85,9
	F2 (120%)	1,4	9,4	15,3	3,7	1,7	69,1
	F3 (140%)	0,9	4,4	6,0	1,5	0,7	86,5
Железо	F1 (100%)	54,3	25,1	3,5	1,2	2,3	13,6
	F2 (120%)	51,1	32,2	4,3	2,2	2,7	7,6
	F3 (140%)	62,3	22,9	3,5	0,6	1,4	9,3
Магний	F1 (100%)	2,9	8,7	51,4	2,6	11,8	22,36
	F2 (120%)	2,6	9,4	54,8	3,4	13,3	16,5
	F3 (140%)	2,4	10,1	46,2	2,7	11,1	27,5
Цинк	F1 (100%)	6,3	10,4	51,2	8,0	7,5	16,6
	F2 (120%)	5,7	10,1	55,6	7,6	8,5	12,6
	F3 (140%)	6,3	8,8	47,6	9,9	8,1	19,3

Всасывание **кальция** в кишечнике идет очень эффективно (самые низкие, по сравнению с другими металлами, значения). Основным органом депонирования для этого металла является костная ткань (более 90% для всех изученных уровней потребления). Вероятно, существует особый механизм регулирования содержания кальция в крови, так как в структуре распределения кальция по организму его доля в крови остается неизменной (0,2%), несмотря на разные уровни его пищевого потребления.

Кроме кальция, костная ткань (включающая костный мозг) является главным органом депонирования и для **магния**, и для **цинка**. Однако для этих металлов распределение по организму, по сравнению с кальцием, является более равномерным, и содержание металлов в костях составляет не 90, а только 45-55%. Вторую по значимости группу тканей, где

депонируется магний и цинк, составляют мышцы и печень (содержание металлов находится в диапазоне 8-13%).

Относительно равномерно по организму распределяется **медь** (с некоторым депонированием в печени, пик содержания находится в диапазоне 21 – 24%).

Для **железа** основной тканью депонирования является кровь, причем при увеличении уровня пищевого насыщения железом на 40% происходит структурный сдвиг перераспределения металла по организму, и его доля в крови повышается с 51% при нормальном уровне пищевого потребления, до 61%.

Корреляционный анализ показал, что с уровнем пищевого потребления содержание металлов в тканях практически не связано (рис.8). Из всего массива данных только для 4 исследуемых показателей были получены достоверные коэффициенты корреляции с уровнем пищевого потребления:

- с содержанием железа в крови (r=+0,55, p=0,04),
- с содержанием железа в печени (r=+0,56 , p=0,04),
- с содержанием магния в печени (r=+0,81, p=0,006),
- с содержанием кальция в мышцах (+0,75, p=0,01).

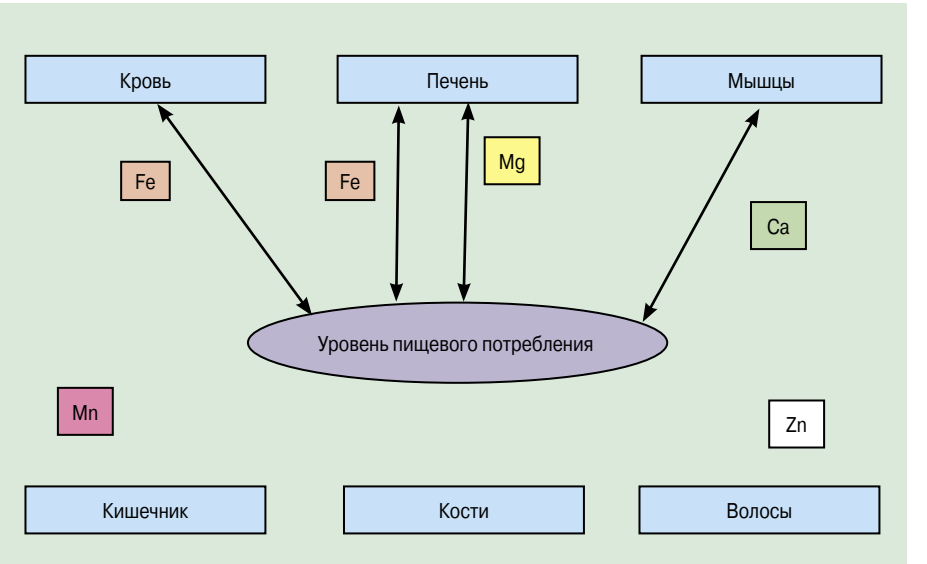

Рис.8. Граф корреляционных связей содержания металлов в тканях и уровнем пищевого потребления.

NB! Следовательно, если возникает необходимость **повысить сверх нормального уровня** содержание ***железа*** в крови или печени, ***кальция*** в мышцах или ***магния*** в печени, то это может быть достигнуто путем повышения уровня их пищевого потребления, причем, чем больший прирост содержания металла необходим, тем более высокий уровень его пищевого потребления необходимо создать.

Влияние концентрации в крови

На следующем этапе анализа материалов исследования проводилось оценка зависимости распределения металлохелатов по тканям в зависимости от их уровня в крови.

Статистическая характеристика содержания металлов в крови животных представлена в таблице 41.

Таблица 41

Содержание металлов в крови (мг/100 г ткани) животных при нормальном и избыточном пищевом потреблении имеет следующие статистические характеристики:

Статистический параметр	Ca	Cu	Mn	Fe	Mg	Zn
Среднее	3,69	0,86	0,094	228	1,82	2,42
Стандартная ошибка	0,13	0,04	0,011	17	0,04	0,10
Медиана	3,83	0,84	0,069	207	1,78	2,23
Мода	4,1	0,83	0,040	160	1,59	2,16
Стандартное отклонение	0,74	0,25	0,062	93	0,22	0,55
Дисперсия выборки	0,55	0,06	0,004	8741	0,048	0,311
Эксцесс	-0,41	0,26	0,76	1,22	0,86	5,28
Асимметричность	-0,10	0,26	1,230	0,98	0,91	2,28
Интервал	3,03	1,03	0,229	428	0,90	2,40
Минимум	2,37	0,36	0,026	69	1,49	1,87
Максимум	5,40	1,39	0,255	498	2,39	4,27
Коэффициент вариации.	0,148	0,071	0,041	0,409	0,120	0,22

При анализе таблицы 41 обращает на себя внимание, что только распределение значений меди может быть охарактеризовано как соответствующее критериям нормального распределения (близкие значения моды, медианы и среднего по выборке, минимальные значения эксцесса и асимметричности). Следовательно, на концентрацию меди в крови животных не оказывал влияние никакой из внешних факторов.

Статистические параметры значений содержания железа, марганца и магния в крови характеризуются асимметричностью с превалированием зоны высоких значений, что может отражать влияние на содержание этих ионов какого-либо одного внешнего фактора, например, избыточность их поступления в организм с пищей. Статистические параметры значений содержания кальция и цинка в крови не могут быть приведены к нормальному распределению, и, следовательно, находятся под сильным влиянием нескольких внешних факторов.

NB! По широте размаха колебаний и коэффициенту вариации анализируемые металлы могут быть разделены на три группы: с высокой вариативностью (железо), умеренной вариативностью (цинк, кальций, магний) и низкой вариативностью (медь, марганец) показателей содержания в крови.

Следовательно, именно эти металлы (медь, марганец) должны иметь самые жесткие гомеостатические механизмы регулирования их содержания в крови. Высокая вариативность содержания железа в крови может быть связана с разной степенью насыщения металлом эритроцитарных и плазменных депо. Умеренная вариативность показателей содержания в крови цинка, кальция и магния, вероятно, связана с частичной разбалансированностью механизмов всасывания и выведения, распределения по тканям и тканевого депонирования, возникшего при избыточном пищевом потреблении этих металлов.

Кальций

Кривая частотного распределения содержания кальция в крови животных (рис. 9) представляет собой наложение двух кривых нормального распределения – одна из них находится в зоне низких значений (вершина – 3 мг/100 г тканей), вторая – в зоне средних значений (максимум в зоне 4,25 мг/100 г ткани). Наличие дополнительного пика в области низких значений может отражать относительную недостаточность у отдельных животных содержания этого металла в стандартном корме.

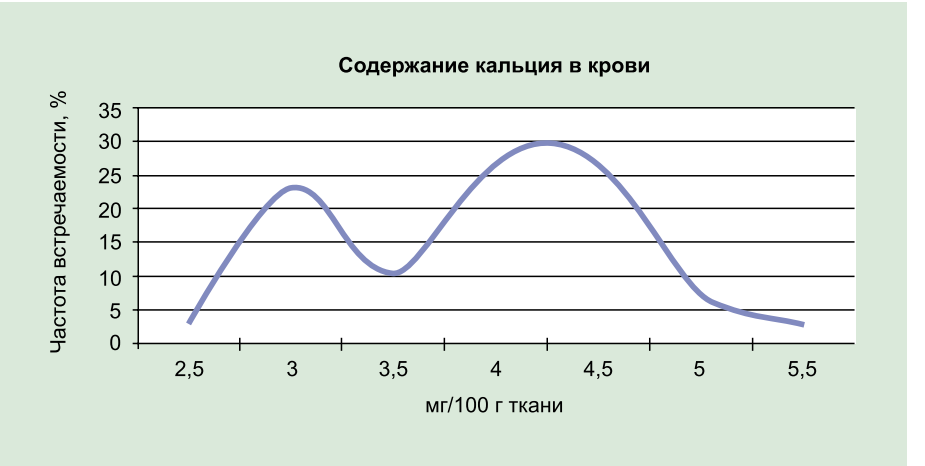

Рис. 9. Частотная кривая распределения значений уровня кальция в крови.

Исходя из особенностей распределения частот встречаемости значений содержания кальция в крови животных, они могут быть распределены в три группы:

- с низким значением кальция в крови (менее 3,5 мг/100 г ткани),
- со средними значениями (от 3,5 до 4,5 мг/100 г ткани)
- и с высокими значениями (более 4,5 мг/100 г ткани).

В соответствии с границами разделения по фактору «Уровень кальция в крови» выполнен дисперсионный анализ значений содержания кальция в тканях животных (таблица 42).

Таблица 42

Влияние уровня кальция в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания кальция в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Кальций	Кровь	2,82	3,97	4,73	0,83	$4*10^{-11}$
	Печень	2,51	2,53	2,41	0,005	0,93
	Кость	1449	1724	1805	0,59	$7*10^{-6}$
	Волосы	3,58	5,16	6,10	0,41	0,0009
	Мышцы	17,13	14,52	15,38	0,07	0,38
	Кишечник	111,3	71,6	48,9	0,48	0,0002

Анализ таблицы 42 позволяет сделать вывод, что содержание кальция **в печени** и **мышцах** не зависит от уровня кальция в крови, **в костях** и (в несколько меньшей степени) **волосах** – определяется уровнем кальция в крови. Динамика центроидов распределения значений кальция **в кишечнике** по подгруппам с низким, средним и высоким содержанием кальция в крови, позволяет предположить, что уровень кальция в крови во многом определяется всасыванием его в кишечнике, так как максимальному уровню металла в крови соответствует минимальное его содержание в кишечнике, и наоборот, минимальному значению кальция в крови соответствует максимальное значение его содержания в кишечнике.

В связи с этим был выполнен дисперсионный анализ влияния фактора «Содержание кальция в кишечнике» на уровень кальция в крови животных. На рисунке 10 мы видим двугорбую кривую, представляющую собой наложение двух кривых нормального распределения.

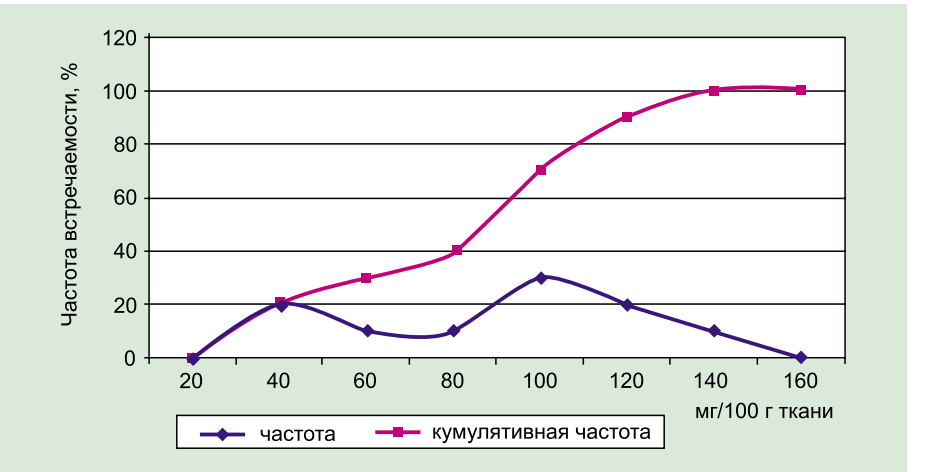

Рис. 10. Кривая распределения значений кальция в кишечнике.

Первый пик находится в зоне низкого содержания кальция в кишечнике (40 мг/100 г ткани), и вероятно, характеризует субгруппу животных с высокой скоростью всасывания кальция. Второй пик находится в области более высоких значений содержания кальция в кишечнике (100 мг/100 г ткани), и вероятно, характеризует животных с замедленным усвоением кальция, в том числе – за счет образования менее растворимых комплексов кальция с другими металлохелатами.

Исходя из особенностей кривых частотного распределения (в том числе – кумулятивной кривой), границами диапазонов низкого, среднего и высокого значений содержания кальция в кишечнике были определены 60 и 110 мг/100 г ткани.

Животные были перегруппированы в соответствии с уровнем содержания кальция в кишечнике на 3 подгруппы: с низким содержанием кальция (до 60 мг/100 г ткани, подгруппа Н), средним уровнем содержания кальция в кишечнике (от 61 до 110 мг/100 г ткани, подгруппа С) и высоким содержанием кальция в кишечнике (более 110 мг/100 г ткани, подгруппа В.). Дисперсионному анализу подвергались данные о содержании кальция в крови животного.

Анализ динамики центроидов распределения значений содержания кальция в крови показывает, что подгруппе с низким содержанием кальция в кишечнике на фоне его полноценного пищевого потребления (то есть при его максимальном всасывании) соответствует самое высокое значение содержания кальция в крови, и наоборот, подгруппе с высоким содержанием кальция в кишечнике (то есть при его минимальном всасывании) соответствует самое низкое содержание кальция в крови.

Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Центроиды	Дисперсия
Н	9	39,073	4,341444	0,219645
С	12	43,939	3,661583	0,401399
В	9	27,73	3,081111	0,314679

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	7,165761	2	3,582881	11,13211	0,000298	3,354131
Внутри групп	8,689976	27	0,321851			
Итого	15,85574	29				

Таким образом, наша гипотеза о влиянии всасывания кальция в кишечнике на его содержание в крови была подтверждена с высокой степенью статистической значимости ($p<0,0003$, коэффициент детерминации модели 0,45 – то есть 45% всей вариации значений содержания кальция в крови животных может быть объяснено за счет разного уровня его всасывания в кишечнике).

Медь

Исходя из особенностей кривой частотного распределения значений содержания меди в крови (рис. 11), можно определить границы групп следующим образом: низкое содержание (до 0,6 мг/100 г ткани включительно), среднее содержание (от 0,61 до 1,10 мг/100 г ткани) и высокое содержание (более 1,10 мг/100 г ткани).

Рис. 11. Частотная кривая распределений значений уровня меди в крови

Таблица 43.

Влияние уровня меди в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания меди в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Медь	Кровь	0,49	0,85	1,26	0,84	$2*10^{-11}$
	Печень	1,09	1,48	1,98	0,27	0,015
	Кость	1,56	1,22	1,44	0,24	0,03
	Волосы	1,49	1,35	1,32	0,03	0,70
	Мышцы	0,39	0,37	0,45	0,17	0,08
	Кишечник	1,10	1,44	1,08	0,14	0,13

Анализ таблицы 43 показывает, содержание меди **в печени** определяется содержанием этого металла в крови. В то же время, закономерности, определяющие депонирование меди **в костях** имеют более сложный характер. Так, низкому уровню меди в крови соответствует самое высокое значение центроида распределения этого металла в подгруппах, в то время как животным со средним уровнем содержания меди в крови соответствует самое низкое значение центроидов распределения этого микроэлемента в костях.

NB! Можно предположить, что более низкий уровень меди в крови может быть связан с избыточностью его депонирования в костях и нарушением работы механизмов обмена металла между костной тканью и кровью.

При повышении уровня меди в крови выше среднего диапазона значений, избыток металла начинает депонироваться в костной ткани (динамика центроидов при этом возрастает). Такая же реакция на превышение среднего диапазона содержания меди в крови характерна и **для мышечной ткани** – она начинает более интенсивно депонировать медь. Содержание меди в **волосах** животных при нормальном и избыточном его пищевом потреблении не зависит от содержания металла в крови.

Марганец

Частотная кривая распределения значений содержания марганца в крови имеет вид, далекий от нормального распределения (рис.12). Во-первых, частотный максимум смещен в области низких значений. Во-вторых, нисходящая ветвь распределения существенно растянута в область более высоких значений при низкой частоте их встречаемости (3%). Возможно, такое растяжение частотной кривой распределения значений содержания марганца в области высоких значений отражает условия экспериментального исследования – его избыточное пищевое потребление. В связи с этим, статистически корректно по точкам перегиба частотной кривой произвести разделение на группы по уровню содержания марганца в крови не получится. Для деления на группы придется воспользоваться правилами S-образного шкалирования кумулятивной частотной кривой, в соответствии с которыми границей области низких значений является 16% кумулятивной частоты (в нашем случае – это значение 0,04 мг/100 г ткани), а границей области высоких значений – 84% кумулятивной частоты (в нашем случае – более 0,16 мг/100 г ткани). Значения внутри этих границ (от 0,041 до 0,16 мг/100 г ткани включительно) относятся к среднему уровню.

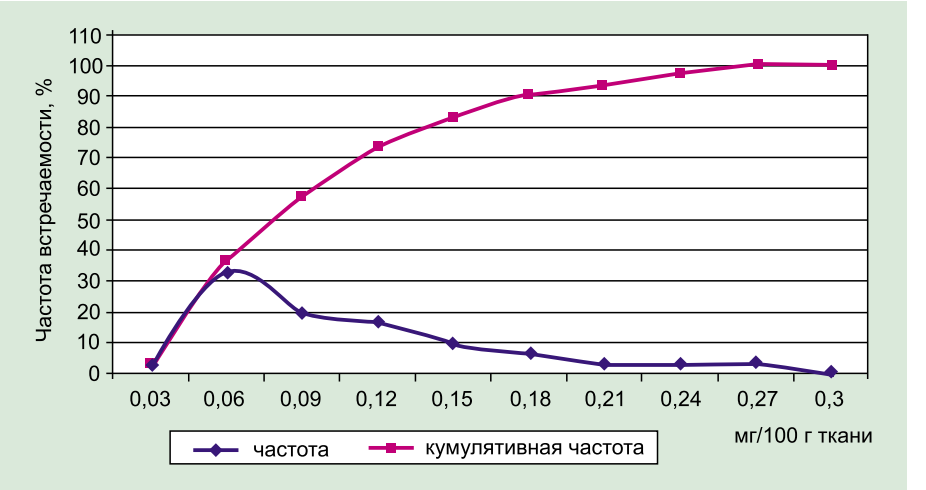

Рис. 12. Частотная кривая распределений значений содержания марганца в крови

Так же, как и для содержания кальция в кишечнике, обращает на себя внимание обратное монотонное изменение (табл. 44) центроидов распределения по группам: группе с низким содержанием марганца в крови соответствует его более высокое содержание в кишечнике (задержка всасывания), и наоборот, группе с высоким уровнем марганца в крови соответствует его более низкое содержание в кишечнике (более полное всасывание).

Таблица 44

Влияние уровня марганца в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания марганца в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Марганец	Кровь	0,036	0,085	0,208	0,81	$2*10^{-10}$
	Печень	0,556	0,546	0,489	0,07	0,35
	Кость	0,787	0,718	0,568	0,03	0,52
	Волосы	0,185	0,198	0,149	0,11	0,20
	Мышцы	0,065	0,083	0,082	0,03	0,64
	Кишечник	8,470	7,012	6,443	0,06	0,41

NB! Содержание марганца в исследуемых тканях при нормальном и повышенном пищевом потреблении этого металла не зависит от уровня его содержания в крови, и вероятно, депонирование его в тканях определяется иными, не связанными с уровнем содержания в крови, механизмами.

В связи с возникновением такого предположения (зависимость уровня марганца в крови от полноты его всасывания в кишечнике), был проведен дисперсионный анализ влияния фактора «Уровень содержания марганца в кишечнике» на значения содержания марганца в крови.

Частотная кривая распределения значений содержания марганца в кишечнике животных при полноценном и избыточном его потреблении (рис. 13) частично напоминает кривую нормального распределения и смещена в область более высоких значений, что может отражать специфику избыточного пищевого потребления этого металла. В то же время, в области более низких значений также имеется превышение значений по сравнению с стандартной кривой нормального распределения. Возможно, эта часть частотной кривой характеризует животных с более высокими показателями всасывания марганца в кишечнике. Исходя из особенностей кривых, граничными точками диапазонов низкого, среднего и высокого содержания марганца в кишечнике при его полноценном и избыточном потреблении могут быть 4 и 10 мг/100 г ткани.

Рисунок 13. Частотные кривые распределения значений содержания марганца в кишечнике животных при его полноценном и избыточном потреблении.

Животные были перегруппированы в соответствии с уровнем содержания марганца в кишечнике на 3 подгруппы: с низким содержанием (до 4 мг/100 г ткани, подгруппа Н), средним уровнем (от 4,1 до 10 мг/100 г ткани, подгруппа С) и высоким содержанием марганца в кишечнике (более 10 мг/100 г ткани, подгруппа В). Дисперсионному анализу подвергались данные о содержании марганца в крови животного.

Однофакторный дисперсионный анализ

ИТОГИ

Группы	Счет	Сумма	Центроиды	Дисперсия
Н	7	0,663	0,094714	0,002563
С	20	1,9551	0,097755	0,004928
В	3	0,1994	0,066467	1,93E-05

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	0,00256	2	0,00128	0,316873	0,731095	3,354131
Внутри групп	0,109049	27	0,004039			
Итого	0,111609	29				

Анализ динамики центроидов распределения значений содержания марганца в крови показывает, что подгруппам и с низким, и со средним содержанием марганца в кишечнике на фоне его полноценного пищевого или избыточного потребления соответствуют высокие значения содержания марганца в крови, и только подгруппе с высоким содержанием марганца в кишечнике (то есть при его минимальном всасывании) соответствует самое низкое содержание металла в крови.

Проведенный дисперсионный анализ отверг гипотезу о влиянии уровня содержания марганца в кишечнике (полнота всасывания) на содержание этого металла в крови животных. Коэффициент детерминации анализируемой модели составил всего 0,023, то есть только 2% вариативности уровня марганца в крови могут быть объяснены колебаниями его всасывания в кишечнике (p=0.73). Следовательно, на содержание марганца в крови животных влияют другие факторы, не связанные с его содержанием в кишечнике.

Железо

Частотная кривая распределения значений содержания железа в крови крыс (рис.14) близка к кривой нормального распределения с максимумом около 250 мг/100 г ткани и несколько растянутым нисходящим участком кривой (повышение доли значений в области высокого содержания железа, что может быть обусловлено экспериментальной ситуацией – превышением у ряда животных нормы его пищевого потребления).

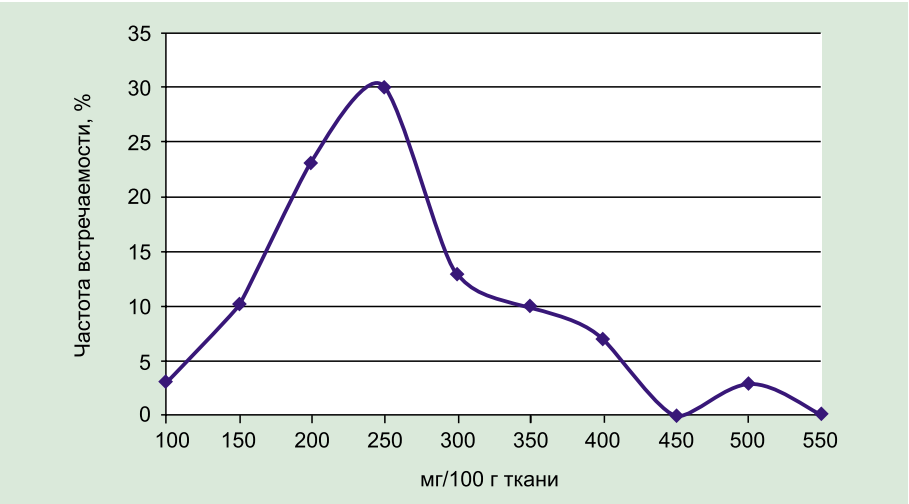

Рис.14 Кривая частотного анализа встречаемости значений содержания железа в крови крыс.

Анализ рис.14 позволяет определить следующие границы содержания железа в крови у крыс с нормальным и избыточным его потреблением:

- низкий уровень – до 150 мг/100 г тканей
- средний уровень – от 151 до 300 мг/100 г тканей
- высокий уровень – более 300 мг/100 г тканей.

Обращает на себя внимание динамика центроидов содержания железа в кишечнике (табл. 45): низкому уровню содержания железа в крови соответствует и низкий уровень содержания железа в кишечнике, в то время как у животных с высоким уровнем содержания в крови железа, уровень его содержания в кишечнике соответствует средним значениям.

Таблица 45.

Влияние уровня железа в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания железа в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Железо	Кровь	111	209	370	0,72	$3*10^{-8}$
	Печень	121	100	108	0,13	0,15
	Кость	14	15	14	0,02	0,30
	Волосы	5,1	4,9	4,1	0,03	0,62
	Мышцы	8,9	8,2	7,0	0,15	0,11
	Кишечник	26	43	45	0,18	0,06

Такая динамика может отражать наличие механизма ускоренного всасывания железа в кишечнике при его низком содержании в крови, и торможение всасывания при достаточной степени насыщения железом крови. Выявленная статистическая закономерность соответствует хорошо известной модели работы ферритинового транспортного механизма и «ферритинового занавеса», защищающего организм от избыточного энтерального поступления железа.

NB! Полученные нами данные показывают, что содержание железа в тканях при его нормальном или избыточном пищевом потреблении не зависит от его уровня в крови.

Магний

Кривая частотного распределения значений содержания магния в крови крыс (рис.15) при полноценном и избыточном его пищевом потреблении близка к кривой нормального распределения с небольшим дополнительным «хвостом» в области высоких значений, что может закономерно отражать вклад избыточного пищевого потребления этого минерала.

Анализ рис.15 позволяет определить следующие границы содержания магния в крови у крыс с нормальным и избыточным его потреблением:

- низкий уровень – до 1,60 мг/100 г тканей
- средний уровень – от 1,61 до 2,0 мг/100 г тканей
- высокий уровень – более 2,0 мг/100 г тканей.

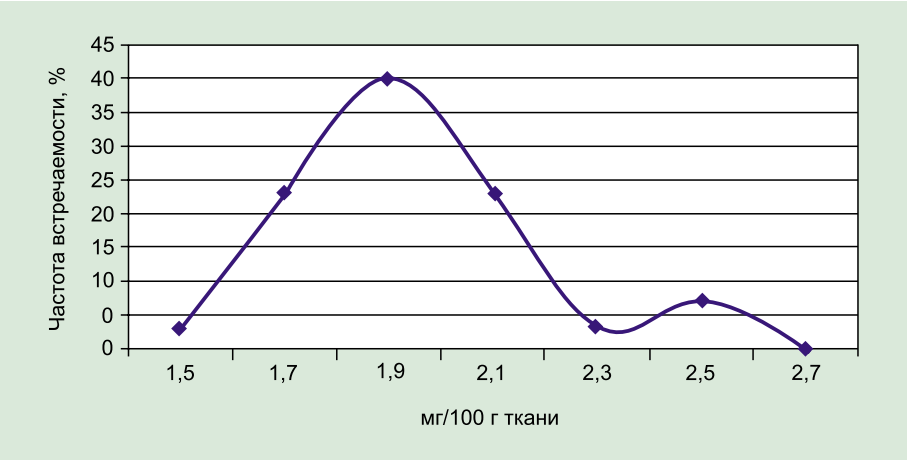

Рис.15. Кривая частотного анализа распределения значений содержания магния в крови крыс.

Анализ таблицы 46 показывает, что между содержанием магния в крови и тканевыми депо существуют обратные механизмы: высокому уровню содержания магния в крови соответствуют самые низкие значения центроидов групп для **костной ткани**, **волос** и **мышц**.

Таблица 46.

Влияние уровня магния в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания магния в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Магний	Кровь	1,55	1,80	2,20	0,82	$1*10^{-10}$
	Печень	6,52	6,57	6,18	0,03	0,67
	Кость	35,92	35,36	33,05	0,19	0,06
	Волосы	2,02	2,07	1,63	0,23	0,03
	Мышцы	8,89	8,34	7,79	0,20	0,046
	Кишечник	15,51	15,66	14,88	0,003	0,96

NB! Можно предположить, что нарушение депонирования избыточного пищевого магния в этих тканях и определяет его более высокий уровень в крови.

Такая модель является статистически значимой, и имеет приемлемый коэффициент детерминации (0,19 – 0,23). Возможно также, что более низкое содержание магния в крови у некоторых животных связано с избыточной работой депонирования металла в мышечной ткани, так как низкому уровню магния в крови соответствуют более высокие значения его содержания в мышечной ткани (вариативность содержания магния в мышцах на 20% объясняется влиянием уровня его содержания в крови). Содержание магния в печени и кишечнике не зависят от его уровня в крови.

Цинк

Частотная кривая распределения значений содержания цинка в крови крыс при нормальном и избыточном пищевом потреблении (рис.16) далека от кривой нормального распределения, имеет двугорбую вершину в области низких значений и длинный «хвост» в области высоких значений при низкой частоте встречаемости. Поэтому распределение животных на подгруппы с низкими, средними и высокими значениями содержания цинка в крови произведено по точкам перегиба кумулятивной частотной кривой.

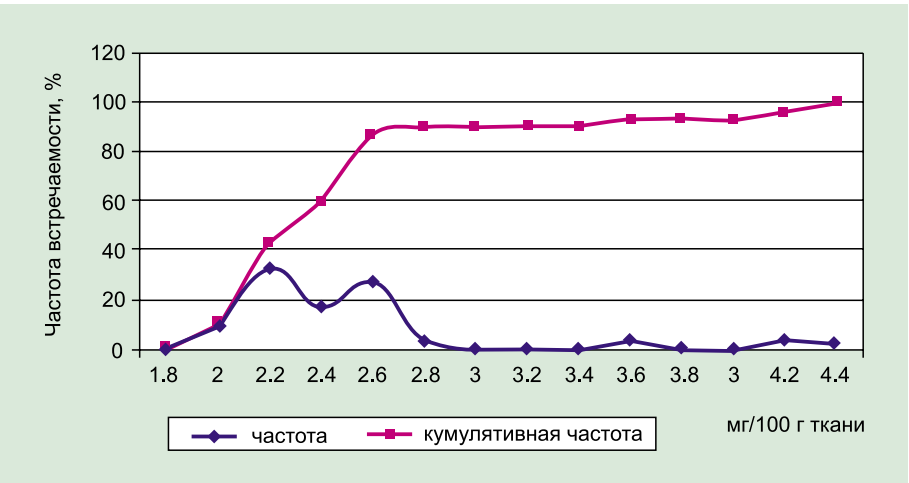

Рис.16. Кривая частотного анализа распределения значений содержания цинка в крови крыс.

Точке, соответствующей 16% накопленных частот и являющейся границей низкого диапазона значений, соответствует 2,1 мг цинка /100 г ткани. Точке на кумулятивной кривой, соответствующей 84% накоплен-

ных частот и являющейся границей высокого диапазона значений содержания цинка в крови животных, соответствует 2,6 мг /100 г ткани. Значения, лежащие между этими точками, будут относиться к области средних значений содержания цинка в крови крыс.

При анализе таблицы 47 обращает на себя внимание, что только в отношении костной ткани выявлено определенное влияние фактора уровня содержания цинка в крови. С учетом отрицательной монотонной динамики значений центроидов (группе с низкими значениями цинка в крови соответствует более высокое значение содержания цинка в кости, а группе с высокими значениями цинка в крови – более низкое значение содержания цинка в кости).

Таблица 47

Влияние уровня цинка в крови животных на его содержание в тканях

Металл	Ткань	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания цинка в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Цинк	Кровь	1,95	2,31	3,63	0,80	$3*10^{-10}$
	Печень	3,74	3,91	4,02	0,008	0,90
	Кость	21,57	20,87	17,64	0,23	0,03
	Волосы	3,28	3,45	3,27	0,005	0,94
	Мышцы	3,21	3,21	3,28	0,007	0,91
	Кишечник	6,22	6,44	6,67	0,007	0,91

NB! Можно сделать предположение, что с нарушениями депонирования избыточного пищевого цинка в костной ткани может быть связано колебание уровня его содержания в крови.

Содержание цинка в остальных органах (печень, мышцы, волосы, кишечник) не зависело от содержания цинка в крови, и, следовательно, определяется другими механизмами, не связанными с обменом кровь-ткань.

Взаимовлияния металлохелатов в тканях

На следующем этапе анализировалось возможное взаимовлияние металлохелатов на содержание их в тканях (кровь, печень, мышцы, кости, волосы, кишечник).

Кровь

Данные, характеризующие возможное влияние уровня содержания одних металлов («независимые» металлы) в крови на содержание других исследуемых металлов («зависимые» металлы) обработаны статистически методом дисперсионного факторного анализа и представлены в таблице 48.

Таблица 48.

Влияние уровня металла в крови животных на содержание других металлов в крови

Металл независимый	Металл зависимый	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания независимого металла в крови			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Кальций	Медь	0,83	0,82	1,08	0,12	0,16
	Марганец	0,08	0,11	0,08	0,06	0,42
	Железо	299	192	172	0,34	0,003
	Магний	1,79	1,84	1,85	0,01	0,83
	Цинк	2,39	2,32	2,90	0,12	0,19
Медь	Кальций	4,06	3,50	4,21	0,16	0,10
	Марганец	0,05	0,09	0,13	0,11	0,20
	Железо	138	256	198	0,24	0,026
	Магний	1,66	1,83	1,99	0,18	0,07
	Цинк	2,20	2,50	2,31	0,05	0,52
Марганец	Кальций	3,14	3,80	3,94	0,15	0,11
	Медь	0,68	0,87	1,02	0,18	0,07
	Железо	246	220	236	0,01	0,83
	Магний	1,73	1,77	2,12	0,38	0,002
	Цинк	2,45	2,45	2,31	0,01	0,88
Железо	Кальций	4,11	3,76	3,18	0,15	0,12
	Медь	0,58	0,91	0,88	0,20	0,045
	Марганец	0,06	0,10	0,09	0,06	0,46
	Магний	1,67	1,87	1,77	0,11	0,21
	Цинк	2,19	2,40	2,67	0,07	0,40
Магний	Кальций	3,61	3,77	3,48	0,02	0,71
	Медь	0,72	0,89	0,92	0,09	0,29
	Марганец	0,08	0,08	0,18	0,35	0,003
	Железо	242	221	237	0,01	0,88
	Цинк	2,61	2,42	2,20	0,06	0,46
Цинк	Кальций	3,49	3,71	3,86	0,2	0,76
	Медь	0,69	0,89	0,89	0,10	0,25
	Марганец	0,09	0,10	0,09	0,004	0,95
	Железо	175	227	300	0,14	0,13

Анализ таблицы 48 показывает, что между содержанием кальция в крови и уровнем железа в этой ткани существуют конкурентные взаимоотношения (коэффициент корреляции r=-0,53) – чем ниже уровень кальция, тем выше уровень железа, и наоборот, чем выше уровень кальция в крови, тем меньше в крови уровень железа. Как правило, такие взаимоотношения характерны при конкуренции веществ за переносчик (белок-носитель) при доминирующей роли в этой паре кальция. Именно его содержание в крови определяет содержание железа (коэффициент детерминации 0,34, влияние фактора значимо при p=0,003). При этом уровень содержания железа не оказывает достоверного влияния на содержание кальция (коэффициент детерминации 0,15, p=0,12).

Эти данные позволяют предположить, что в крови существует ***два белка-переносчика*** – первый, более афинный к кальцию, но способный также переносить ионы железа на не оккупированных кальцием местах связывания, и второй, специализированный по железу. В роли второго (специализированного по железу) переносчика, скорее всего, может выступать трансферрин, в роли первого переносчика (более афинного к кальцию) – альбумины (именно с альбуминами связано до 45% сывороточного кальция).

Влияние меди на содержание железа в крови описывается куполообразной кривой: низкому содержанию меди соответствует и низкое значение железа, среднему уровню меди – самое высокое содержание железа, высокому содержанию меди – умеренное, более низкое значение содержания железа. Можно предположить, что железосвязывающая способность основного переносчика железа в крови – трансферрина в какой-то степени зависит от уровня меди (при более низком содержании меди или количество переносчика снижено, или его конформация при этом не является оптимальной для связывания с железом).

При среднем уровне концентрации меди переносчик железа находится в оптимальной активности, а при высоком содержании меди в крови, возможно, может возникать частичная конкуренция между медью и железом за переносчик (избыточная медь вытесняет железо из связи с сывороточным белком, что способствует более быстрой элиминации железа из крови).

Существует и своеобразное встречное влияние (уровня железа на содержание меди в крови) – низкому уровню железа в крови соответст-

вует и низкие значения меди, в то же время среднему и повышенному уровню железа соответствует средний уровень меди в крови (коэффициент детерминации этой модели равен 0,20, уровень значимости модели p=0,045).

Возможно, такое влияние может быть объяснено через влияние железа на синтез в печени основного переносчика меди – церулоплазмина (с этим белком связано до 60-65% переносимой меди) или иных переносчиков меди: транскуприна (12-14%), альбуминов (12-17%), аминокислот гистидина, треонина, глутамина (10-15%) [114]. При этом может реализовываться следующая цепочка: низкий уровень железа – низкий уровень синтеза переносчика – низкое содержание меди в крови.

Для меди также выявлена статистическая тенденция влияния на уровень магния в крови (динамика центроидов монотонно возрастающая, коэффициент корреляции r=0,36, коэффициент детерминации равен 0,18, p=0,07). Известно [114], что 25% сывороточного магния связано с альбуминами. Возможно, уровень меди влияет на синтез альбуминов в печени.

Достаточно своеобразные взаимовлияния выявлены между содержанием марганца и магния в крови. Коэффициент корреляции между содержанием этих металлов в крови r=+0,55. Однако динамика центроидов этих металлов не является монотонной. Так, низким и средним значениям марганца в крови соответствует умеренно повышенный уровень содержания магния, а высоким значениям – высокие значения магния в крови. Аналогичная динамика характерна и для анализа фактора «содержание магния»: низким и средним значениям магния в крови соответствует умеренно сниженный уровень содержания марганца, а высоким значениям – средние значения марганца в крови. В обоих случаях коэффициент детерминации модели равен 0,35, уровень значимости p<0,003.

На уровне статистических тенденций (коэффициент детерминации 0,18, p=0,07) проявляется позитивное влияние уровня марганца на уровень меди в крови (повышение содержания меди при повышении уровня марганца). Содержание цинка в крови не проявляло влияния на содержание других анализируемых металлов в крови.

Таким образом, взаимные влияния металлов на их содержание в крови могут быть представлены следующим графом связей (рис.17).

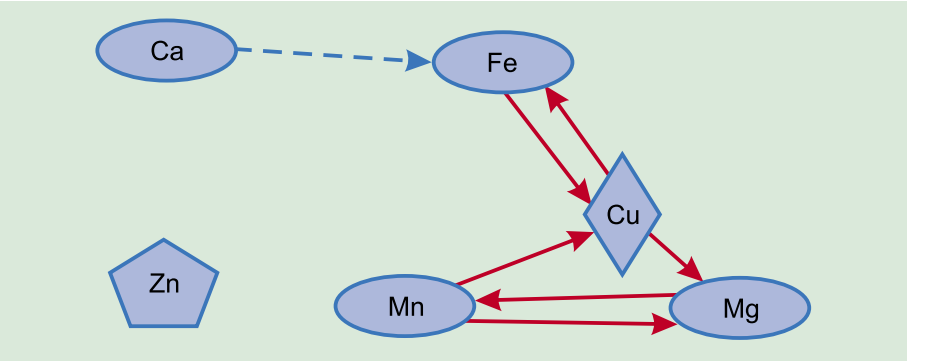

Рис. 17. Граф взаимовлияний металлов на их содержание в крови. Обозначения: непрерывная красная линия – влияние по типу усиления, синяя пунктирная линия – влияние по типу конкуренции.

Печень

Содержание металлов в тканях печени (мг/100 г ткани) животных при нормальном и избыточном пищевом потреблении имеет следующие статистические характеристики (Табл.49).

Таблица 49

Статистические характеристики содержания металлов в тканях печени крыс при нормальном и избыточном его пищевом потреблении

Статистический параметр	Ca	Cu	Mn	Fe	Mg	Zn
Среднее	2,51	1,50	0,53	104,6	6,49	3,89
Стандартная ошибка	0,10	0,09	0,02	3,6	0,14	0,16
Медиана	2,48	1,37	0,54	105,8	6,45	3,92
Мода	2,10	1,30	0,53	129,0	5,34	5,30
Стандартное отклонение	0,54	0,50	0,08	19,8	0,78	0,88
Дисперсия выборки	0,30	0,25	0,01	395,1	0,60	0,78
Эксцесс	0,024	2,446	-0,545	-0,573	-0,589	-1,203
Асимметричность	0,307	1,602	-0,164	-0,378	0,266	0,134
Интервал	2,25	2,01	0,30	74,7	2,8	3,2
Минимум	1,51	0,91	0,38	58,6	5,3	2,4
Максимум	3,76	2,92	0,68	133,3	8,1	5,6
Коэффициент вариации	0,22	0,33	0,15	0,18	0,12	0,22
Нижняя граница среднего уровня, мг/100 г ткани	2,0	1,1	0,45	85,0	6,0	2,9
Нижняя граница верхнего уровня	3,0	2,0	0,60	125,0	7,2	4,9

Анализ таблицы 49 показывает, что основная масса металлов (за исключением меди и цинка) имеет характер распределения содержания в печени близкий, к кривой нормального распределения (близкие значения средней величины, медианы и моды распределения, не высокие значения параметров «эксцесс» и «асимметрия»), и, следовательно, в отношении содержания в печени кальция, марганца, железа и магния не выявляются значимые внешние факторы воздействия. На распределение же значений содержания меди и цинка имеются влияния каких-либо внешних факторов.

Данные, характеризующие возможное влияние уровня содержания одних металлов («независимые» металлы) в печени на содержание других исследуемых металлов («зависимые» металлы) обработаны статистически методом дисперсионного факторного анализа и представлены в таблице 50.

Анализ таблицы 50 показывает, что уровень кальция в печени оказывает достоверное влияние на уровень марганца в печени (низкому уровню кальция соответствует и низкий уровень марганца, среднему и высокому уровню кальция соответствует средний уровень марганца, коэффициент детерминации модели 0,26, p=0,02). Такое взаимоотношение может объяснено, если синтез тканевых структур, с которыми связывается в печени марганец, зависит от кальция.

Существует и обратная взаимосвязь: уровень марганца оказывает аналогичное достоверное и еще более выраженное влияние на содержание кальция в печени (низкому уровню марганца соответствует и низкое значение кальция, средним и высоким значениям уровня марганца в печени соответствуют средние значения уровня кальция, коэффициент детерминации модели 0,45, p=0,0003).

NB! Для меди не было выявлено никакого влияния на содержание исследованных металлов в печени.

Между содержанием марганца и магния в печени выявлены конкурентные взаимоотношения (коэффициент корреляции между значениями r=-0,53): низкому содержанию марганца соответствуют высокие значения содержания магния, и увеличение содержания марганца в печени ведет к снижению содержания в ней магния (коэффициент детерминации модели 0,31, p=0,007). Эта конкуренция проявляется и в обратном направлении – высокому содержанию магния в крови соответствует более низкий уровень марганца (коэффициент детерминации модели 0,43, p=0,0005). На основании таких взаимосвязей можно предположить, что в печени марганец и магний конкурируют за места связывания в тканевом депо, причем белки-носители этого тканевого депо более афинны к магнию (при

низком уровне марганца преобладает связывание с магнием, при среднем уровне содержания марганца наблюдается примерно равнозначная оккупация сайтов связывания обоими металлами, а высокий уровень магния в печени ведет к вытеснению марганца из депо).

Таблица 50

Влияние уровня металла в тканях печени животных на содержание других металлов в печени

Металл независимый	Металл зависимый	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания независимого металла в печени			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Кальций	Медь	1,30	1,51	1,59	0,03	0,68
	Марганец	0,44	0,56	0,52	0,26	0,02
	Железо	100	104	112	0,03	0,67
	Магний	7,17	6,34	6,63	0,14	0,14
	Цинк	3,45	4,03	3,68	0,06	0,42
Медь	Кальций	2,72	2,41	2,81	0,09	0,29
	Марганец	0,57	0,53	0,53	0,03	0,66
	Железо	106	104	109	0,01	0,91
	Магний	6,29	6,57	6,41	0,02	0,74
	Цинк	4,27	3,92	2,97	0,15	0,11
Марганец	Кальций	1,71	2,75	2,31	0,45	0,0003
	Медь	1,37	1,60	1,31	0,07	0,38
	Железо	109	103	109	0,02	0,75
	Магний	7,58	6,36	6,24	0,31	0,007
	Цинк	2,92	3,84	4,61	0,32	0,005
Железо	Кальций	2,36	2,49	2,72	0,04	0,53
	Медь	1,18	1,65	1,36	0,16	0,09
	Марганец	0,57	0,51	0,60	0,24	0,02
	Магний	5,63	6,74	6,62	0,30	0,006
	Цинк	4,36	3,58	4,38	0,20	0,06
Магний	Кальций	2,23	2,74	2,18	0,24	0,03
	Медь	1,24	1,61	1,44	0,08	0,32
	Марганец	0,57	0,56	0,43	0,43	0,0005
	Железо	83	110	114	0,37	0,002
	Цинк	4,57	3,90	3,08	0,31	0,007
Цинк	Кальций	2,47	2,57	2,22	0,05	0,51
	Медь	2,27	1,40	1,28	0,38	0,002
	Марганец	0,51	0,54	0,58	0,05	0,47
	Железо	101	109	87	0,14	0,13
	Магний	6,63	6,61	5,72	0,16	0,09

NB! Марганец оказывает влияние на содержание цинка в печени (коэффициент корреляции между значениями r=+0,64) – чем выше концентрация марганца, тем выше и концентрация цинка (коэффициент детерминации модели 0,32, p=0,005).

Для железа установлено умеренное влияние на содержание меди, марганца, магния и цинка. Более отчетливо оно проявляется в отношении магния (коэффициент корреляции между значениями r=+0,57): низкому уровню железа соответствует и более низкий уровень магния в печени, среднему и высокому значению содержания железа в печени соответствует умеренно повышенное содержание магния в печени (коэффициент детерминации модели 0,30, p=0,006).

Можно предположить, что при более низких значениях железа в печени нарушается формирование тканевого депо магния, а при увеличении содержания железа тканевое депо магния в печени функционирует полноценно. В то же время существует и аналогичное обратное влияние магния на содержание железа в печени (при низком уровне магния депо в печени для железа не способно его кумулировать на среднем уровне концентраций).

Особый интерес могут представлять данные о конкурентных взаимоотношениях на уровне печеночных тканевых депо между магнием и цинком (коэффициент корреляции между значениями r=-0,52). Низкому уровню содержания магния в крови соответствует высокое содержание цинка, при увеличении содержания магния в печени содержание цинка в ней достоверно снижается (коэффициент детерминации модели 0,31, p=0,007). В то же время, высокое содержание цинка в печени сопровождается вытеснением магния из этого тканевого депо (коэффициент детерминации модели 0,16, p=0,09).

NB! Аффинитет печеночного тканевого депо к цинку более высокий (насыщение происходит при более низких концентрациях металла), но степень связи у магния более прочная (вытеснение магния из депо происходит только на высоких уровнях концентрации цинка в печени).

В свою очередь цинк оказывает конкурентное влияние на содержание меди в печени (при низких значениях цинка содержание меди в печени более высокое, увеличение концентрации цинка до среднего уровня сопровождается понижением содержания меди также до среднего уровня, дальнейшее повышение уровня цинка в печени способствует вытеснению меди из тканевого депо (коэффициент корреляции между

значениями этих показателей r=-0,52, коэффициент детерминации модели 0,37, p=0,002).

Для оценки интегрального влияния металлов на их содержание в печени были рассчитаны два индекса – индекс влияния и индекс зависимости, которые определялись как среднеквадратичное значение соответствующих коэффициентов детерминации при факторном анализе возможного влияния металлов друг на друга. Полученные индексы отражены на рис. 18.

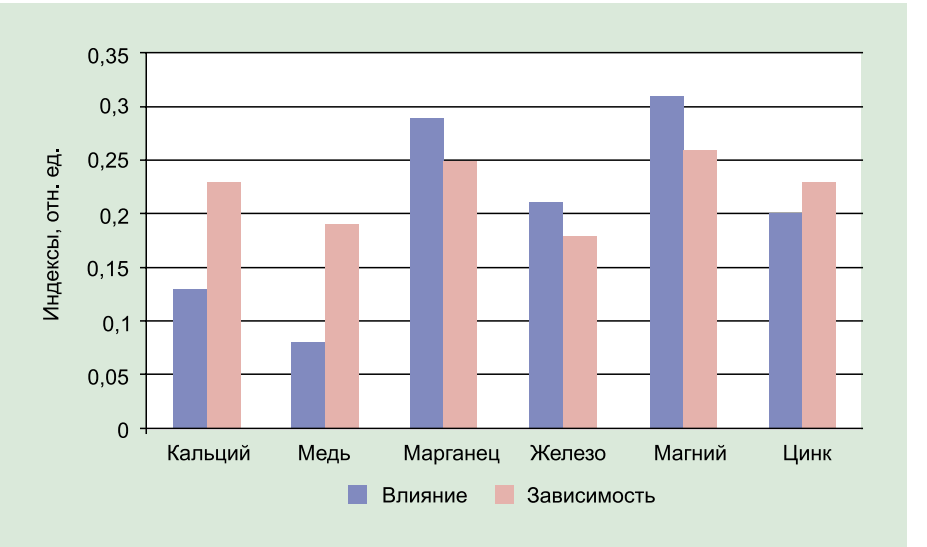

Рис. 18. Интегральная оценка влияния и зависимости металлов друг от друга в печени крыс

Анализ рисунка 18 показывает, что меньше всего влияют на концентрацию в печени других металлов медь и кальций (их возможное влияние находится в диапазоне до 15% всей вариативности содержания других металлов в печени). Средняя степень влияния имеют железо и цинк (их возможное влияние находится в диапазоне 20-25% всей вариативности содержания других металлов в печени). Наиболее выраженное влияние на содержание других металлов в печени оказывают магний и марганец (29-31% вариативности).

В то же время зависимость металлов от содержания в печени других металлов может быть отнесена как средняя (для всех металлов индекс зависимости находится в диапазоне 0,18-0,26 отн.ед). Чуть более зависимы-

ми можно считать уровни магния и марганца в печени. Интересно, что эти же металлы являются и наиболее влияющими на другие металлы в печени.

В обобщенном виде взаимовлияния металлов на их содержание в печени представлены на рис. 19.

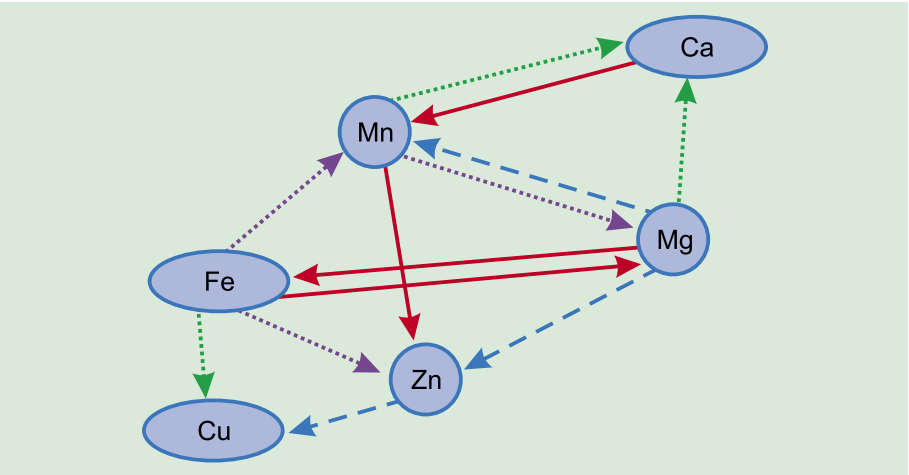

Рис. 19. Граф взаимовлияний металлов на их содержание в печени. Обозначения: непрерывная красная линия – влияние по типу усиления, синяя пунктирная линия – влияние по типу конкуренции, зеленая точечная линия – «куполообразный» тип влияния, фиолетовая точечная линия – «чашеобразный» тип влияния.

Мышцы

Содержание металлов в мышечной ткани крыс (мг/100 г ткани) животных при нормальном и избыточном пищевом потреблении имеет следующие статистические характеристики (таблица 51).

Анализ таблицы 51 показывает, что основная масса металлов (за исключением меди) имеет характер распределения содержания в мышцах далекий от кривой нормального распределения (расходящиеся значения средней величины, медианы и моды распределения, высокие значения параметров «эксцесс» и «асимметрия»), и, следовательно, в отношении содержания в мышцах кальция, марганца, железа и магния и цинка существуют значимые внешние факторы воздействия. На распределение же значений содержания меди ближе всего к кривой нормального распределения, и на него возможно минимальное влияние каких-либо внешних факторов.

Таблица 51.

Статистические характеристики содержания металлов в тканях мышц крыс при нормальном и избыточном его пищевом потреблении

Статистический параметр	Ca	Cu	Mn	Fe	Mg	Zn
Среднее	15,50	0,38	0,08	8,02	8,35	3,22
Стандартная ошибка	0,83	0,01	0,01	0,27	0,13	0,05
Медиана	16,92	0,37	0,07	7,99	8,49	3,18
Мода	20,00	0,40	0,07	10,19	8,20	3,00
Стандартное отклонение	4,59	0,07	0,03	1,48	0,74	0,29
Дисперсия выборки	21,14	0,01	0,01	2,21	0,56	0,08
Эксцесс	-1,466	0,654	-1,133	-0,332	-0,035	-0,529
Асимметричность	-0,342	0,818	0,296	-0,242	-0,659	0,555
Интервал	13,6	0,28	0,12	5,95	2,94	0,98
Минимум	8,4	0,27	0,02	4,72	6,78	2,84
Максимум	22,0	0,55	0,14	10,67	9,72	3,82
Коэффициент вариации	0,29	0,18	0,48	0,18	0,08	0,09
Нижняя граница среднего уровня, мг/100 г ткани	10,0	0,30	0,04	6,50	7,70	2,90
Нижняя граница верхнего уровня	20,0	0,45	0,11	9,00	9,00	3,50

Данные, характеризующие возможное влияние уровня содержания одних металлов («независимые» металлы) в мышцах на содержание других исследуемых металлов («зависимые» металлы) обработаны статистически методом дисперсионного факторного анализа и представлены в таблице 52.

Анализ таблицы 52 показывает, что только для железа не выявлено влияний на содержание других металлов в мышцах. Для остальных металлов наблюдались несколько типов влияний.

Таблица 52

Влияние уровня металла в тканях мышц животных на содержание других металлов в мышцах

Металл независимый	Металл зависимый	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания независимого металла в мышцах			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Кальций	Медь	0,3	0,41	0,40	0,26	0,02
	Марганец	0,11	0,07	0,07	0,12	0,17
	Железо	8,7	7,7	8,1	0,07	0,38
	Магний	7,7	8,7	8,2	0,25	0,02
	Цинк	2,9	3,3	3,4	0,32	0,006
Медь	Кальций	8,6	16,0	17,5	0,27	0,02
	Марганец	0,10	0,08	0,07	0,03	0,63
	Железо	10,2	7,5	9,0	0,39	0,002
	Магний	8,0	8,3	9,0	0,17	0,08
	Цинк	2,9	3,2	3,4	0,19	0,06
Марганец	Кальций	21,1	14,4	15,4	0,24	0,02
	Медь	0,41	0,39	0,38	0,02	0,78
	Железо	9,0	8,3	6,7	0,26	0,02
	Магний	9,1	8,4	7,7	0,35	0,003
	Цинк	3,6	3,1	3,2	0,34	0,004
Железо	Кальций	13,5	17,0	13,6	0,14	0,12
	Медь	0,34	0,40	0,39	0,09	0,31
	Марганец	0,09	0,08	0,07	0,02	0,79
	Магний	8,0	8,3	8,6	0,06	0,44
	Цинк	3,1	3,2	3,2	0,04	0,59
Магний	Кальций	16,1	14,2	18,4	0,09	0,25
	Медь	0,37	0,38	0,45	0,14	0,14
	Марганец	0,13	0,07	0,05	0,41	0,0008
	Железо	6,7	8,0	9,3	0,37	0,02
	Цинк	3,0	3,2	3,5	0,29	0,01
Цинк	Кальций	9,2	16,0	20,6	0,50	0,00001
	Медь	0,32	0,40	0,40	0,17	0,08
	Марганец	0,08	0,08	0,05	0,09	0,28
	Железо	9,1	7,6	9,0	0,21	0,04
	Магний	8,1	8,3	8,9	0,09	0,26

Влияние по типу усиления было характерно для воздействия **кальция** на содержание цинка (коэффициент корреляции между величинами +0,68, коэффициент детерминации модели 0,32, p=0,006) и меди (коэффициент детерминации 0,26, p=0,02), для воздействия **меди** на содержание кальция (коэффициент детерминации 0,27, p=0,02), цинка (коэффициент детерминации 0,19, p=0,06) и магния (коэффициент детерминации

0,17, p=0,08), для воздействия **магния** на содержание в мышцах железа (коэффициент детерминации 0,37, p=0,02) и цинка (коэффициент детерминации 0,29, p=0,01), для воздействия **цинка** на содержание в мышцах кальция (коэффициент корреляции между величинами r=+0,68, коэффициент детерминации 0,50, p=0,00001) и меди (коэффициент корреляции между величинами r=+0,54, коэффициент детерминации 0,17, p=0,08).

Влияние по типу конкурентного вытеснения было характерно для воздействия **марганца** на содержание в мышцах магния (коэффициент корреляции между величинами r=-0,65, коэффициент детерминации 0,35, p=0,003), цинка (коэффициент детерминации 0,34, p=0,004), железа (коэффициент детерминации 0,26, p=0,02) и кальция (коэффициент детерминации 0,24, p=0,02), а также для воздействия магния на содержание в мышцах марганца (коэффициент корреляции между величинами r=-0,65, коэффициент детерминации 0,41, p=0,0008).

Влияние по типу куполообразной кривой, при котором низкому значению независимого фактора соответствует низкое значение зависимого металла, повышение уровня независимого фактора до среднего уровня вызывает максимально высокое повышение уровня зависимого металла, но дальнейшее повышение концентрации в тканях независимого металла ведет к частичному вытеснению из мышечного тканевого депо зависимого металла. Такой тип влияния был характерен для воздействия **кальция** на содержание в мышцах магния (коэффициент детерминации 0,25, p=0,02).

Влияние по типу чашеобразной кривой, при котором низкому значению независимого фактора соответствует максимальное содержание зависимого металла в мышцах, при повышении содержания независимого фактора до среднего уровня происходит снижение содержания зависимого металла в тканях, однако дальнейший рост уровня независимого фактора вновь сопровождается повышением значений содержания зависимого металла в тканях. Этот тип взаимодействия характеризуется дозозависимым характером: при низких дозах независимого металла формируется конкурентное взаимодействие с приоритетом зависимого металла, затем происходит его частичное конкурентное вытеснение растущим содержанием независимого металла. Однако избыточно высокое содержание независимого металла ведет к усилению синтеза белков-носителей зависимого металла, что и проявляется ростом его содержания в тканях. Такой тип взаимодействия был характерен для влияния **меди** на содержание железа в мышцах (коэффициент детерминации 0,39, p=0,002) и цинка на содержание железа (коэффициент детерминации 0,21, p=0,04).

Интегральная оценка влияния и зависимости металлов от содержания друг друга в мышцах представлена на рис. 20.

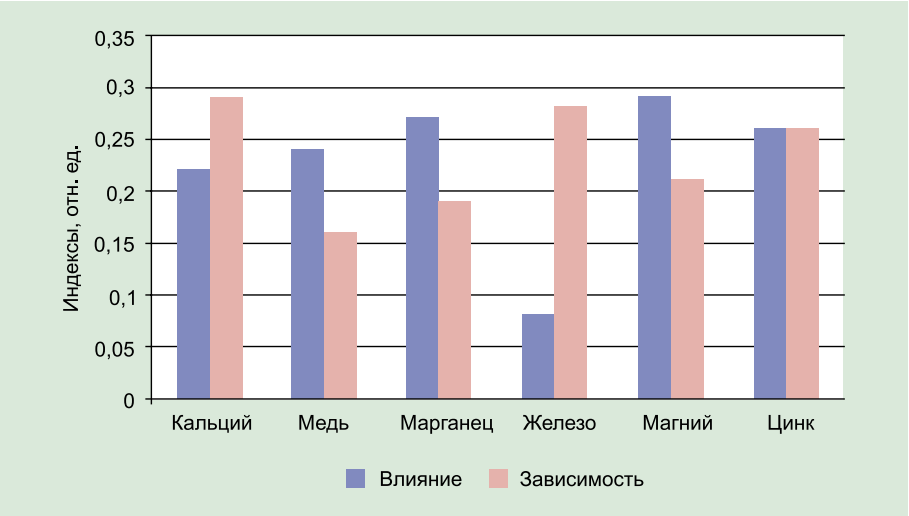

Рис. 20. Интегральная оценка влияния и зависимости металлов друг от друга в мышцах крыс

Анализ рисунка 20 показывает, что меньше всего влияют на концентрацию в мышцах других металлов железо (его возможное влияние находится в диапазоне до 10% всей вариативности содержания других металлов в мышцах). Средняя степень влияния имеют кальций и медь (их возможное влияние находится в диапазоне 20-25% всей вариативности содержания других металлов в мышцах).

NB! Наиболее выраженное влияние на содержание других металлов в мышцах оказывают цинк, магний и марганец (26-30% вариативности).

В то же время зависимость меди, марганца и магния от содержания в мышцах других металлов может быть отнесена как средняя (для этих металлов индекс зависимости находится в диапазоне 0,16-0,21 отн.ед.). Более зависимыми можно считать уровни цинка, железа и кальция в мышцах.

В обобщенном виде взаимовлияния металлов на их содержание в мышцах представлены на рис. 21.

NB! Уровень марганца негативно влияет на содержание других металлов в мышечной ткани. Содержание кальция и железа в мышцах существенно зависят от содержания цинка и меди.

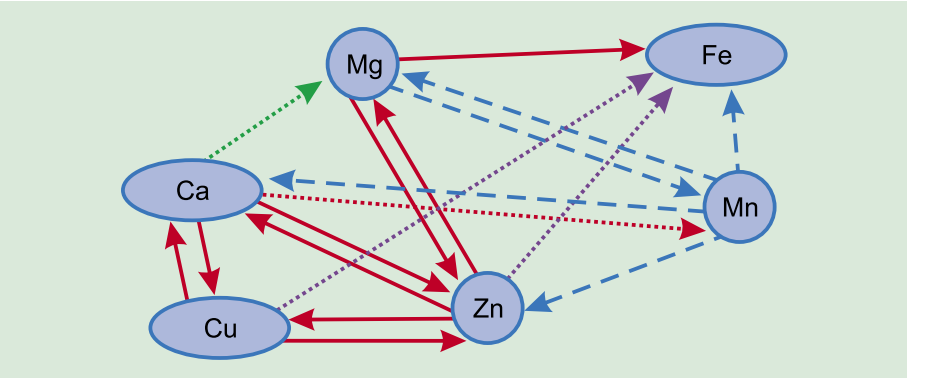

Рис. 21. Граф взаимовлияний металлов на их содержание в мышцах. Обозначения: непрерывная красная линия – влияние по типу усиления, синяя пунктирная линия – влияние по типу конкуренции, зеленая точечная линия – «куполообразный» тип влияния, фиолетовая точечная линия – «чашеобразный» тип влияния.

Костная ткань

Содержание металлов в костной ткани (мг/100 г ткани) животных при нормальном и избыточном пищевом потреблении имеет следующие статистические характеристики (таблица 53).

Таблица 53

Статистические параметры содержания металлов в костной ткани крыс при нормальном и избыточном пищевом потреблении

Статистический параметр	Ca	Cu	Mn	Fe	Mg	Zn
Среднее	1643	1,31	0,70	14,77	35,08	20,55
Стандартная ошибка	33	0,05	0,05	0,90	0,39	0,45
Медиана	1620	1,24	0,60	13,97	35,18	20,60
Мода	1620	1,23	0,50	13,30	35,50	22,60
Стандартное отклонение	185	0,28	0,31	4,98	2,17	2,51
Дисперсия выборки	34594	0,08	0,09	24,84	4,74	6,30
Эксцесс	-0,865	-0,833	0,221	5,604	-1,136	-0,367
Асимметричность	-0,116	0,578	1,001	1,152	-0,016	0,505
Интервал	630	0,93	1,18	29,85	6,86	9,35
Минимум	1300	0,91	0,33	2,70	31,76	17,48
Максимум	1930	1,84	1,51	32,55	38,62	26,83
Коэффициент вариации.	0,11	0,21	0,44	0,33	0,06	0,12
Нижняя граница среднего уровня, мг/100 г ткани	1400	1,10	0,45	12,00	33,00	18,00
Нижняя граница верхнего уровня	1900	1,70	0,95	19,00	38,00	23,00

Данные, характеризующие возможное влияние уровня содержания одних металлов («независимые» металлы) в костной ткани на содержание других исследуемых металлов («зависимые» металлы) обработаны статистически методом дисперсионного факторного анализа и представлены в таблице 54.

Таблица 54

Влияние уровня металла в костной ткани крыс на содержание других металлов в костях

Металл независимый	Металл зависимый	Центроиды распределения (мг/100 г ткани) по уровням содержания независимого металла в костях			Коэффициент детерминации модели, D	Уровень значимости, p
		низкий	средний	высокий		
Кальций	Медь	0,98	1,30	1,74	0,36	0,003
	Марганец	0,94	0,63	1,06	0,23	0,03
	Железо	13,6	15,0	14,1	0,01	0,87
	Магний	32,0	35,1	38,4	0,45	0,0003
	Цинк	18,1	20,5	23,5	0,24	0,025
Медь	Кальций	1460	1670	1892	0,63	$2*10^{-6}$
	Марганец	0,63	0,71	0,89	0,06	0,42
	Железо	14,0	15,5	13,7	0,03	0,69
	Магний	34,0	35,1	37,9	0,30	0,0008
	Цинк	18,1	21,3	23,8	0,62	$2*10^{-6}$
Марганец	Кальций	1648	1629	1689	0,01	0,80
	Медь	1,34	1,28	1,40	0,03	0,66
	Железо	12,0	15,0	16,0	0,05	0,46
	Магний	32,7	35,4	35,7	0,19	0,06
	Цинк	21,6	20,0	21,7	0,10	0,23
Железо	Кальций	1658	1642	1638	0,00	0,99
	Медь	1,42	1,30	1,30	0,01	0,80
	Марганец	0,59	0,70	0,81	0,03	0,64
	Магний	34,9	35,0	35,5	0,01	0,92
	Цинк	19,0	20,5	21,5	0,07	0,39
Магний	Кальций	1465	1640	1904	0,56	$2*10^{-5}$
	Медь	1,17	1,25	1,72	0,43	0,0006
	Марганец	0,69	0,61	1,07	0,29	0,01
	Железо	14,9	14,6	15,3	0,00	0,96
	Цинк	20,1	19,7	24,1	0,42	0,0006
Цинк	Кальций	1522	1645	1848	0,27	0,015
	Медь	1,04	1,36	1,55	0,32	0,005
	Марганец	0,58	0,69	1,00	0,17	0,09
	Железо	12,4	15,5	15,8	0,08	0,36
	Магний	34,8	37,0	37,0	0,12	0,17

Интегральная оценка влияния и зависимости металлов от содержания друг друга в костной ткани представлена на рис. 22.

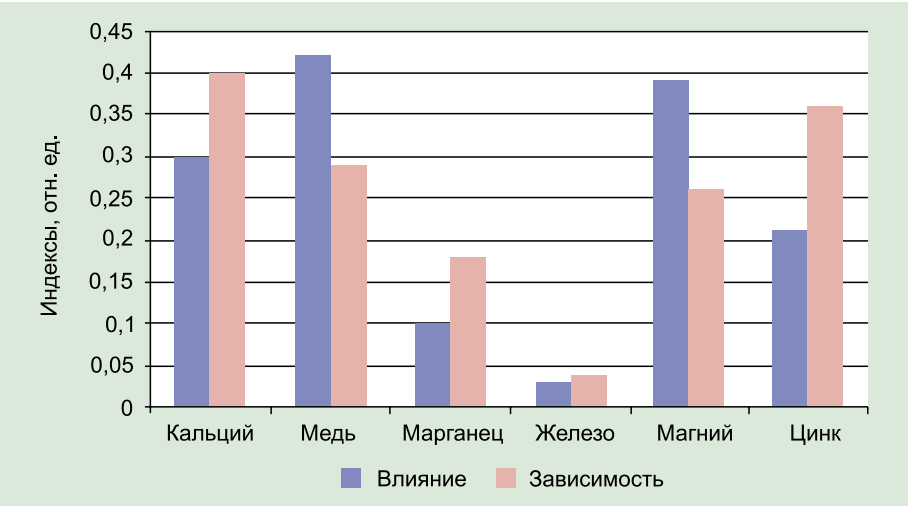

Рис. 22. Интегральная оценка влияния и зависимости металлов друг от друга костной ткани крыс

Анализ рисунка 22 показывает, что меньше всего влияют на концентрацию в костной ткани других металлов железо и марганец (их возможное влияние находится в диапазоне до 10% всей вариативности содержания других металлов в костях). Среднюю степень влияния имеют цинк и кальций (их возможное влияние находится в диапазоне 20-30% всей вариативности содержания других металлов в костях).

NB! Наиболее выраженное влияние на содержание других металлов в костной ткани оказывают медь и магний (39-42% вариативности).

В то же время зависимость железа и марганца от содержания в костях других металлов может быть отнесена как минимальная (индексы зависимости равны 0,04 и 0,18 соответственно), а для меди и магния она может быть оценена как средняя (для этих металлов индекс зависимости находится в диапазоне 0,26-0,29 отн.ед.). Более зависимыми можно считать уровни кальция и цинка в костной ткани (индексы зависимости равны 0,40 и 0,36 соответственно).

В обобщенном виде взаимовлияния металлов на их содержание в костной ткани представлены на рис. 23.

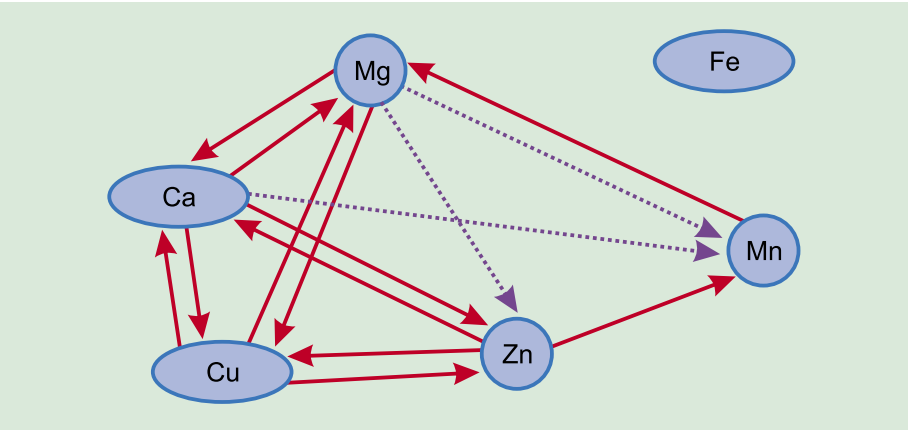

Рис. 23. Граф взаимовлияний металлов на их содержание в костной ткани. Обозначения: непрерывная красная линия – влияние по типу усиления, синяя пунктирная линия – влияние по типу конкуренции, зеленая точечная линия – «куполообразный» тип влияния, фиолетовая точечная линия – «чашеобразный» тип влияния.

При анализе рисунка 23 обращает на себя внимание, что **в костной ткани между металлами не формируются конкурентные взаимовлияния**, и, в силу этого, также отсутствуют влияния по куполообразному типу, при котором конкуренция возникает только при высоком уровне содержания независимого металла. Основным типом взаимодействия металлов в костной ткани является усиление, причем наиболее выраженно оно проявляется во взаимоотношениях между кальцием и медью (коэффициент корреляции r=+0,83), кальцием и магнием (коэффициент корреляции r=+0,83), кальцием и цинком (коэффициент корреляции r=+0,75), а также магнием и медью (коэффициент корреляции r=+0,58).

NB! Содержание железа в костной ткани является самостоятельным показателем, на который не влияют никакие другие металлы, и которое само не оказывает влияния на содержание в костях животных других металлов.

По результатам выполненных исследований можно заключить, что **при поликомпонентном энтеральном введении металлохелатов возникает их системное взаимодействие друг с другом**, приводящее как к оптимизации процессов всасывания и депонирования, так и к снижению токсичности используемых комплексов, вероятно, за счет конкурентных взаимоотношений на тканевых белках.

Глава 10.

Оптимизаторы метаболизма и комплексные средства базового спортивного питания

Кроме собственно базовых компонентов спортивного питания, вместе с ними часто используются оптимизаторы метаболизма.

NB! Оптимизаторы метаболизма – это фармнутриенты, улучшающие пищеварение и повышающие эффективность усвоения базовых нутриентов.

К таким компонентам средств спортивного питания относятся ферменты и активаторы их секреции, желчегонные компоненты, про - и эубиотики, растворимые и нерастворимые пищевые волокна (Табл.55).

Таблица 55

Основные оптимизаторы метаболизма, используемые вместе с базовыми нутриентами

Компонент	Эффект	Продукт спортивного питания
Ацидо- и бифидобактерии	Нормализация микрофлоры кишечника, повышение эффективности пищеварения	Infusion, Pro Peptide,
Папаин, бромелаин	Улучшение переваривания белков, повышение эффективности их всасывания	Whey Protein Isolate, Pro Impact, Xtreme Pro Whey, Whey Protein, Gain Fast, Hard Fast
Клетчатка, пищевые волокна	Улучшение пищеварения, профилактика дисбактериоза	Infusion, Protein Delite, Whey Protein Isolate, VP2, Balance Soya, МиоАКтив Спорт*, Формула силы*
Лецитин	Повышение детоксицирующей и белоксинтезирующей активности печени	Muscle Volume Formula, Whey Protein Isolate, Nitro-Tech, Multicomponent protein 70*, Multicomponent Weight Gainer*
Феруловая кислота, гамма-оризанол	Повышение эффективности усвоения аминокислот	HardBody Amino Pak, Gain Fast, Hard Fast

Примечание: * - продукция российского производства

Для профилактики дисбактериозов и повышения неспецифической резистентности организма в состав специализированного спортивного питания включены **растворимые пищевые волокна,** (инулин, фибригам)

которые нормализуют микробиоценоз желудочно-кишечного тракта. Полифруктоза инулин медленно гидролизуется в желудочно-кишечном тракте, не вызывая резкого повышения глюкозы в крови. Он улучшает углеводный обмен, увеличивает усвоение кальция из пищевых продуктов, подавляет патогенную микрофлору кишечника и способствует развитию лакто- и бифидумбактерий. Фибригам представляет собой полисахарид с высокой молекулярной массой, полученный из волокон акации, который не усваивается в верхнем отделе пищеварительного тракта. Имеет низкий уровень калорийности, снижает гликемический и инсулиновый индекс пищевых продуктов, обладает ярко выраженным пребиотическим эффектом.

Улучшение деятельности желудочно-кишечного тракта в целом и детоксикацию организма эффективно осуществляют **нерастворимые пищевые волокна** (пшеничные, яблочные, цитрусовые и т.д.). Максимальная эффективность действия характерна для пищевых волокон с размером частиц от 80 до 200 нм.

Средства восстановления нормальной микрофлоры

Средства восстановления нормальной микрофлоры кишечника являются важным элементом повышения эффективности пищеварения. С этой целью могут применяться как лиофилизированные бактерии определенных штаммов (*Бактисубтил, Бифидумбактерин, Бифифол, Колибактерин, Лактобактерин, Линекс, Энтерол*), так и стерильные концентраты продуктов их обмена (Хилак). В последнем случае действие связано с поддержанием в кишечнике высокой концентрации молочной кислоты и до настоящего времени не установленными продуктами кишечных микроорганизмов, тормозящими развитие дрожжевой и условно патогенной микрофлоры в желудке и верхних отделах тонкого кишечника. Собственно бактерийные препараты корригируют и поддерживают на оптимальном уровне физиологическое равновесие кишечной флоры, высвобождают необходимые для пищеварения ферменты, препятствуют брожению, сохраняют баланс витаминов группы В и Р. Все препараты этой группы хорошо переносятся [111].

Одним из высокоэффективных препаратов из этой группы является **Энтерол**. Он представляет собой культуру лечебных дрожжевых грибков – сахаромицетов, оказывающих подавляющее действие на патоген-

ные и условно патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, шигеллы, стафилококк, клостридии, псевдомонады, патогенные штаммы кишечной палочки, дрожжевые грибки – кандиды, амебы, лямблии). Важной особенностью препарата является его способность повышать иммунную защиту слизистой желудочно-кишечного тракта, а также оказывать на нее трофическую функцию и ускорять процессы регенерации. При кишечных интоксикациях действие Энтерола проявляется в выработке особого нейтрализующего фактора, противодействующего подавляющему числу энтеротоксинов, и, в следствие этого – снижением секреции солей и воды в тонком кишечнике. Кроме того, продуцируемые сахаромицетами вещества усиливают выработку кишечных ферментов, расщепляющих сложные сахара. В связи с такими особенностями действия Энтерол может применяться при любых кишечных расстройствах, как инфекционной, так и не инфекционной природы.

При дизбактериозах, связанных с приемом антибиотиков широкого спектра действия, весьма эффективным может быть применение препарата **Линекс**, содержащего оптимальные для равновесия кишечной микрофлоры количества являющихся ее составной частью молочнокислых бактерий, бифидофлоры и кишечного стрептококка. Они участвуют в поддержании функции мембран клеток кишечного эпителия, регулируют всасывание воды, электролитов, углеводов. Создаваемая молочнокислыми бактериями в кишечнике кислая среда является неблагоприятной для развития большинства патогенных микроорганизмов. У детей препарат может также применяться при острых и хронических диареях, связанных с пищевой аллергией, изменением режима и качественного состава питания, нарушениях переваривания и всасывания пищи.

Препарат **Бифиформ** содержит бифидобактерии и энтерококки, что позволяет достаточно эффективно восстанавливать состав кишечной микрофлоры при дизбактериозах. Форма выпуска препарата достаточно удобна (растворимые в кишечнике капсулы) и позволяет избежать инактивации бактерий соляной кислотой желудочного сока. Близкий по эффективности препарат **Бификол** содержит бифидобактерии совместно с непатогенным штаммом кишечной палочки. Лекарственная форма бификола (сухое вещество для приготовления раствора для приема во внутрь) менее удобна в применении (требует растворения перед приемом, прием за 30-40 минут до еды) и не предотвращает частичного снижения активности бактерий соляной кислотой желудочного сока.

Среди препаратов, содержащих монокультуру бактерий, более эффективным является **Бактисубтил**. Он содержит устойчивые к действию желудочного сока споры бактерий специально разработанного штамма. В кишечнике они развиваются в вегетативные формы, активно вырабатывающие витамины группы В и ферменты переваривания углеводов, жиров, белков. В результате их жизнедеятельности создается кислая среда, тормозящая процессы брожения. Поэтому Бактисубтил может применяться при различных кишечных расстройствах, в том числе и не связанных с дисбактериозом и кишечной инфекцией. Лекарственная форма (капсулы) удобна для применения.

Бифилиз содержит лиофилизированную массу живых бифидумбактерий и лизоцим, продуцируемый клетками слизистых оболочек, в том числе кишечника, естественный противомикробный фактор организма, к которому высоко чувствительны большинство патогенных видов микроорганизмов. «Двойной» эффект действия этого препарата повышает его эффективность при дисбактериозе, так как вначале лизоцим подавляет активность патогенных микроорганизмов, затем бифидум-флора заселяет кишечник естественными для него микроорганизмами.

Биолевюр содержит лиофилизированные сахаромицеты, что делает его похожим на препарат Энтерол. Он угнетает рост и развитие патогенных микроорганизмов и образование ими токсинов (в том числе холерного вибриона и клостридий, вызывающих тяжелое поражение кишечника – псевдомембранозный колит), активирует кишечные ферменты переваривания сахаров (мальтазу, лактазу, сукразу), оказывает трофическое и стимулирующее влияние на кишечник, повышает образование иммуноглобулина А слизистой, что способствует подавлению патогенной микрофлоры. Он может применяться для лечения острой диареи у детей и взрослых как микробного, так и иного происхождения, синдроме раздраженной толстой кишки, профилактики и лечения диареи, связанной с дисбактериозом на фоне антибиотикотерапии, для лечения псевдомембранозного колита, СПИД-ассоциированной диареи. Так как сахаромицеты – это дрожжевые грибки, то они чувствительны к действию противогрибковых препаратов, применяемых для лечения дисбактериоза кишечника, что необходимо учитывать при проведении лечения этим препаратом.

Для лечения и профилактики дисбактериоза кишечника при заболеваниях и состояниях с повышенным риском его развития (например, длительное применение антибиотиков широкого спектра действия) могут

применяться **Бифидумбактерин, Колибактерин** или **Лактобактерин**. Препараты недостаточно эффективны при кишечных расстройствах неинфекционной и паразитарной природы. Их лекарственная форма – сухое вещество для приготовления растворов для приема во внутрь, имеет те же недостатки, что и характерные для бификола.

Бактиспорин – лиофилизат для приготовления раствора для приема внутрь, содержащий в одной дозе (ампуле) Bacillus subtilis не менее 1 млрд и не более 5 млрд живых бактерий. Обладает антагонистической активностью, подавляя рост патогенных и условно патогенных бактерий, грибов. За счет выделения штаммом B.subtilis 3H ферментов препарат способствует расщеплению белков, жиров, углеводов и клетчатки, улучшая переваривание и усвоение пищи, способствуя очищению ран, воспалительных очагов от некротизированных тканей. Специфической особенностью штамма является антибиотикоустойчивость к основной массе антибиотиков, включая рифампицин. Показания к применению: острые кишечные инфекции у детей; дисбактериоз кишечника различного генеза; бактериальный вагиноз; профилактика гнойно-септических осложнений в послеоперационном периоде.

В исследовании эффективности Бактиспорина как средства коррекции иммунитета у спортсменов при интенсивных физических нагрузках [56] показано, что в группе спортсменов, не принимавших Бактиспорин, выявлено значительное снижение фагоцитарной активности лейкоцитов как показателя неспецифической резистентности организма после соревновательной нагрузки. В группе спортсменов, принимавших Бактиспорин на протяжении 10 дней предсоревновательного периода, отмечалось достоверное повышение показателей иммунологической резистентности по сравнению с данными контрольной группы, а именно: увеличение количества лимфоцитов, повышение фагоцитарной активности лейкоцитов и неизмененное количество A- и G-глобулинов. Дальнейшие наблюдения за спортсменами-гребцами выявили, что все спортсмены, принимавшие Бактиспорин, в течение всего спортивного сезона не болели простудными заболеваниями. У большинства (10 человек из 12) спортсменов, принимавших Бактиспорин, отмечены также прибавление массы тела на 8-10% по сравнению с исходным уровнем и более высокий рост спортивных результатов за истекший период.

Одним из новых препаратов этой группы является **Флонивин БЦ**. Его капсулы содержат сухую культуру с вегетативными спорами искус-

ственно полученного штамма микроорганизма, в естественных условиях в кишечнике не встречающегося, но по своим свойствам родственного нормальной кишечной микрофлоре. В процессе прорастания спор в кишечнике человека высвобождаются ферменты, способствующие расщеплению белков, жиров и углеводов непереваренных остатков пищи. Образующаяся при этом в кишечнике кислая среда препятствует процессам брожения и росту патогенных микроорганизмов. Кроме того, стенка спор бактерий этого штамма содержит фермент, разрушающий бактериальную стенку таких патогенных бактерий, как протей, кишечная палочка, стафилококк. Такие свойства Флонивина делают полезным его применение при острой или хронической диарее любого происхождения, повышенном газообразовании, для лечения дисбактериоза. Используемый в этом препарате штамм бактерий генетически устойчив к большинству антибиотиков широкого спектра действия, сульфаниламидам, нистатину, противотуберкулезному препарату изониазид, поэтому может применяться для профилактики дисбактериоза на фоне активной противомикробной терапии.

Также новым и сравнительно малоизвестным представителем группы эубиотиков является **Примадофилус** – лиофильно высушенная микробная масса специально отобранных видов бифидобактерий. Препарат улучшает пищеварение и очищение организма, увеличивает количество полезных бактерий в кишечнике, поддерживает нормальный баланс кишечной микрофлоры и ограничивает развитие бактерий, вызывающих гниение. Эффективен против многих видов патогенных бактерий, включая сальмонеллу, стрепто- и стафилококки.

Комплексные средства базового спортивного питания (спортивные напитки, батончики и гели)

Спортивные напитки являются обязательным компонентом спортивного питания, призванные оперативно (в том числе – непосредственно при длительных физических нагрузках) компенсировать расходуемые базовые компоненты спортивного питания. Они предназначены для поддержания оптимального водно-электролитного баланса, и, кроме воды, содержат углеводные компоненты, электролиты, витамины, аминокислоты. В таблице 56 отражены основные характеристики промышленно выпускаемых спортивных напитков.

Таблица 56

Характеристика основных спортивных напитков

Наименование	Ккал	Углеводы	Электролиты	Другие компоненты
Accelerade	93	Сахароза, мальтодекстрин, фруктоза	Na – 127 мг K- 43 мг	Сывороточный белок, магний, витамины С и Е
All Sport	70	Фруктоза, кукурузный сироп	Na – 55мг K- 55 мг	Витамины B_1, B_5, B_6, B_{12}, PP
CeraSport	76	Сахароза, рисовый сироп	Na – 102мг K- 37 мг	
Cytomax	80	Фруктоза, кукурузный сироп, мальтодекстрин	Na – 70мг K- 77 мг	Полилактат, сукцинат, витамин С
Endurox R4	93	Глюкоза, фруктоза	Na – 78мг K- 47 мг	Сывороточный белок, аргинин, глютамин, железо, кальций, магний, витамины С и Е, экстракт элеутерококка
G-Push G1 Hydration Formula	25	Галактоза	Na – 170мг K- 40 мг	Витамины А и С
Gatorade	50	Сахароза, глюкоза, фруктоза	Na – 110мг K- 30 мг	Фосфаты
Hydrade	55	Фруктоза, кукурузный сироп	Na – 91мг K- 77 мг	Глицерин, витамин С
Powerade	72	Фруктоза, кукурузный сироп, мальтодекстрин	Na – 55мг K- 33 мг	Витамины PP, B_6, B_{12}
Pro-Hydrator	0		Na – 2,5мг K- 4,5 мг	Глицерин
Revenge Sport	50	Фруктоза, глюкоза, мальтодекстрин	Na – 48мг K- 80 мг	Витамины С и Е, глютамин, рибоза, янтарная и лимонная кислоты, хрома пиколинат
Ultima	16	Мальтодекстрин	Na – 8мг K- 16 мг	Витамины С (эфир), B_1, B_2, B_6, B_{12}, фолиевая кислота, магний, селен, холин, коэнзим Q_{10}, экстракт виноградной косточки

Спортивные батончики предназначены для экстренного восполнения израсходованных базовых компонентов спортивного питания при невозможности приема пищи. Они содержат легкоусваиваемый белково-углеводный комплекс с липидами, и отличаются между собой преимущественно по калорийности и соотношению компонентов базового питания. Их характеристика представлена в таблице 57.

Таблица 57

Характеристика основных батончиков спортивного питания

Наименование	Энергия (ккал)	% от калорийности			Белки (г)	Углеводно-белковый коэффициент
		Углеводы	Липиды	Протеины		
Power Bar	230	78	11	11	9	5,0
Gatorade Energy Bar *	250	75	18	7	6	7,8
Luna Bar	170	64	13	23	10	2,7
GeniSoy	220	60	14	26	14	2,4
Bioprotein Bar **	290	55	16	29	21	1,9
Tigers Milk	150	48	40	12	6	3,0
Zone Perfect	200	48	30	22	14	1,7
Balance Bar	200	44	25	31	14	1,6
Ironman Triathlon Bar	230	40	30	30	16	1,4
Atkins Advantage Bar ***	218	31	54	15	18	0,9
Premier Nutrition Bar	280	28	26	46	30	0,1
Protein Revolution Low Carb Bar	230	4	30	66	22	0,05

Примечание:

* Gatorade Energy Bar содержит комплекс витаминов А, B_1, B_2, B_5, B_6, B_{12}, PP, C, E

** Bioprotein Bar содержит 19 витаминов и минералов в количестве 35% рекомендованного дневного потребления

***AtkinsAdvantageBar дополнительно содержит витамин С, кальций, цинк, фолиевую кислоту, омега-3 и омега-6 жирные кислоты в количествах, соответствующих от 40 до 70% рекомендованного дневного потребления.

Спортивные питательные гели являются относительно новой формой пищевой поддержки спортсменов и чаще всего представляют собой компактный и удобный в применении концентрат для приготовления спортивного напитка. Содержимое упаковки растворяется в стакане воды. Кроме углеводов, натрия и калия, гели содержат различные аминокислотные комплексы, витамины, кофеиновые продукты, растительные экстракты, в том числе – адаптогенных и тонизирующих растений.

Глава 11.

Эргогенные фармнутриенты

Эргогенные, то есть усиливающие энергетику деятельности, компоненты диетарной (нутритивной) поддержки востребованы как в области спорта, так и при других видах деятельности.

NB! Эргогенные фармнутриенты – это узкоспециализированные компоненты спортивного питания, направленные на мобилизацию энергетических возможностей организма.

Так, в руководстве для военных врачей – подводников по диетарной поддержке военных водолазов США [134] эта группа средств специализированного питания является ключевой, и включает в себя следующие компоненты:

- кофеин и содержащие его продукты (кофе, чай, шоколад, мате, гуарана, готу кола);
- женьшень;
- полилактат;
- инозин;
- коэнзим Q_{10};
- цветочную пыльцу и королевское желе;
- рибозу;
- диметиламиноэтанол.

Некоторые из этих компонентов широко используются в практике оздоровительного и специального питания и хорошо известны в России (кофеин-содержащие пищевые продукты, женьшень, цветочная пыльца и королевское желе, инозин, коэнзим Q_{10}).

Многочисленные исследования [124, 149, 162, 204] влияния **кофеина** на физическую работоспособность показали, что она повышается примерно через час после приема в дозе, превышающей 3 мг/кг (оптимальная доза 5-6 мг/кг, превышение этой дозы не ведет к заметному повышению работоспособности, но существенно повышает риск развития побочных эффектов, связанных с кофеином (бессонница, тревожность, головная боль, судороги, гиперэстезия кожи, психологическая зависи-

мость, тахикардия, аритмии, повышение артериального давления, повышение диуреза, желудочные расстройства и изжога, тошнота, диарея, повышение внутриглазного давления, уровня сахара в крови, аллергические реакции).

Женьшень, цветочная пыльца и королевское желе описаны в главе 11 «Фармакологическая характеристика адаптогенов животного происхождения» и главе 12 «Фармакологическая характеристика адаптогенов животного происхождения» тома 3 «Векторы регуляции» Очерков, свойства коэнзима Q10 описаны в главе 5 « Фармакология клеточного дыхания и интермедиатов цикла Кребса» тома 2 «Векторы фармакопротекции» Очерков, а инозин (рибоксин) в главе 9 «Дополнительные средства метаболического действия в спорте» тома 2 «Векторы фармакопротекции» Очерков. Другие представители этой группы известны намного хуже и в практике российской спортивной медицины практически не используются, но заслуживают того, чтобы о них сказать несколько слов.

Полилактат

Полилактат представляет собой полимер углеводной природы с переменной степенью полимеризации, зависящей от значений pH среды. В кислой среде степень полимеризации полилактата увеличивается и он способен связывать определенное количество образующегося лактата, оказывая тем самым буферное действие. При снижении значений внутриклеточной кислотности, которое наблюдается после завершения максимальных усилий, степень полимеризации полилактата уменьшается, он становится источником свободных молекул лактата, используемых для ресинтеза глюкозы и гликогена. В этом случае полилактат способствует более быстрому восстановлению внутримышечных углеводных ресурсов, растраченных при работе [139]. Буферное действие полилактата было зафиксировано при выполнении в лабораторных условиях повторных максимальных усилий на велоэргометре и в повторном беге с максимальной скоростью на дистанции 100 м в условиях манежа [82]. Препараты полилактата использовались в форме напитка, приготовленного на основе фруктового сока с добавлением сластилина и лимонной кислоты из расчета 200 мг на 1 кг веса тела. Напиток, содержащий препараты полилактата в указанной дозировке, готовился *ex tempore* и принимался в объеме 300 мл за 60 мин до начала испытаний. Наибольшие

положительные изменения под влиянием приема полилактата зафиксированы в значениях максимальной мощности работы (+5%), суммарной работы (+26%) и предельного времени удержания максимальной мощности (+31%), в которых отражается анаэробная мощность и анаэробная емкость энергообеспечения организма.

Полилактат входит в состав таких продуктов спортивного питания, как CytoMax, MusclEnergy, MetabololII.

Диметиламиноэтанол

Диметиламиноэтанол (ДМАЭ) – естественный компонент тканей мозга человека, является предшественником в цепочке синтеза медиатора ацетилхолина. Он легко проникает через гематоэнцефалический барьер и повышает уровень ацетилхолина в тканях мозга, как за счет субстратной активации его синтеза, так и за счет торможения его окисления до бетаина. При применении ДМАЭ отмечается повышение в большей степени когнитивных функций, памяти и внимания, общего уровня бодрости. Одновременно с этим отмечается повышение и физической работоспособности, особенно при естественном ее снижении (лица пожилого возраста, имеющие хронические заболевания нервной системы и системы кроветворения). Дозирование диметиламиноэтанола индивидуальное, варьирует от 100 до 500 мг/сутки [134]. Обычно рекомендуется совместное применение ДМАЭ с женьшенем, витаминами, микроэлементами [193]. В пищевых продуктах максимальное содержание диметиламиноэтанола отмечается в анчоусах и сардинах.

Компания GlaxoSmithKline выпускает содержащий диметиламиноэтанол препарат **Энергин** (зарегистрирован на Украине). Кроме ДМАЭ в его состав входят: витаминный комплекс (витамины ретинол, витамин D, токоферол, кислота аскорбиновая, тиамин, рибофлавин, пиридоксин, цианокобаламин, кислота фолиевая, кальция пантотенат, никотинамид, парааминобензойная кислота, биотин), минералы и микроэлементы (железо, кальций, фосфор, калий, медь, цинк, марганец, магний, калия йодид, селен, фтор), адаптогены (экстракт женьшеня, маточное молочко, пыльца растений), аминокислоты L-аргинин, L-лизин, нестероидный анаболик оротовая кислота, фосфолипиды сои, масло из ростков пшеницы, масло сафлоровое. Энергин показан к применению в следующих ситуациях:

– повышенная утомляемость, общая слабость и истощение;
– нарушение способности к концентрации внимания;
– для повышения резистентности организма к инфекциям;
– период реконвалесценции после тяжелых заболеваний, хирургических вмешательств и лучевой терапии;
– для лиц, придерживающихся диеты с ограниченным содержанием витаминов и минералов;
– низкий уровень физической активности, особенно у молодых спортсменов;
– для профилактики последствий стресса, вызванного нервным истощением;
– для улучшения роста волос.

В России группа эргогенных компонентов спортивного питания представлена в основном макроэргическими соединениями, их предшественниками и активаторами [62, 74, 98, 101, 103, 125].

Карнозин

В 1903 году русский ученый В. С. Гулевич в экстракте говяжьего фарша открыл новое соединение - дипептид, состоящий из двух аминокислот: бета-аланина и гистидина и назвал его карнозином. Оказалось, что в теле человека карнозин синтезируется с помощью фермента карнозин-синтетазы в строго определенных органах (головном мозге, хрусталиках глаз, сердце, скелетных мышцах, почках, коже и слизистой желудка) и играет решающую роль для сохранения оптимальной структуры и функций этих органов. С возрастом активность карнозин-синтетазы ослабевает, что определяет участие этого соединения в метаболическом синдроме старение организма.

Карнозин оказывает свое действие за счет того, что:

• защищает белки от гликозилирования, т.е. окисления белков глюкозой, приводящего к перекрестному сшиванию белков и нарушению функционирования клеток. Особенно чувствительны к гликозилированию ферменты эндотелия сосудов NO-синтазы, поражение которых ведет к гипертонии и эректильной дисфункции; белок коллаген, при порче которого сосуды становятся менее прочными, а кожа покрывается морщинами. Гликозилирование хрусталика приводит к катаракте, а клеток мозга - к возрастному ухудшению памяти и дегенера-

тивным болезням. Карнозин, являясь «ловушкой» для глюкозы, предотвращает гликозилирование. Кроме того, карнозин активирует особые внутриклеточные органеллы протеасомы, которые расщепляют гликозилированные белки, тем самым, спасая клетки от гибели. Карнозин защищает ткани от глюкозы и другим путем, повышая чувствительность тканей к инсулину и таким образом, уменьшая уровень сахара и инсулина в крови;

- защищает молекулы и клетки от окисления активными формами кислорода (АФК), самыми токсичными молекулами, образующимися в избытке внутри организма при современном образе жизни. Карнозин называют суперантиоксидантом из-за его способности нейтрализовать любые формы АФК: и свободные радикалы кислорода (супероксидный анион и др.), и нерадикальные АФК (перекись водорода и др.), и продукты перекисного окисления липидов (пероксид- радикал, малоновый диальдегид);
- защищает организм от тяжелых металлов (свинец, ртуть, мышьяк, кадмий), которые являются ферментными ядами, и от прооксидантных металлов (железо, медь, цинк), которые способствуют окислению клеток. Карнозин связывается с этими опасными элементами (хелатирует их) и выводит с мочой и желчью из организма;
- препятствует закислению внутренней среды организма, благодаря способности связывать ионы водорода (протоны). В мышцах при физической нагрузке одновременно накапливаются молочная кислота и АФК, благодаря чему закрываются кальциевые каналы, и мышцы не могут сокращаться. Карнозин нейтрализует протоны и АФК, благодаря чему исчезает утомление, и мышцы снова могут сокращаться. Этот феномен повышения работоспособности утомленных мышц за счет карнозина был описан учеником В. С. Гулевича академиком С. Е. Севериным в 1952 году. Итак, пока в мышцах много карнозина, они не утомляются и не повреждаются;
- защищает мозг от повреждения особыми патологическими белками, которые образуются при болезни Альцгеймера и Паркинсона. Карнозин инактивирует эти белки и препятствует их продукции. Также Карнозин улучшает работу мозга и предупреждает возникновение депрессии, поскольку уменьшает активность фермента моноаминооксидазы-В, которая окисляет нейромедиаторы мозга (серотонин, дофамин, норадреналин) и тем самым ухудшает проведение нервных импульсов, в том числе в центрах удовлетворенности.

Показания к применению Карнозина:

- Сердечнососудистые заболевания (стенокардия, ишемическая болезнь, гипертония, профилактика инсульта и инфаркта;
- заболевания мозга и нервной системы (болезнь Паркинсона, нарушение мозгового кровообращения, рассеянный склероз, эпилепсия, неврозы, депрессия, синдром нарушенного внимания с гиперактивностью, болезнь Альцгеймера, шизофрения, аутизм);
- заболевания органов зрения (катаракта, глаукома, ретинопатия);
- диабет I и II типа (помогает контролировать уровень сахара и инсулина);
- язвы и раны в ротовой полости, желудке и двенадцатиперстной кишке;
- другие заболевания (полиартрит, артроз, защищает от радиации, помогает при отравлении тяжелыми металлами, усиливает противораковый иммунитет).

Способ употребления: по 1 капсуле 1-2 раза в день за 40-60 минут до еды, запивая водой.

Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов, беременность, кормление грудью.

Креатин

Основным представителем группы эргогенных компонентов спортивного питания является креатин, выпускаемый в различных химических формах (моногидрат, гидротартрат, альфа-кетоглутарат, трикреатина малат). Креатин представляет собой вещество, обнаруженное в организме человека и животных более 150 лет назад, которое синтезируется из трех аминокислот: глицина, аргинина и метионина. Креатин образуется в печени, почках, поджелудочной железе и накапливается в тканях в виде высокоэнергетического соединения — креатинфосфата; до 95 % креатина поступает в скелетные мышцы. Общее его содержание в организме составляет около 120 г. Ежедневно человеку необходимо приблизительно 2 г креатина, причем, 1 г его поступает с пищей (прежде всего, при потреблении мяса и рыбы), а остальное количество организм вырабатывает самостоятельно.

В норме уровень креатина в скелетных мышцах составляет 125 ммоль $кг^{-1}$. Под влиянием приема препарата креатина эти параметры

можно повысить максимально до 169 ммоль·кг$^{-1}$. Этот дополнительный резерв способствует восстановлению и повышению содержания креатинфосфата в мышцах, а следовательно, и проявлению максимальной их активности в течение более продолжительного времени. Креатин применяется в достаточно высоких дозах для улучшения работоспособности при коротких нагрузках. С этой целью спортсмены принимают ежедневно до 20 г креатина, что соответствует 10-кратному его количеству, которое синтезируется в организме и поступает с питанием. При краткосрочных физических нагрузках высокой интенсивности клетка может выполнять анаэробную работу в течение более продолжительного промежутка времени, чем в том случае, если бы поставщиком энергии был только АТФ.

В спортивной практике употребление креатина моногидрата способствует увеличению силы и выносливости, ускоренному росту мышечной массы. Уже в первые дни приема креатина моногидрата заметно снижается утомляемость мышц и накопление в них молочной кислоты, что позволяет проводить более насыщенные и интенсивные тренировки [68, 77, 194, 211].

Карнитин

Важным эргогенным фактором является L-карнитин – холиноподобный четвертичный амин, увеличивающий преимущественно аэробную работоспособность [7, 129, 158]. В контролируемых исследованиях [156, 195, 209] было показано, что в ходе интенсивных физических нагрузок содержание карнитина в мышцах существенно снижается, причем степень снижения коррелирует с интенсивностью нагрузки. Этот процесс рассматривается как один из механизмов снижения окисления жирных кислот в плазме и триацилглицеролов в мышцах в ходе нагрузок.

Известно, что при физических нагрузках общее количество жирных кислот, поставляемое в мышцы, превышает энергетические потребности и доступность кислорода. Избыток образующегося при этом длинноцепочечного ацил-коэнзима А приводит к обратимому рассогласованию окислительного фосфорилирования и снижению эффективности энергопродукции при максимальных нагрузках. В случае достаточного насыщения мышц карнитином снижается нако-

пление этих метаболитов и тем самым поддерживается эффективная работоспособность спортсменов. Кроме того, карнитин способен предупреждать накопление избыточного количества ацетил-коэнзима А в митохондриях. Во время интенсивных физических нагрузок скорость образования этого метаболита превышает скорость его утилизации в цикле Кребса, что подавляет активность пируватдегидрогеназного комплекса и ведет к накоплению лактата. Карнитин реагирует с ацетил-коэнзимом А, переходя в ацетилкарнитин и высвобождая дефицитный при нагрузках коэнзим А, необходимый для аэробного гликолиза.

Л.А.Балыковой с соавторами [7] были обобщены данные как российских, так и зарубежных авторов, касающиеся результатов применения карнитина спортсменами. Так, установлено, что прием L-карнитина на протяжении недели в дозе 3-4 г/сутки на фоне тренирующих физических нагрузок способствует повышению его содержания в скелетных мышцах. В то же время, повышение работоспособности, как правило, отмечается в исследованиях с более продолжительным приемом карнитина (3-4 недели) в дозе 2 г/сутки. В отдельных работах, выполненных при участии хорошо тренированных спортсменов, было показано, что даже однократный прием 2 г карнитина вызывал повышение энергетической производительности, снижая уровень максимального потребления кислорода при фиксированной величине нагрузки и увеличивая количество выполненной работы при той же величине МПК. Положительные эффекты карнитина существенно зависят от максимальной кислородной емкости конкретного спортсмена и субъективной переносимости нагрузок. Наиболее заметные эрготропные эффекты карнитина были получены при предельных физических нагрузках.

L-карнитин играет важную роль и в процессах восстановления после интенсивных физических нагрузок, что связано с его вазодилатирующим (на уровне эндотелиальных реакций), противовоспалительным и антиоксидантным действием. В некоторых видах спорта карнитин вызывает интерес, как препарат, способствующий окислению жирных кислот и липолизу в жировой ткани у тучных людей (но не у лиц с нормальной массой тела). В спортивной медицине находит применение и кардиопротекторное действие карнитина, особенно при работе со спортсменами подросткового и старшего возраста.

Субстраты цикла Кребса и энергодающие соединения

Неблагоприятные сдвиги в энергетическом обмене, проявляющиеся снижением умственной и физической работоспособности, нарушениями различных функций нервной и эндокринной системы, сердца, печени, мышц, требуют применения лекарственных препаратов, содержащих вещества, непосредственно участвующих в окислительно-восстановительных реакциях. К ним относятся **лимонная кислота и ее соли** (цитраты), **янтарная кислота и ее соли** (сукцинат натрия), **яблочная кислота и ее соли** (малат натрия), **фумаровая кислота и ее соли** (фумарат натрия), **альфа-кетоглютаровая кислота**. Они участвуют в работе главного энергетического механизма клеток – цикле Кребса, снижают уровень молочной кислоты в крови и тканях, повышает образование глюкозы из шлаков обмена. Усиление окисления этих органических кислот, и в особенности – янтарной, является физиологическим приспособительным механизмом, благодаря которому повышается устойчивость организма к недостатку кислорода, действию многих химических веществ, включая алкоголь и продукты его распада, радиационному облучению. Как важный энергетический продукт янтарная кислота стимулирует рост и развитие тканей, положительно влияет на иммунитет и кислотно-щелочное равновесие [53].

Одним из эргогенных компонентов продуктов спортивного питания является **янтарная кислота.** Она представляет собой естественный метаболит и выполняет важные функции: участвует в клеточном дыхании, способствуя выработке аденозинтрифосфата (АТФ) являющегося основным компонентом в цепи переноса электронов (энергии), мощным антиоксидантом, улучшающим работу печени, сердца, мозга, укрепляющим иммунитет, снижающим уровень сахара в крови, тормозящим воспалительные процессы, нейтрализующим токсины и нормализующим работу нервной системы. Янтарная кислота является ключевым субстратом энергообеспечения и биосинтеза в цикле Кребса, её окисление по скорости аккумуляции энергии превышает окисление всех остальных субстратов в цикле Кребса, вместе взятых. Согласно исследованиям последних лет, экзогенная янтарная кислота способна проникать из желудочно-кишечного тракта в кровь и ткани и очень быстро включаться в энергетический обмен организма.

Известно, что одной из главных проблем у спортсменов является развитие состояние устойчивой гипоксии тканей в процессе пиковых физических нагрузок или после их завершения. При развитии

состояния гипоксии дыхательная цепь митохондрий - главных энергетических «генераторов» клеток организма, получает кислород в основном от янтарной кислоты, которая осуществляет бесперебойный перенос электронов на 3-й и 4-й комплексы дыхательной цепи, обеспечивая стабильность и адекватность энергетического обмена внутри клеток. В состояниях, когда организму требуется резко увеличить энергопродукцию, запускается система окисления янтарной кислоты, которая минует медленные стадии цикла Кребса, что значительно ускоряет процессы энергообразования, особенно во время максимальных, пиковых нагрузок, происходящих в состоянии гипоксии и на пределе их переносимости спортсменом.

Янтарная кислота увеличивает кислородную «ёмкость» гемоглобина, сдвигая кривую его диссоциации вправо, что также повышает «качество» переноса кислорода к органам и клеткам. Известно о положительном терапевтическом воздействии янтарной кислоты на организм при хронической сердечной недостаточности, заболеваниях печени и органов дыхания, а также при расстройствах нервной и психической деятельности [26].

Янтарная кислота снижает pH содержимого желудка, что способствует расщеплению пищевого протеина, угнетает рост грамотрицательных бактерий, грибов и одновременно усиливает рост полезных симбионтных микроорганизмов. Имеются данные о том, что янтарная кислота снижает содержание уровня лактата в организме и способствует его более быстрому выведению, что увеличивает работоспособность спортсменов и ускоряет восстановление мышц после физических нагрузок.

Глицерофосфат кальция относится к группе биологически активных субстратов. Он обеспечивает перенос энергии в митохондриях клеток, усиливает утилизацию пировиноградной кислоты в цикле Кребса, создавая тем самым потенциальную возможность интенсификации синтеза АТФ. В клинической практике глицерофосфат кальция используется для лечения астенических состояний, он также может применяться для борьбы с переутомлением.

Близким по свойствам к глицерофосфату кальция, но более активным энергодающим соединением является **фитин**– смесь кальциевых и магниевых солей различных инозитфосфорных кислот, чаще всего инозитгексафосфорной. Большое количество легко усваиваемого клетками органического фосфора стимулирует кроветворение, усиливает рост и

развитие костной и мышечной ткани, улучшает деятельность нервной системы при ее быстрой истощаемости. Поэтому фитин может усиливать действие других препаратов, направленных на повышение устойчивости организма к неблагоприятным воздействиям, или на быстрое восстановление после истощающих физических нагрузок.

В качестве одного из компонентов эргогенной поддержки в качестве источника органических кислот – интермедиатов цикла Кребса и микроэлементов предлагается использовать концентрат (сухой сок, экстракт) крыжовника.

Крыжовник (Grossularia) – широко распространенное и активно культивируемое пищевое растение, ягоды которого содержат в зависимости от сорта и степени зрелости:

– низкомолекулярные сахара – 8-11%,
– органические кислоты (яблочная, лимонная) – 1,2-1,7%,
– витамины: С (30-60 мг%), B_1, Р, каротин, фолиевую кислоту,
– минеральные вещества и микроэлементы: калий, йод, натрий, кальций, железо, марганец, кобальт, цинк, фосфор, медь,
– антиоксиданты: антоцианы (300-750 мг%) и флавоны,
– пектиновые вещества – 0,85-0,9%,
– серотонин – 1,8-3,8 мг%.

Такой состав ягод крыжовника делает их ценным диетическим продуктом питания человека. Они употребляются в свежем и замороженном виде и перерабатываются на компоты, джемы, варенья, мармелад, соки, вино. В медицине широко используются в лечебном питании при гиповитаминозах, анемиях, нарушениях обмена веществ, хронических заболеваниях желудочно-кишечного такта, онкологических заболеваниях, а также для выведения из организма экотоксикантов - солей тяжелых металлов, радионуклидов, канцерогенов [4, 8] (Библиотечка… 1993; Виноградов В.М., 1995).

D-фруктозо-1,6-дифосфат (Езафосфина, Фруктэргил) участвует в промежуточном этапе гликолиза. Биохимические исследования invitro и на животных показывают, что D-фруктозо-1,6-дифосфат в терапевтических дозах взаимодействует с клеточной мембраной эритроцитов, облегчает усвоение клетками плазматического калия и повышает в них содержание 2,3-дифосфоглицерата. D-фруктозо-1,6-дифосфат уменьшает гемолиз эритроцитов, подвергшихся механической травме и подавляет активность нейтрофилов, подверженных химическим воздействиям и продуцирующих свободнорадикальные формы кислорода.

Экспериментальное и клиническое изучение езафосфины [101] показали, что она:

– взаимодействуя с клеточными мембранами, вызывает изменения биохимического состава клетки, облегчая поступление в клетку ионов калия, и, как следствие, последующее увеличение поляризации клеточной мембраны;

– стимулирует процесс насыщения тканей кислородом за счет повышения выработки 2,3-ДФГ в эритроцитах и повышения уровня АТФ;

– повышает устойчивость эритроцитов к гемолизу;

– улучшает обмен глюкозы по инсулин-независимому механизму;

– стимулирует фосфофруктокиназу и ускоряет синтез дифосфата фруктозы с увеличением аденильного пула;

– вызывает восстановление никотинамидадениннуклеотида ($НАД^+$) и его включение в реакции окисления различных субстратов.

Глава 12.

Фармнутриенты в составе продуктов специализированного спортивного питания

Основные специализированные продукты спортивного питания содержат в своем составе композиции фармнутриентов - натуральных (или идентичных натуральным) биологически активных веществ, предназначенных для непосредственного приема с пищей или введения в состав пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми или биологически активными веществами и их комплексами.

Они представляют собой средства растительного, животного и минерального происхождения, которые улучшают спортивную форму, увеличивают физическую силу, выносливость, концентрацию внимания и работоспособность, действуя в организме мягче, чем лекарственные средства и имеющие намного меньше побочных явлений. Таким образом, в спорте речь идет об эргогенном влиянии фармнутриентов и необходимости их использования в качестве дополняющих или промежуточных средств между фармакологическими препаратами и эргогенной диететикой [93].

Используемые в современной спортивной практике специализированные продукты спортивного питания выпускаются как зарубежными, так и отечественными производителями. Следует учитывать, что большинство из них практически не изучены в рамках общепринятых правил спортивно-медицинских исследований (из тысяч зарегистрированных таких продуктов апробированы согласно всем требованиям спортивной медицины лишь единицы).

По признаку сложности состава специализированные пищевые продукты спортивного питания подразделяются на группы простых (монокомпонентных) и комбинированных (олигокомпонентных, поликомпонентных).

Монокомпонентные специализированные продукты

Основные свойства монокомпонентных специализированных пищевых продуктов связаны с тем, что они:

– Ориентированы на конкретный физиологический (биохимический) механизм.

– Эффект четко зависит от дозы.

– Действие наиболее легко контролируется, индивидуализируется и корректируется.

– При необходимости легко комбинируются с другими.

Сравнительная характеристика различных монокомпонентных пищевых добавок спортивного питания представлена в таблице 58.

Несмотря на то, что производят продукты спортивного назначения преимущественно предприятия не фармацевтической, а пищевой индустрии (а более конкретно – ориентированные именно на производство спортивного питания), передовые производители спортивного питания внедрили новейшие технологии, разработанные ведущими фармацевтическими фирмами. Прежде всего, это нанодисперсные и мицеллярные технологии, обеспечивающие наиболее эффективный транспорт активных составляющих, а также их высокую биодоступность и эффективность воздействия на определенные ткани и системы организма.

Таблица 58

Монокомпонентные пищевые продукты спортивного питания

Фармнутриент	Основные эффекты	Продукты спортивного питания
Мальтодекстрин	Обеспечивает длительное и равномерное поступление глюкозы из пищеварительной системы в кровь и активно работающие мышцы	Carbo Plus
Аминокислоты с разветвленной цепью	Компенсируют повышенную потребность в этих аминокислотах при активном росте мышечной массы	BCAA 1000
Цитрил-Карнитин	Усиливает работу цикла Кребса и синтез макроэргических соединений, необходимых для выполнения деятельности, способствует более быстрому и более полному сгоранию жиров	L-Cytrill/L-Carnitin
Дибенкозид	Активный кофермент витамина B_{12}, участвует в различных реакциях синтеза нуклеиновых оснований, необходимых для наращивания мышечной массы	Dibencozide Ultra, Dibencozide
Смилакс	Индуктор синтеза тестостерона	Smilax 3, Super Smilacs Plus
Бор	Повышает уровень и биологическую активность тестостерона	Pyroboranol 5000
Токоферол (витамин Е)	Защищает клеточные мембраны от разрушения, препятствует «изнашиванию» клеток, стимулирует синтез гемоглобина и половых гормонов	Vitamin E, MCT High Concetrate
Аскорбиновая кислота (витамин С)	Участвует в синтезе соединительной ткани, всасывании железа и синтеза гемоглобина, стероидных гормонов. Влияет на показатели неспецифической резистентности, иммунитет, энергетические процессы в клетке	Vitamin C, Zinc Lozenges
Колострум (молозиво)	Источник инсулиноподобного фактора роста (соматомединов)	Colostrum Extreme

Орнитин-кетоглутарат	Обладает антикатаболическим действием в отношении мышечной ткани, стимулирует синтез соматотропного гормона и инсулина	OKG, High Potency OKG Powder and Capsules
Феруловая кислота, гамма – оризанол	Индуктор анаболических реакций в мышечной ткани	Frag 75
Хрома пиколинат, полиникотинат, аспартат, аминокислотный хелат	Тормозит синтез жиров в организме и усиливает их окисление, усиливает анаболические эффекты в мышцах	Chromium Picolinate, Chromax II, Chromium Picolinate High & Super Potency
Коэнзим Q10	Поддерживает энергетические резервы клетки, усиливает синтез АТФ	Коэнзим Q10 Super Potency, Коэнзим Q10
Глюкозамин	Поддерживает эластичность связок и подвижность суставов	Glucosamine Sulfate Super Potency
Цинк	Необходим для синтеза белков мышц, усиливает функцию гипофиза, в том числе- гонадотропную, поддерживает кроветворение, половое созревание	Zinc Lozenges
Креатин	Участвует в синтезе АТФ в мышечной ткани	Creatine Powder & Capsules, Creatin High Potency Powder and Capsules, Creatine 2500 Capsules
Глутамин	Способствует синтезу белка, гликогена, снижает катаболический эффект глюкокортикоидов на мышцы	Glutamine Powder & Capsules
Триглицериды средней длины цепи	Высокоэнергетический субстрат окисления, не откладывающийся в организме в виде жира	MCT Power, MCT Full Concetrate, MCT High Concetrate
Инозин	Нуклеотид, участвующий в синтезе РНК и ДНК, АТФ, особенно в мышцах, сердце и печени	Inosin 500, Inozine 750
Карнитин	Облегчает окисление жирных кислот, увеличивает синтез АТФ, перестраивает обмен в мышцах на преимущественное окисление жиров	L-Carnitine 500 mg HI-POTENCY, Liquid L-Carnitine 1000
Бета-гидрокси-бета-метилбутират	Метаболит лейцина с разветвленной цепью. Превращаясь в ГМБ-КоА, способствует синтезу холестерина, поддерживает адекватное состояние иммунной системы, увеличивает чистую массу мышц	GMB
Экдистерон	Комплекс фитостеролов левзеи сафлоровидной или живучки туркестанской, имитирующих действие гормона линьки насекомых – сильного биогенного стимулятора анаболического действия. Усиливает синтез белка, гликогена и макроэргов в мышцах.	Экдистен, РУС ОЛИМПИК, SyntraEC
Трибулюс	Комплекс сапонинов, флавонов и алкалоидов растения Tribulus terrestris (якорцы стелящиеся), являющийся индуктором выработки эндогенного тестостерона, иммуномодулятором, стресспротектором	Энергомакс Трибулус, TribeSterone 1500, Tribuvar
Диосгенин	Смесь стероидных алкалоидов из Puncture Vine и Dioscorea Machrostachya Vilosa, обеспечивающих длительное повышение уровня эндогенного тестостерона и сенсибилизацию рецепторов к тестостерону	Viraloid
5-метил-7-меток-сииизофлавон, 5-метил-7-пропок-си-изофлавон	Нестероидный анаболический агент, облегчает индукцию протеинсинтетических реакций в тканях мышц	Methoxy-7, Проксилон

В практике спортивной подготовки специализированные продукты спортивного питания, содержащие фармнутриенты, могут быть полезными в следующих ситуациях:

- для оптимизации сократительной активности белков за счет углеводов и жиров. Повышение анаэробной энергии достигается с помощью полимеров глюкозы, инозина, продуктов пчеловодства, витаминов группы В. Повышение аэробной энергии достигается путем использования L-карнитина, ацетил-L-карнитина, коэнзима Q_{10}, октакозанола, адаптогенов;
- для коррекции калорийности диеты в различных видах спорта (энергетические продукты, спортивные напитки, макро- и микроэлементы, вода и другие компоненты);
- для изменения массы тела, как в сторону увеличения (креатин, хрома пиколинат, глицин, аспарагин, орнитин, обезжиренное молоко, аминокислоты, глютамин, креатин моногидрат, инозин и другие), так и в сторону снижения (L-карнитин, бромелайн, бета-гидрокси-бета-метилбутират, высококачественные напитки, заменяющие питание со сбалансированным содержанием микро- и макроэлементов, белковые напитки с низким содержанием жира, хрома пиколинат, холин, инозитол, метионин и другие). При этом оптимальный уровень массы достигается без снижения физической работоспособности спортсменов;
- для регуляции массы тела спортсмена за счет целенаправленного уменьшения количества жира, наличие которого доказано антропометрическими измерениями, а не воды (L-аргинин, L-орнитин, комплекс РНК и другие);
- для заместительной терапии при функциональной недостаточности аминокислот и белков (в том числе и иммуноглобулинов, компонентов комплемента, транспортных белков, актина и миозина, гормонов пептидной структуры и других важных белковых биомакромолекул);
- для ускорения процесса восстановления после экстремальных физических и психических нагрузок;
- для коррекции свободно-радикального окисления в организме спортсмена с целью поддержания работоспособности на оптимальном уровне (витамины С, Е, А, натуральный бета-каротин, селен, растительные фенолсодержашие антиоксиданты, биофлавоноиды, гидробионты и другие).

Диетические добавки спортивного питания, обеспечивающие поступление в организм спортсмена регуляторных компонентов, в основном характеризуются анаболическим и адаптогенным действием, а также влиянием на систему эндокринной регуляции.

Диетические добавки адаптогенной направленности

К продуктам адаптогенной направленности действия, эффективность которых в практике спортивной подготовки доказана, следует отнести некоторые российские (Элтон, Леветон, Фитотон, Адаптон), китайские (отвар «Лаоджан»), вьетнамские («Фитоцеребролизин-f») и американские **(**«Джинсенгс сюпрем комплекс»**)** продукты [84, 101].

Комбинированные адаптогены российского производства созданы в 90-х гг. XX в. в России под руководством Р.Д. Сейфуллы [84, 85]. Они получили коммерческие названия — Элтон, Леветон, Адаптон и др. **Элтон** состоит из цветочной пыльцы, порошка корней элеутерококка, токоферола, аскорбиновой кислоты и прополиса. **Леветон** состоит из цветочной пыльцы, порошка корней левзеи (содержит фитоэкдистероид – экдистен), токоферола, аскорбиновой кислоты и прополиса. **Адаптон** состоит из цветочной пыльцы, порошка корней родиолы розовой, порошка семян китайского лимонника, токоферола, аскорбиновой кислоты и фруктозы. Механизм действия комбинированных адаптогенов состоит в следующем. Они тонизируют центральную нервную систему, улучшают процессы обучения, памяти, условнорефлекторную деятельность, улучшают синаптическую передачу в симпатических и парасимпатических волокнах периферической нервной системы; оптимизируют функцию эндокринной системы организма; экономизируют процесс образования и расхода энергии в исполнительных клетках (мышц, печени, почек, мозга и других органов); восстанавливают иммунологическую реактивность при перетренированности, переутомлениях и перенапряжениях; способствуют антиоксидантному действию в организме, предотвращая токсические эффекты свободнорадикального окисления ненасыщенных жирных кислот, при действии повреждающих факторов; предотвращают явления гипоксии, которая почти всегда является спутником интенсивных физических нагрузок; обладают анаболизирующими эффектами, которые необходимо поддерживать при тренировках и других интенсивных физических нагрузках во избежание падения массы тела и деструкции белков при превалировании катаболических процессов; улучшают микроциркуляцию сосудов головного мозга и работающих мышц за счет улучшения реологических свойств крови.

Отвар **«Лаоджан»** является одним из наиболее интересных комбинированных растительных адаптогенов, изготовленных по рецептам традиционной китайской медицины. В его состав входят биологически активные вещества следующих растений: *Rosa acicularis* (дикий колю-

чий шиповник), *Acanthopanax spinosum Miq.* (акантопанакс колючий), *Schizandra chinense Baill.* (лимонник китайский), *Pinus Koraiensis Sieb., et Zucc.* (орешки китайского кедра), сосновая хвоя, *Akebia quinata Decne* (акебия пятерная), *Tpimedium macranthum Morr.* (горянка крупноцветная), *Bacopa monnieri Wettst.* (бакопа Моннье), *Cascutaex hinensis Lam.* (семена повилики китайской), *Ligustrum lucidum Ait.* (плоды бирючины блестящей), *Anemarrhena asphodeloides Bqe.* (анемаррена асфоделовидная), *Phellodendron amurense Rupr.* (амурское пробковое дерево), *Rehmania glutinosa Libosch.* (рекамия клейкая), *Polygonum multiflorum thunb.* (горец многоцветковый), *Polygonum sibircum Redoute* (купена сибирская), *Lycium chinense Mill.* (плод березы китайской), *Zizyphys jujube Mill.* (плоды унаби, юйюбы), *Biota orientalis (L.) Endl.* (плоды биоты восточной), *Rubus coreanus Miq.* (малина корейская) и др.

Фитоцеребролизин-f – созданный на основании совместных исследований ученых Франции и Вьетнама фитопрепарат производства фармацевтической компании «FITO PHARMA Co., Ltd» (Вьетнам), в состав которого входят биологически-активные вещества *Ginkgo biloba* и *Polysciacis*. Современными научными исследованиями установлено антиоксидантное, васкулопротекторное, антидепрессивное, ноотропное, гепатопротекторное действие биологических веществ *G. biloba*, их возможность улучшать кровообращение. Не менее ценным для здоровья человека, в особенности для нервной системы, является лечебное действие *Polysciacis*. Это растение повышает трудоспособность и сопротивляемость ко многим заболеваниям, способствует выведению с мочой продуктов катаболизма из организма. Название Фитоцеребролизин-f связано со способностью препарата повышать функциональные возможности нервной системы, активизировать работу коры головного мозга, восстанавливать и улучшать память, восстанавливать нарушенное кровоснабжение коры головного мозга, устраняя головную боль, головокружение, проявления склероза сосудов мозга и улучшая ясность мышления. Препарат улучшает показатели кровоснабжения головного мозга, увеличивает объем кровоснабжения головного мозга, снижает повышенное давление в сосудах мозга, восстанавливает нарушенные функции мозга; он проявляет антагонистическое влияние на моноаминооксидазу, восстанавливает содержание дофамина в мозгу, оказывает воздействие на снижение клинических симптомов болезни Паркинсона. Фитоцеребролизин-f также обладает седативным эффектом, может оказаться полезным при повышенной раздражительности, депрессивном состоянии, психосоматических нарушениях пищеварения.

«Джинсенгс сюпрем комплекс» («Ginsengs Supreme Complex», производства фирмы «Country Life», США) является комплексным растительным средством, в состав которого входят смесь экстрактов девяти видов женьшеня: женьшеня сибирского корень (*Eleutherococcus senticosus*), женьшень *Panax* корень, женьшень Red Panax корень, нотоженьшень *Panax* корень, женьшень индийский *Ashwagandha* корень (*Withanolia somnifera*), женьшень Bastard корень (*Codonopsis chinensis*), женьшень *Maca Peruvian* клубни (*Lepidium meyenii*), женьшень южный голубой азиатский корень (*Gynostemma chinensis*), женьшень американский корень, а также астрагала корень, гриб *Reishi*, дерезы ягоды, соевые фосфатиды (соевый лецитин), липаза. БАД оказывает выраженное тонизирующее действие, укрепляет сердечнососудистую систему, повышает адаптационные возможности организма в условиях высоких психических и физических нагрузок и неблагоприятного влияния внешней среды.

Диетические добавки с преимущественно анаболическим действием

К продуктам с преимущественно анаболическим эффектом относят диетические добавки на основе растительных стероидов левзеи сафлоровидной, сапонинов, флавоноидов и алкалоидов *Tribulus terrestris*, продукты, содержащие синтетические производные изофлавонов, и некоторые другие [101].

Экдистероиды давно зарекомендовали себя как действенные анаболизирующие агенты нестероидной структуры (пластические субстраты), применяемые в спорте высших достижений. Однако имеющиеся на рынке препараты часто содержат экдистерон недостаточной очистки, не исключается и вероятность подделки. Экдистен (препарат) и диетические добавки на основе левзеи сафлоровидной давно известны (российские Элтон, Леветон и др., украинский и узбекский экдистен), хорошо себя зарекомендовали.

Экдистен представляет собой природное соединение стероидной структуры, получаемое из растений, широко применяемых в народной медицине – рапонтикума сафлоровидного (синоним: левея сафлоровидная) – *Rhaponticum carthamoidis (Wild) Jilin* (синоним: *Leuzea carthamoidis D.C.*) и живучки туркестанской – *Ajuga turkestanica (Rgl.) Brig.*, произрастающей в Узбекистане. Химические свойства и фармакологическое действие экдистена изучены японскими, узбекскими и российскими учеными. По химической структуре фитостероид напоминает гормон линь-

ки насекомых. Кроме фитоэкдистероида экдистена, в корневищах левзеи содержатся органические кислоты, смолы, эфирные масла, дубильные и красящие вещества, алкалоиды, витамины, каротин, инулин и другие.

Исследования показали, что экдистен является малотоксичным, обладает широким спектром биологического действия. При его введении в организм отмечается выраженный тонизирующий и общеукрепляющий эффекты. Препарат повышает адаптационные возможности организма по отношению к стрессирующим факторам внешней среды, улучшает их динамическую работоспособность. Сравнительные исследования показали, что по общетонизирующему воздействию экдистен превосходит широко используемый для этих целей препарат сапарал (сумма тритерпеновых гликозидов из аралии маньчжурской).

Существенным моментом в механизме действия экдистена является его способность активизировать процессы биосинтеза белка в различных органах и тканях, аналогично известным стероидным анаболическим препаратам (неробол, ретоболил). Однако, имея принципиально другой механизм анаболического действия, экдистен, в отличие от анаболических андрогенных стероидов, не обладает присущими им гормональными эффектами: андрогенным, тимолитическим, антигонадотропным и др., часто затрудняющими использование этих препаратов, особенно у женщин и детей. Помимо белкового обмена, экдистен также оказывает позитивное влияние на углеводно-фосфорный и липидный метаболизм. Под его влиянием наблюдается накопленные в органах и тканях гликогена и макроэргических фосфорных соединений (АТФ и креатинфосфата), отмечается четкий гипохолестеролемический и гипотриацилглицеролемический эффекты.

При использовании в практике спортивной подготовки у экдистена отмечалось достаточно выраженное общетонизирующее воздействие на организм, особенно у спортсменов во время интенсивных тренировочных нагрузок. Причем при испытании на спортсменах, 90%, получивших экдистен отмечали более быстрое исчезновение чувства усталости, апатии, улучшение переносимости нагрузок в таких видах спорта, как легкая атлетика (прыжки, бег на средние дистанции), плавание, фигурное катание на коньках, скоростной бег на коньках, лыжные гонки. В ряде случаев, когда возникала необходимость в значительном увеличении дозы экдистена (наблюдение над спортсменами – метательницами и штангистами, где препарат использовался в дозе до 100 мг в сутки) его положительный специфический эффект не сопровождался никакими токсическими явлениями.

«Энергомакс Трибулус», «Tribuvar», «TribeSterone 1500» – БАДы, действующим началом которого являются смесь сапонинов, а также флавоноиды и алкалоиды растения **Tribulus terrestris** (якорцы стелящиеся), являющегося индуктором выработки эндогенного тестостерона, иммуномодулятором, стрессопротектором; проявляет гиполипидемическое действие. Tribulus широко используется как натуральное средство для лечения сексуальной дисфункции и различных мочеполовых расстройств. Биологически активные вещества этого растения могут поддерживать естественный уровень тестостерона путем увеличения производства лютеинизирующего гормона (ЛГ). ЛГ регулирует производство тестостерона через стимуляцию клеток Лейдига в гонадах, и высокие уровни ЛГ совпадают со свободными или несвязанными уровнями тестостерона. За счет стимуляции выработки тестостерона Трибулус повышает потенцию, улучшает эрекцию, повышает подвижность сперматозоидов, за счет снижения уровня липидов – предотвращает развитие атеросклероза. Препарат имеет мягкое мочегонное действие.

«Виралоид»– это смесь стероидных алкалоидов - диосгенинов, экстрагируемых из редких стеролсодержащих растений. В отличие от других тестостероновых бустеров, которые вызывают лишь кратковременный скачок тестостерона, уникальная эффективность «Виралоид» обусловлена значительным пролонгированным действием. При использовании «Виралоид» во время тренировочного цикла уровень тестостерона у спортсменов значительно повышается, что напрямую сказывается на росте мышц и показателях выносливости. Важно, что «синдрома отмены» после прекращения приема этого БАД не наблюдается; уровень тестостерона через некоторое время плавно возвращается к прежним, обусловленным генетическими особенностями, значениям. Очень важно, что «Виралоид» не только многократно увеличивает уровень тестостерона в организме, но и активно использует его, в несколько раз повышая чувствительность андрогенных рецепторов.

«Метокси-7» *(“Methoxy-7”)*– БАД производства фирмы «BioTest» (США), действующим веществом является 5-метил-7-метоксииизофлавон в виде эфира с длинной углеводородной цепью.

Цитамины

Цитамины представляют собой сбалансированные комплексы биологически активных веществ направленного действия, выделенных из органов и тканей животных - белков, нуклеиновых кислот, микроэлементов и минеральных веществ (меди, цинка, магния, марганца, железа,

фосфора, калия, кальция, натрия и др.), витаминов (тиамина, рибофлавина, ниацина, ретинола, альфа-токоферола) в легкоусвояемой форме, что обусловливает их высокую пищевую и физиологическую ценность для сбалансированного питания людей всех возрастов. Особенно важны они в связи с высоким расходованием бионутриентов в процессе интенсивных физических нагрузок, для адекватного метаболического обеспечения процессов в организме спортсменов [53, 101].

Цитамины, по сути, представляют собой интерполимерные комплексы тканеспецифических белков с РНК и ДНК. Они содержат физиологические концентрации минеральных веществ и витаминов в связанной форме и рассматриваются как природные адаптогены, которые оптимизируют обмен веществ тех органов, из которых они выделены (из печени, почек, мозга, поджелудочной железы, иммунных органов, слизистой желудка, лёгких, хрящевой ткани, органов зрения и других). Биорегулирующая терапия, таким образом, использует выделенные из органов и тканей животных сбалансированные нуклеопротеиновые комплексы – цитамины – направленного органотропного действия, которые обладают «мягким» действием, содержат физиологические концентрации минеральных веществ, микроэлементов и витаминов, что позволяет использовать их в качестве природных адаптогенов в комбинации с традиционными средствами терапии, предотвращающих возникновение и развитие различных заболеваний и патологических процессов, ускоряющих реабилитацию больных и восстановление после воздействия различных неблагоприятных факторов окружающей среды.

Цитамины в полной мере отвечают всем требованиям спортивной фармакологии и антидопингового контроля к средствам, применяемым с целью коррекции функционального состояния спортсменов в условиях физической нагрузки. Они отличаются безвредностью, безопасностью, отсутствием побочного действия, высокой эффективностью и возможностью сочетания их с другими препаратами. Поскольку цитамины представляют собой комплексы тканеспецифических белков с нуклеиновыми кислотами, ДНК-компоненты этих комплексов гомологичны поврежденным ДНК определенной ткани человеческого организма, т.к. выделены из такой же, но здоровой ткани млекопитающих и рассматриваются как природные адаптогены, которые осуществляют коррекцию клеточного обмена в поврежденных клетках той ткани, из которой они выделены [113].

С одной стороны, цитамины подготавливают незрелые клетки исходной ткани к нормальному развитию в зрелые формы, а с другой – осуществляют коррекцию клеточного обмена в нормально развитых клетках той или иной ткани в случае повреждения. В результате этого в ткани-мишени происходит выработка морфологически нормальных клеток с оптимальным уровнем клеточного метаболизма, благодаря чему при приеме цитаминов снижается потребность клеток в экзогенных белках, повышается устойчивость организма к воздействию различных патогенных факторов, нормализуется иммунитет, таким образом, восстанавливается функциональная активность клеточных популяций и организма в целом. Они не обладают стимулирующим или угнетающим действием на клеточный метаболизм, содержат в своем составе нормальное количество белков и жиров, практически не содержат углеводов, являются низкокалорийным продуктом, что позволяет использовать их в диетическом питании.

Основными представителями цитаминов являются церебрамин, гепатамин, вентрамин, бронхаламин, вазаламин, корамин, тимусамин, эпифамин, супренамин. Основные результаты действия отдельных цитаминов приведены в таблице 59.

Таблица 59

Основные свойства цитаминов, значимых в практике спортивной медицины

Название	Орган - мишень	Основные свойства
ЦЕРЕБРАМИН	Кора головного мозга	Улучшение интегральных (интеллектуально-мнестических) функций головного мозга
ГЕПАТАМИН	Печень	Ускорение восстановления функций печени после острых или хронических поражений
БРОНХАЛАМИН	Слизистая оболочка бронхов	Ускорение восстановления функций легких и бронхов при острых или хронических заболеваниях органов дыхания инфекционного и неинфекционного происхождения
ВАЗАЛАМИН	Сосуды	Улучшение функций сосудистой стенки при атеросклерозе, нарушениях микроциркуляции в органах и тканях при различных заболеваниях и действии экстремальных факторов
КОРАМИН	Сердечная мышца	Ускорение восстановления функций сердечной мышцы при повышенных физических нагрузках, ишемической болезни сердца, при воздействии экстремальных факторов
ТИМУСАМИН	Вилочковая железа	Ускорение восстановления функций иммунной системы после перенесенных заболеваний, действия экстремальных факторов
ЭПИФАМИН	Шишковидная железа	Коррекция астений, в том числе с развитием психовегетативных расстройств
СУПРЕНАМИН	Надпочечники	Нормализация гормонального обмена при нарушениях функций надпочечников, психоэмоциональных стрессах

Применение цитаминов в практике спортивной подготовки рекомендовано:

– для повышения резистентности организма и ускорения адаптации к воздействию интенсивных физических нагрузок, психоэмоционального стресса, неблагоприятных экологических и климатических факторов (в том числе, при смене высотных и часовых поясов);

– для предупреждения утомления и развития состояния перетренированости;

– для ускорения восстановления после интенсивных физических нагрузок, после перенесенных травм и хирургических операций;

– при неполноценном и некачественном питании, при использовании различных диет, направленных на снижение массы тела.

Диетические добавки – корректоры патологических процессов

Следующая группа диетических добавок спортивного питания ориентирована на коррекцию функционального состояния и патологических процессов в организме спортсмена, связанных с интенсивными мышечными нагрузками. В первую очередь к этой группе относятся продукты антиоксидантного действия [24, 91, 101, 118].

«**Микрогидрин**» является мощным антиоксидантом на основе кремнезема (диоксида кремния), способствует нормализации окислительно-восстановительного потенциала жидкостей организма, имеет дезагрегационные свойства, нормализует реологические свойства крови, тем самым предупреждает артериовенозный сброс, способствует прохождению крови через капилляры и вследствие этого интенсифицирует газообмен между кровью и тканями и улучшает оксигенацию тканей, в том числе и работающих мышц. Все это приводит к повышению аэробной работоспособности и улучшению показателей выносливости.

Каждая капсула микрогидрина содержит обогащенный водородом кремний, т.е. соединения кремния и атомов водорода, модифицированных таким образом, что они содержат на внешней оболочке слабосвязанный дополнительный электрон. Этот электрон легко отдается для нейтрализации свободных радикалов. «Микрогидрин» на сегодня является единственным антиоксидантом, который в процессе потери электрона не превращается в свободный радикал, а распадается на усвояемые компоненты – соединения кремния, воду, соли калия и магния, вступающие в новые биохимические реакции.

*«***Биотад***»* – комплексный диетический продукт, основным активным веществом которого является восстановленный глутатион, и содержащий, кроме этого, витамины С и Е, кислоту тиоктовую. Продукт выпускается Европейской ассоциацией пищевых добавок и рекомендован для приема в ситуациях, связанных с повышенным образованием свободных радикалов.

Восстановленный глутатион вступает в реакцию с большим количеством оксидированных органических метаболитов, которые в дальнейшем могут быть легко метаболизированы и элиминированы из организма, защищает клетки от токсического воздействия свободных радикалов путем сохранения целостности и функционального состояния клеточных мембран. Глутатион является натуральным трипептидом, состоящим из аминокислот цистеина, глицина и глутамината. Он присутствует во всех клетках организма, выполняя такие важные функции как антиоксидантная, дезинтоксикационная, иммуностимулирующая. Витамины С и Е повышают антиоксидантную активность глутатиона, а кислота тиоктовая усиливает антиокислительный эффект всех остальных компонентов.

Бифидо- и лактосодержащие пробиотики на сегодняшний день являются необходимыми компонентами поддержания обменных процессов в организме спортсмена [42, 49, 93, 101, 199]. Нормальное и оптимальное функционирование организма спортсмена, равно как и любого здорового человека, невозможно без полноценной полезной микрофлоры кишечника. К этому микробиоценозу относятся бифидо- и лактобактерии, уксуснокислые, пропионовокислые и другие бактерии, лактострептококки и дрожжи.

Дисбаланс, пониженное содержание или отсутствие какого-либо из компонентов микрофлоры приводит к патологическим состояниям, называемым «явлениями замещенного дефицита», которые проявляются возникновением дисбактериозов кишечника. Эти состояния можно условно отнести и к заболеваниям, поскольку в результате происходит нарушение пищеварения, а также всасывание полезных веществ, поступающих с пищей, и выделение в просвет кишечника, и биотрансформация вредных веществ, выделяемых организмом. Все это отрицательно влияет на организм в целом, приводя к плохому самочувствию, выраженному снижению работоспособности (в том числе, спортивной), нарушению функционирования иммунной защиты.

Однако одиночные компоненты чаще всего не обеспечивают высокой степени нужного эффекта и их приходится комбинировать с расчетом на взаимное дополнение и усиление действия.

Комбинированные диетические добавки

Комбинированные продукты для спортсменов могут подразделяться на олигокомпонентные и поликомпонентные.

Основные свойства олигокомпонентных пищевых продуктов:

- Содержат группу близких по свойствам и биологическим эффектам компонентов, дополняющих друг друга до полноценного эффекта.
- Компоненты часто имеют общий источник получения (разные методики выделения).

Типичные представители олигокомпонентных пищевых добавок – белковые смеси для спортивного питания.

Составы поликомпонентных пищевых продуктов могут быть направлены на усиление ведущего фармакологического (биологического) эффекта. При этом оптимальным является сочетание компонентов с разными, последовательными молекулярными точками действия, что обеспечивает развитие супрааддитивного (сверхсуммационного) действия. Достигаемый при этом конечный эффект формирует «вектор» применения соответствующих продуктов (рис.24).

Рис. 24. Векторы действия спортивных пищевых добавок

NB! Под вектором фармакологической (фармнутриентной) поддержки мы понимаем конкретный эффект перестройки метаболических, регуляторных, информационных и иных процессов в организме спортсмена, достижение которого является целью фармакологической поддержки на конкретном этапе тренировочного процесса

Применение различных, но хорошо сбалансированных составов, действующих по одному вектору, обеспечивает сопоставимую степень конечного эффекта. Так, например, наращивание мышечной массы может достигаться за счет использования аминокислотных комплексов, гидролизатов различных белков (яичного, соевого, молочной сыворотки, индейки), анаболических ростковых факторов и гормонов. Каждое из этих направлений действия пищевых добавок и будет определять своеобразный вектор применения, сводная характеристика которых представлена в таблице 60.

Таблица 60

Структура «векторов действия» фармнутриентных пищевых продуктов спортивного питания

Вектор	Результат	Компоненты пищевых продуктов
Энергетического обеспечения нагрузок	Обеспечение работы энергией за счет сжигания углеводов	Фруктоза, Мед, Циклодекстрин, Мальтодекстрин, Коэнзим Q10, Ксилитол, Лимонная кислота, Цитохром С, Пиридоксин альфа-кетоглутарат
Интенсификации жирового обмена	Снижение жира в организме, повышение эффективности его сгорания в реакциях энергетического обеспечения	Хрома пиколинат, Хрома полиникотинат, L-Цитрил-карнитин, Диосгенин, Гексогенин, Кокосовое масло, Лецитин, Комплекс ненасыщенных жирных кислот, Соевое масло, Триглицериды со средней длиной цепи, Фосфатидилсерин, Хлопковое масло, Холиновый комплекс, Цитримакс, Чеснок
Аминокислотного и белкового обеспечения нагрузок	Наращивание мышечной массы, повышение силы и выносливости	dL-Метионин, Ацетил L-Карнитин, L-Аланин, L-Аргинин пироглютамат, L-Аргинин, L-Аспарагин, L- Аспарагиновая к-та, L-Валин, L-Гистидин, L-Гидроксипролин, L-Глицин, L-Глутамин, L-Глутаминовая к-та, L- Изолейцин, L-Карнозин, L-Карнитин, L-Лейцин, L-Лизин, L-Метионин, L-Орнитин альфа-кетоглютарат, L- Орнитин, L-Пролин, L-Серин, L-Таурин, L-Тирозин, L- Треонин, L-Триптофан, L-Фенилаланин, L-Цитруллин, L-Цистеин, L-Цистин, изолированный соевый белок, концентрат сывороточных белков, яичный альбумин, Мета-Протеин, Нитроген EX

Витаминного и микроэлементного обеспечения нагрузок	Оптимизация обмена веществ, адаптация к нагрузкам, быстрое восстановление	Биотин, Витамин А, Бета-каротин, Витамин С, Витамин D, Витамин Е, Витамин В1, Витамин В12, Витамин В2, Витамин В6, Витамин К, Дибенкозид, Ниацин, Никотинамид, Пантотенат кальция, Пантотеновая кислота, Парааминобензойная кислота, Рутин, Фолиевая кислота, Липоевая кислота, Спирулина, Хлорелла, Шиповника плоды, Аллюминий, Барий, Бор, Ванадий, Германий, Железо, Йод, Кобальт, Кремний, Литий, Марганец, Медь, Молибден, Никель, Селен, Серебро, Сера, Стронций, Титан, Хром, Цинк, Грейпфрут, Петрушка кудрявая, Экстракт печени быка, Цветочная пыльца
Коррекции нарушений электролитного обмена	Восстановление потерь электролитов с потом	Калий, Кальций, Магний, Натрий, Фосфор, Хлориды, Толокнянка, Buchu Leaves,
Влияние на систему эндокринной регуляции	Усиление выработки соматотропного гормона, соматомединов, стероидных гормонов	Damiana, Женьшень, Имбирь, Йохимбе, Пальмы пальмето плоды, Королевское желе, Колострум (молозиво), Концентрат желез: Гипофиза, Гипоталамуса, Матки экстракт, Молочной железы экстракт, Экстракт яичек быка, Яичника экстракт, Экстракт надпочечников быка, Лакричника корень, Сарсапарилла, Смилакс
Стимуляции анаболических процессов в мышцах	Избирательное усиление синтеза белков в активно прорабатываемых мышечных группах	Damiana, Женьшень, ДНК, РНК , Инозин, Инозитол, Йохимбе, Колострум (молозиво) Концентрат желез, Королевское желе, Королевская медуза, Коэнзим Q10, Октакозанол, Креатина моногидрат, Лимонная кислота, Экстракт яичек быка, Экстракт надпочечников быка, Жемчужный мох, Сарсапарилла, Смилакс, Протоген А
Снижение катаболизма (распада веществ) и выведение шлаков обмена	Снижение скорости распада белков при нагрузках, стрессе	Грейпфрут, Диетическая клетчатка, Креатина моногидрат, Отруби ячменные и пшеничные, Пектин, Лакричника корень, Свеклы корень, Орнитина альфа-кетоглутарат, Олигопептиды глутамина
Улучшения пищеварения	Повышение переваривающей и всасывающей функции кишечника	Бромелайн, Диастаза, Батат, Липаза, Микозим, Папаин, Панкреатин, Пепсин, Экстракт бычьей желчи, Перец кайенский, Петрушка кудрявая, Лакричника корень, Фенхель, Чеснок, Одуванчика корень, Хрена корень, Cascara Sagrada,
Повышение тонуса нервной системы	Бодрость, активность, повышение силовых характеристик	Damiana, Gota kola, Kola Nut, Женьшень, Имбирь, Гуарана, Кофеин, Перец кайенский, Элеутерококк, Экстракт Колы, Диметилглицин, Триметилглицин
Повышение иммунитета	Повышение неспецифической сопротивляемости инфекциям	Акулий хрящ, Иммуноглобулин, Перец кайенский, Петрушка кудрявая, Эхинация, Элеутерококк, Чеснок, Протоген А, Глутамин
Улучшения состояния сосудов	Увеличение прочности капилляров, эластичности венозной стенки, снижение отеков и варикозного расширения вен	Ginko Biloba, Экстракт виноградных косточек, Экстракт зеленого чая, Биофлавоноиды,

Исходя из особенностей состава различных пищевых продуктов, к таким направлениям могут быть отнесены различные стороны обеспечения возросшей деятельности (энергетического, аминокислотного, витаминно-микроэлементного, электролитного, регуляторного). Кроме того, отдельные добавки способны улучшить состояние пищеварения, иммунной системы, сосудов.

В таблице 61 представлено сравнение поликомпонентных спортивных пищевых добавок по векторам нутритивной поддержки спортсменов.

Анализ таблицы 61 показывает, что пищевые добавки спортивного питания могут проявлять как достаточно узкое, так и максимально широкое действие на организм. К числу наиболее универсальных могут быть отнесены Animal Pak, Genesis Formula, Gain Fast, Hard Fast, Metal Blast, Power Protein, Power Shake, Natural Sterol Complex, Natural Sterol Capsules, Anabolic Sterol Complex.

В практике спортивной медицины достаточно часто используются комбинированные программы восстановления и повышения физической работоспособности спортсменов, делающие акцент на отдельные подходы и «векторы» нутриентной поддержки спортсменов. Так, например, в работе [59] описывается эффект программы коррекции работоспособности спортсменов в тренировочном мезоцикле, в ходе которой применялись Super Amino Acid protein, Креатин-панч, Energy depot, инозин, витамин Е, витамин С, «болтушка» (состоящая из сока лимона, мёда, грецких орехов, кураги и изюма), настойка элеутерококка. В работе [12] описываются эффекты позитивного влияния на работоспособность спортсменов растительных фитосборов серии ТАН, содержащих корневища и корни элеутерококка колючего, корневища и корни родиолы розовой и девясила высокого, надземные части череды трехраздельной и зверобоя продырявленного, листья бадана толстолистного и крапивы двудомной, плоды шиповника майского и боярышника кроваво-красного. В работе [19] показана эффективность у триатлонистов пищевого комплекса, содержащего янтарную кислоту, железо, легкоусваиваемый альбумин, глицин, аргинин и глутаминовую кислоту, глицерофосфат кальция, ацетилцистеин. В некоторых работах делается акцент на аргинин или орнитин-аргинин-содержащие продукты спортивного питания [128].

Таблица 61

Сравнительная характеристика эффектов применения основных комплексных пищевых продуктов спортивного питания

Продукт	Векторы действия пищевых добавок											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pro Complex	+	+	+	+							+	
EGG D'LITE	+		+		+							
100% Instant EGG Protein			+									
Super Pro 90			+									
Superior Milk & Egg Protein	+		+	+					+		+	
100 % Instant Ion-Exchange Protein			+									
3 Phase Multi-Performance Powder	+		+									
Power Mass 1000	+	+	+	+								
Mighty One 3000	+	+	+	+	+							
Power Mass Next Level Powder	+	+	+	+	+			+		+	+	
Anabolic Activator Ш	+	+	+	+		+	+			+	+	
Pre-Load Creatine Complex	+	+	+		+							
Anabolic Activator Pak		+	+			+						
Creatine High Potency Powder & Capsules	+											
High Potency OKG Capsules & Powder	+							+				
Anabolic Sterol Complex		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Amino 2222 Capsules			+					+				
Super Growth Enhancer						+	+	+		+	+	
Carbo Pump II	+			+	+							
High Performance Optimizer	+	+	+	+	+						+	
Super Multi Pak				+								
Opti Vites				+					+	+	+	+
Helth Pak				+							+	
Pro Pak		+	+	+	+			+				
Animal Pak		+	+	+		+	+	+	+		+	
Genesis Formula	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
Gain Fast	+	+	+	+		+	+		+	+	+	
Hard Fast	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
Metal Blast	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
Power Shake	+		+	+	+		+	+	+		+	
Natural Sterol Complex		+	+	+	+	+	+	+		+	+	

Примечания: Векторы действия пищевых продуктов спортивного питания:
1. Энергетическое обеспечение нагрузки. **2**. Интенсификация жирового обмена. **3**. Аминокислотное и белковое обеспечение нагрузки. **4**. Витаминное и микроэлементное обеспечение нагрузки. **5**. Коррекция нарушений электролитного обмена. **6**. Влияние на эндокринную регуляцию организма. **7**. Стимуляция специфических анаболических процессов в мышцах. **8**. Снижение интенсивности катаболизма (распада веществ) и выведение шлаков обмена. **9**. Улучшение пищеварения. **10**. Повышение тонуса нервной системы. **11**. Повышение иммунитета. **12**. Улучшение состояния стенок сосудов

Глава 13.

Метаболические потребности спортсменов в зависимости от вида спорта

Все виды физической деятельности подразделяются по величине нагрузки, среди которых различают большие (предельные), значительные (околопредельные), средние и малые. Перечисленные степени интенсивности нагрузок соответствуют разным уровням спортивной квалификации: спортсмены экстракласса (олимпийские чемпионы и чемпионы мира), мастера спорта международного класса, мастера спорта, разрядники, далее – лица, занимающиеся физической культурой, не занимающиеся физической культурой и, наконец, те, кто прибегает к лечебной физкультуре с целью реабилитации тех или иных функций организма при помощи дозированной двигательной активности. Однако на каждом уровне имеются свои пределы возможностей, ограничивающие физическую работоспособность человека. Следует иметь в виду, что факторы, лимитирующие работоспособность, зависят от вида физической деятельности, которая может быть подразделена в соответствии с классификацией видов спорта на шесть основных групп [101].

1. **Циклические** виды спорта (беговые дисциплины легкой атлетики, плавание, лыжные гонки, велосипедный спорт, шорт-трек, скоростной бег на коньках, гребля академическая и на байдарках и каноэ и другие). Они требуют преимущественного проявления выносливости, поскольку предполагают многократное повторение стереотипных циклов движений. Эти виды деятельности вызывают расходование большого количества энергии.

2. **Скоростно-силовые** виды спорта (все легкоатлетические прыжки и спринтерские дистанции, метания, тяжелая атлетика и другие). Отличительная особенность этих видов – взрывная, короткая по времени и очень интенсивная физическая деятельность. В большинстве случаев скоростные способности зависят от генетических детерминант и мало поддаются как тренировке, так и влиянию лекарственных средств.

3. Спортивные единоборства (фехтование, все виды борьбы, бокс, восточные единоборства и другие). Характерной чертой расходования энергии при единоборствах является не постоянный, циклический уровень физических нагрузок, зависящих от конкретных условий соперничества и достигающих порой очень высокой интенсивности.

4. Спортивные игры (хоккей, футбол и т.д.). Они характеризуются постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха (в моменты, когда спортсмены не задействованы непосредственно в игровых эпизодах). При этом помимо выносливости, большое значение имеют координация движений и психическая устойчивость.

5. **Сложнокоординационные виды спорта** (фигурное катание, катание на коньках, парусный спорт, конный спорт, фристайл, гребной слалом, гимнастика, прыжки в воду, стрельба).

Сложнокоординационные виды спорта основаны на тончайших элементах движения, что требует значительной выдержки и внимания. При этом физические нагрузки варьируют в широких пределах. Например, чтобы сделать сложный прыжок, требуется большая взрывная сила, а при стрельбе необходимо уметь сконцентрировать внимание и уменьшить тремор.

6. Многоборья и комбинированные виды спорта (современное пятиборье, легкоатлетическое десятиборье и семиборье, триатлон, биатлон и др.). Для данной категории видов спорта характерна комбинированная структура движений, где сочетается работа циклического и ациклического характера.

Циклические виды спорта

Циклические виды спорта требуют преимущественно проявления выносливости. К циклическим видам относятся беговые дисциплины легкой атлетики, плавание, гребля академическая, велосипедный спорт, а также зимние виды – бег на лыжах.

Главной функциональной системой является кардиореспираторная (сердечнососудистая и дыхательная системы), обеспечивающей – нервно- мышечный аппарат. Эти виды спорта требуют дополнительной поддержки метаболизма, соответствующего специализированного питания и питья (поддержание водного баланса), особенно при марафонских дистанциях.

В таблице 62 представлены усредненные данные о энерготратах, связанных с преодолением бегунами различных дистанций.

Таблица 62

Энерготраты бегунов при преодолении дистанций

Дистанция бега (м)	100	200	400	800	1500	3000	5000	10000	Марафон (42135)
Энерготраты (ккал)	35	70	100	140	170	280	450	750	2500

С учетом особенностей энерготрат, соотношение их по источникам должно приближаться к следующему: углеводы – 70%, жиры – 15%, белки – 15% [80]. Потребности организма бегунов при этом в основных питательных веществах отражены в таблице 63.

Таблица 63

Метаболические потребности организма бегунов в зависимости от специализации в ходе тренировочного цикла [150]

Потребность	Бег на короткие дистанции	Бег на средние и длинные дистанции
Калорийность, ккал/кг	62 - 67	69 – 78
Белки, г/кг	2,3 - 2,5	2,4 - 2,8
Жиры, г/кг	1,8 - 2,0	2,0 - 2,1
Углеводы, г/кг	9,0 - 9,8	10,3 - 12
Витамины, мг:		
С	150 - 200	180 - 250
B_1	2,8 - 3,6	3,0 - 4,0
B_2	3,6 - 4,2	3,6 - 4,8
B_6	5 - 8	6 – 9
PP	30 – 36	32 – 42
А	2,5 - 3,5	3,0 - 3,8
Е	22 – 26	25 – 40
Минеральные вещества, мг:		
Кальций	1200 - 2100	1600 – 2300
Фосфор	1500 - 2600	2000 – 2800
Железо	25 - 40	30 – 40
Магний	500 - 700	600 – 800
Калий	4500 – 5500	5000 - 6500

При организации питания бегунов необходимо учитывать, что избыточно большое (более 600 г в сутки) потребление углеводов не ведет к дополнительному наращиванию уровня мышечного гликогена. Эффект больших запасов мышечного гликогена проявляется при нагрузках умеренной интенсивности длительностью более 90 минут. Так, доказано положительное влияние высокоуглеродной диеты при беге на 30 км, а также на продолжительность «бега до отказа» на уровне мощности 70-75% от МПК [145, 157, 225].

При обследовании высококвалифицированных бегунов на длинные дистанции было показано, что использование базовой диеты калорийностью 13375 ± 1378 кДж с содержанием высокого уровня углеводов (64,3 ± 2,6%, 545 ± 49 г, 9,7 ± 0,9 г / кг), потреблением жиров и белка на уровне 23,3 ± 2,1% (83 ± 14 г) и 12,4 ± 0,6% (99 ± 13 г, 1,8 ± 0,2 г / кг), соответственно, обеспечивает метаболические потребности спортсменов, что подтверждается сохранением стабильного веса при повышении спортивного результата.

При исследовании пищевого статуса высококвалифицированных легкоатлетов-многоборцев [227] было выявлено, что для мужчин и женщин прием пищи был с высоким содержанием белка (1,9 ± 0,5 г/кг у мужчин, 2,0 ± 0,4 г/кг у женщин) и жира (1,6 ± 0,3 г/кг у мужчин, 1,5 ± 1,3 г/кг у женщин). Прием углеводов для спортсменов-мужчин был на нижней границе рекомендуемых объемов (5,9 ±1,8 г/кг). Что касается большинства витаминов и минеральных веществ, прием их спортсменами был адекватным, за исключением магния, цинка, калия и у мужчин и женщин, витамина Е и кальция у женщин, уровень приема которых с большой вероятностью был недостаточным по сравнению с эталонными значениями.

При занятиях *циклическими видами спорта* суммарные затраты энергии для развития выносливости значительно больше, чем в других видах спорта. На тренировочных занятиях они могут составлять 4000-6000 ккал, а в дни соревнований, особенно многодневных или длительных (велогонки, марафон), еще больше. Так, в течение 3 недель велогонки Тур-де-Франс спортсмены преодолевают почти 4 000 км, а их энергетические траты на наиболее длинных этапах (300 км) достигают 8300 ккал/день [173, 227]. В связи с этим рекомендуется увеличение кратности приемов пищи, богатой животными белками, до 5-6 раз в день, без изменения суточного количества продуктов. Особенно важным становится использование продуктов повышенной биологической ценности (в том числе специальные «энергетические» напитки и батончики).

Для спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, очень важно, чтобы содержание углеводов в рационе спортсменов вы-

сокого класса, испытывающих большие нагрузки в современном спорте, повышалось преимущественно за счет уменьшения доли жиров.

В подготовительный период и на этапе непосредственной предсоревновательной подготовки особое внимание следует уделить содержанию витаминов в рационе спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта. При недостатке их в рационе целесообразна дополнительная витаминизация.

В результате интенсивной физической нагрузки в соревновательный период значительно возрастают потери жидкости и минеральных солей с потом, что требует особого питьевого режима для спортсменов этой группы видов спорта [198, 221].

Ускорить процессы восстановления помогут следующие рекомендации [146, 147, 148, 183, 184, 188, 189, 190, 208]:

- для удовлетворения чувства жажды и восстановления водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия рекомендуется 4-10% растворы углеводно-минеральных смесей, фрукты;
- быстрому восстановлению содержания мышечного гликогена способствует потребление жидкостей, богатых углеводами (компотов, киселей), а также продуктов с высоким гликемическим индексом, не позднее, чем через 30 — 60 минут после физической нагрузки;
- повысить частоту приема углеводного питания.

В соревновательном периоде для коррекции нервно-эмоционального напряжения показан прием легкоусвояемых диетических продуктов и продуктов повышенной биологической ценности в небольших количествах (мед, орехи, пыльца и т.д.). С целью увеличения запасов гликогена в печени за несколько часов до соревнований (не позже, чем за 1,5-2 часа) рекомендуется принимать продукты повышенной биологической ценности углеводно-минеральной направленности в жидком виде.

Еще один вид спорта, отнесенный к группе циклических – плавание. Основными проблемными моментами в плавании можно назвать объем, частоту и интенсивность тренировок [13]. Длительность тренировки может достигать 4 часов в день, и включает различные виды деятельности (тренировку на выносливость, интервальные тренировки, тренировки на суше – бег, силовая тренировка).

Особенности питания пловцов детально изучены в работах [64, 205]. При этом суточные энергетические затраты при одной 4-часовой тренировке для мужчин могут достигать 5400 ккал, для женщин – 4000 ккал. Потребность в углеводах при таком режиме нагрузки составляет не менее 600 г в

день. Недостаточное поступление углеводов при ежедневных (а в период подготовки к соревнованиям – зачастую двукратных) тренировках может быстро привести к истощению мышечных запасов гликогена и состоянию переутомления и перетренированности. Интенсивные тренировки пловцов часто приводят к ускоренному катаболизму белков. Вместе с тем сохранение и развитие мышечной массы является важным условием достижения хороших результатов в этом виде спорта. Нормы белка для пловцов составляют 1,5-2 г/кг массы тела и должны быть увеличены при низкокалорийной или низкоуглеводной диетах. В обобщенном виде метаболические потребности спортсменов циклических видов спорта отражены в таблице 64.

Таблица 64

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых циклических видах спорта

Потребность в энергии и основных пищевых компонентах	Виды спорта			
	Легкая атлетика		Велоспорт	
	Бег на средние и длинные дистанции	Бег на сверхдлинные дистанции, марафонский бег, спортивная ходьба	Гонки на треке	Гонки на шоссе
Энергия (ккал/кг)	69-78	73-84	69-75	77-87
Энергетические и пластические субстраты:				
Белки (г/кг)	2,4-2,8	2,5-2,9	2,3-2,5	2,5-2,7
Жиры (г/кг)	2,0-2,1	2,0-2,2	1,8-2,0	2,0-2,1
Углеводы (г/кг)	10,3-12,0	11,2-13,0	10,8-11,8	12,2-14,3
Витамины:				
С (мг)	180-250	200-350	150-250	200-350
B_1 (мг)	3,0-4,0	3,2-5,0	3,5-4,0	4,0-4,8
B_2 (мг)	3,6-4,8	3,5-5,0	4,0-4,6	4,6-5,8
B_3 (мг)	17	19	17	19
B_6 (мг)	6-9	7-10	6-7	7-10
B_9 (мкг)	500-600	500-600	400-500	500-600
B_{12} (мг)	0,005-0,01	0,006-0,01	0,005-0,01	0,005-0,01
РР (мг)	32-42	32-45	23-40	32-45
А (мг)	3,0-3,8	3,2-3,8	2,8-3,6	3,0-3,8
Е (мг)	25-40	28-45	28-35	30-45
Минеральные вещества:				
Кальций (г)	1,6-2,3	1,8-2,8	1,3-2,3	1,8-2,7
Фосфор (г)	2,0-2,8	2,2-3,5	1,6-2,8	2,2-3,4
Железо (мг)	30-40	35-45	25-30	30-40
Магний (г)	0,5-0,8	0,6-0,8	0,5-0,7	0,6-0,8
Калий (г)	5,0-6,5	5,5-7,0	4,5-6,0	5,0-7,0

В систематизированном виде современные рекомендации спортсменам об оптимальных режимах и рационах питания, применении специализированных продуктов функционального питания и БАДов представлены в работах [132, 137, 150, 154, 161, 172, 176, 177, 205, 217].

Особую важность для спортсменов циклических видов спорта приобретает проблема восстановительных синтезов белка и гликогена в мышцах, и роль различных нутриентов в этих процессах. В работах [131, 140, 164, 196, 219] показано, что дополнительное обогащение рационов питания спортсменов незаменимыми аминокислотами (особенно аминокислотами с разветвленными цепями), органическими кислотами – субстратами цикла Кребса (кетоглутаровой, янтарной, яблочной, фумаровой), глюкозой и фруктозой существенно ускоряет репаративные синтезы в мышцах после тяжелых физических нагрузок. В качестве эргогенного фактора ускорения постнагрузочного ресинтеза гликогена на фоне высокоуглеводной диеты может выступать кофеин в дозе 8 мг/кг [190].

Скоростно–силовые виды спорта

Отличительной особенностью скоростно-силовых видов спорта является взрывная, короткая по времени и очень интенсивная физическая деятельность.

К скоростно-силовым видам относятся тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, метания, спринт, прыжки на лыжах с трамплина.

Главной функциональной системой является нервно-мышечный аппарат, обеспечивающей – кардиореспираторная система. Для всех метателей и силовиков требуется особый контроль над специализированным питанием и сдвигом катаболической фазы обмена веществ в анаболическую без использования запрещенных стероидов и соматотропина, что достигается использованием средств анаболического действия, макроэргических фосфатов и других энергизаторов, пластических субстратов. Обязательными являются также препараты или БАД, действие которых ориентировано на снижение интенсивности процессов окисления (антиоксиданты), и адаптогены растительного происхождения [13, 14, 61, 62, 77, 101].

При составлении пищевого рациона для спортсменов, занимающихся *скоростно-силовыми видами спорта* (тяжелоатлетов, метателей, спринтеров), диетологи исходят из того, что для развития силы и увеличения мышечной массы суточное потребление белков должно составлять

2,3-2,9 г/кг массы тела [39, 47, 94, 152]. Вместе с тем, ряд исследователей считают, что количество белка не должно превышать 2г/кг массы тела (Табл. 65).

Таблица 65

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых олимпийских скоростно-силовых видах спорта

Потребность в энергии и основных пищевых компонентах	Виды спорта	
	Легкая атлетика (бег на короткие дистанции, прыжки, барьерный бег)	Тяжелая атлетика, метания
Энергия (ккал/кг)	62-67	66-67
Энергетические и пластические субстраты:		
Белки (г/кг)	2,3-2,5	2,5-2,9
Жиры (г/кг)	1,8-2,0	1,8-2,0
Углеводы (г/кг)	9,0-9,8	10,0-11,8
Витамины:		
С (мг)	150-200	175-210
B_1 (мг)	2,8-3,6	2,5-4,0
B_2 (мг)	3,6-4,2	4,0-5,5
B_3 (мг)	18	20
B_6 (мг)	5-8	7-10
B_9 (мкг)	400-500	450-600
B_{12} (мг)	0,004-0,008	0,004-0,009
РР (мг)	30-36	25-45
А (мг)	2,5-3,5	2,8-3,8
Е (мг)	22-26	20-35
Минеральные вещества:		
Кальций (г)	1,2-2,1	2,0-2,4
Фосфор (г)	1,5-2,5	2,5-3,0
Железо (мг)	25-40	20-35
Магний (г)	0,5-0,7	0,5-0,7
Калий (г)	4,5-5,5	4,0-6,5

При экспериментальном исследовании [160] особенностей метаболизма бодибилдеров, потребляющих избыточное количество белка (4,3 г/кг/сутки) при интенсивной тренировке, было показано, что уровни креатинина сыворотки (1,3 ± 0,1 мг/дл) и калия (5,9 ± 0,8 ммоль/л), а также азота мочевины (24,7 ± 9,5 мг/дл) и креатинина (2,3 ± 0,7 мг/дл) в моче были выше, чем их значения в норме. Выявленные метаболические сдвиги свидетельствуют об избыточной нагрузке на функции печени и почек.

В рацион необходимо включать продукты, являющиеся источниками полноценных и легкоусвояемых белков, преимущественно животного происхождения (55-65 %). Это – мясо, рыба, молочные продукты, яйца. Для лучшего усвоения белкового компонента пищи мясные блюда рекомендуется употреблять с овощными гарнирами, а специальные белковые препараты использовать в перерывах между тренировками в измельченном виде.

В период непосредственной предсоревновательной подготовки количество приемов пищи, богатой белками, должно быть не менее 5 раз в день. Чтобы основной пищевой рацион удовлетворял энергозатраты и пластические процессы, спортсмен должен получать белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные элементы в определенных количествах и соотношениях. Особое внимание в рационе спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, следует уделять растительным маслам (подсолнечное, кукурузное, оливковое, льняное), причем предпочтение следует отдавать нерафинированным маслам, поскольку они содержат полезные биологически активные вещества в большем количестве, чем очищенные. Однако пищевой рацион для этой группы видов спорта не должен быть перегружен жирами. Насыщенные жиры, содержащиеся главным образом в жирах животного происхождения, должны составлять не более 10 % общей калорийности потребляемой ежедневно пищи.

При включении в рацион комплексов углеводов в виде зерновых, бобовых, овощей и орехов увеличивается количество незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных солей, что создает условия для накопления мышечной массы. Для восполнения потерь и поддержания запасов гликогена в мышцах на оптимальном уровне рекомендуется употреблять продукты с высоким и средним гликемическим индексом.

Примерное распределение суточной энергетической ценности по приемам пищи может быть таким: 1-й завтрак – 25%, 2-й завтрак – 10%, обед – 35%, полдник – 5-10%, ужин – 20-25% от суточной калорийности рациона питания. Первый завтрак должен быть за 1-1,5 часа до начала тренировочного занятия, обед – за 2-2,5 часа. После занятий прием пищи должен быть не ранее, чем по истечению 20-30 минут, для создания нормальных условий деятельности органов пищеварения.

Потребление витаминов должно быть достаточным в соответствии с суточной потребностью спортсменов для каждого вида спорта. Некон-

тролируемое применение поливитаминных комплексов, так часто практикуемое спортсменами различных специализаций, нарушает работу почек и печени, отрицательно сказывается на самочувствии.

Некоторые особенности имеют метаболические особенности спортсменов-спринтеров [11, 60, 94, 182, 213]. Метаболические ограничения скорости бега в спринте связаны с уменьшением концентрации креатинфосфата в мышцах, так как в большинстве случаев отмечается сохранение достаточного уровня мышечного гликогена и возрастание роли анаэробного гликолиза как поставщика энергии. Это обуславливает возможность использования в спринте эргогенной пищевой добавки на основе креатина. Тем не менее, на фоне ежедневных интенсивных тренировочных нагрузок может отмечаться истощение мышечных запасов гликогена, что определяет необходимость обеспечения углеводами на уровне 7-8 г/кг массы тела спортсменов (60-70% энергетической потребности организма должно обеспечиваться за счет окисления углеводов). Адекватное количество белка при этом оценивается на уровне 1,2-1,7 г/кг массы тела спортсмена (12-15% общей калорийности).

Спортивные единоборства

Характерной чертой спортивных единоборств при расходовании энергии является непостоянный, переменный уровень физических нагрузок, зависящих от конкретных условий соперничества и достигающих порой очень высокой интенсивности, а также сочетание статических и динамических нагрузок, высокая скорость реакции.

К единоборствам относятся бокс, борьба вольная, греко-римская, карате, тхэквондо, тайский бокс, дзюдо, фехтование.

Главной функциональной системой является нервно-мышечный аппарат, обеспечивающей - кардиореспираторная система.

Специфика спортивной деятельности в *единоборствах* – быстрая перестройка двигательных действий в соответствии с меняющейся ситуацией, необходимость развития силы и быстроты в их специфических проявлениях. При этом, как правило, необходимо строго контролировать массу тела, особенно в легких весовых категориях. Все это определенным образом влияет на организацию режима питания.

Общий расход энергии у борцов и боксеров, как и у штангистов, особенно велик в легких весовых категориях и более низок у тяжело-

весов, работа которых отличается меньшей динамичностью. Суточный рацион питания единоборцев должен быть богат белками преимущественно животного происхождения, а их количество должно составлять 2-3 г/кг массы тела, в зависимости от специализации (бокс, борьба, фехтование).

Достаточное количество углеводов (9-11 г/кг массы тела) способствует повышению выносливости и работоспособности. В то же время, учитывая необходимость поддерживать постоянную массу тела, рекомендуется использовать в питании спортсменов углеводсодержащие продукты со средним и низким гликемическим индексом. Их потребление помогает удовлетворять энергетические потребности организма без нежелательного увеличения массы тела.

Рацион при этом должен быть богат витаминами и минеральными веществами, особенно фосфором, потребность в котором возрастает до 2,3-3,5г в сутки. Следует отметить также, что в период интенсивных тренировок и соревнований потребность организма борцов и боксеров в витамине B_1 достигает 5-6 мг/сутки, а в витамине А– до 4-4,5мг/сутки.

В исследовании фактического статуса питания борцов [5] было установлено, что для многих из них характерен дефицит белков растительного происхождения (26,5%), содержание белка в рационах должно быть увеличено до 16-18% относительно общей энергетической ценности. Анализ качественного состава белкового компонента базового питания борцов показал, что дефицит по сумме незаменимых аминокислот в рационах составляет 20,4%, наиболее значимые отклонения от нормы отмечены для таких, как треонин (28,2%), лизин (19,2%), валин (18,7%), лейцин (16,3%). Обращает на себя внимание также дисбаланс незаменимых аминокислот с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин, валин), который предполагает снижение активности глюкозоаланинового цикла, замедление мышечного сокращения и процессов восстановления. В дефиците находятся аминокислоты, которые принимают активное участие в процессе обезвреживания аммиака, что является актуальной проблемой для борцов.

Оценка фактического статуса питания спортсменов разных видов единоборств была выполнена в работах [142, 216]. Выявленные особенности метаболической потребности спортсменов этих видов спорта отражены в таблице 66.

Таблица 66

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых спортивных единоборствах

Потребность в энергии и основных пищевых компонентах	Виды спорта		
	Бокс	Все виды борьбы	Фехтование
Энергия (ккал/кг)	62-75	60-72	60-65
Энергетические и пластические субстраты:			
Белки (г/кг)	2,4-3	2,2-2,8	2,0-2,3
Жиры (г/кг)	1,8-2,2	1,7-2,3	2,0-2,3
Углеводы (г/кг)	9,0-10,5	9,0-11	9,0-10,0
Витамины:			
С (мг)	200-300	200-300	175-250
B_1 (мг)	3,5-4,5	2,5-4,0	2,4-4,0
B_2 (мг)	нет данных	4,0-5,0	3,8-5,2
B_3 (мг)	нет данных	нет данных	20
B_6 (мг)	нет данных	6,0-10,0	6,0-10,0
B_9 (мкг)	450-600	450-600	450-600
B_{12} (мг)	0,004-0,009	0,004-0,009	0,004-0,009
PP мг)	25,0-40,0	25,0-45,0	25,0-45,0
А (мг)	3,2-3,8	3,2-3,5	3,0-4,2
Е (мг)	25-30	25-30	25-30
Минеральные вещества:			
Кальций (г)	2,0-2,5	2,0-2,4	2,0-2,4
Фосфор (г)	2,5-3,5	2,5-3,0	2,5-3,0
Железо (мг)	25-40	25-40	20-35
Магний (г)	0,45-0,70	0,45-0,70	0,50-0,70
Калий (г)	5,0-6,0	4,8-5,8	5,0-6,0

Переход спортсменов в течение первых двух-трех недель с привычного трехразового питания на пятиразовое способствует повышению эффективности тренировочных программ на 7-10 %. Для сохранения достигнутых результатов данный режим питания рекомендуется поддерживать до завершения соревнований.

С учетом высокой значимости взрывной и статической (элементы на удержание) компонент физической работоспособности спортсменов-единоборцев, можно рассчитывать на реализацию эргогенных эффектов креатин-содержащих пищевых добавок [38], органических кислот – интермедиатов цикла Кребса (янтарная, яблочная, фумаровая кислоты), а также растительных адаптогенов с преимущественно активирующим действием - лимонника, родиолы розовой, заманихи, элеутерококка [181].

Спортивные игры

Игровые виды спорта, или спортивные игры, характеризуются большой физической и нервно-психической нагрузкой, наличием сложнокоординационных движений, элементов единоборства при значительной нагрузке на конечности на фоне интенсивного игрового мышления, а также постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха. К игровым видам относятся баскетбол, бейсбол, футбол, гандбол, водное поло, хоккей, волейбол.

Главной функциональной системой является кардиореспираторная, обеспечивающими - нервно-мышечный аппарат, зрительный анализатор, а также оперативное игровое мышление.

Специфические особенности *игровых видов спорта*- быстрое переключение действий в соответствии с меняющимися условиями игры, необходимость в кратчайшее время принимать быстрые и эффективные решения при остром дефиците времени. Наряду с физической нагрузкой спортсмены игровых видов спорта испытывают большие нервно-психические нагрузки, сопряженные с сильным эмоциональным возбуждением. Это диктует свои нюансы вопросов организации питания и требует серьезного внимания со стороны врачей команд, администраторов и самих спортсменов[6]. К специфике этой группы видов спорта относится также продолжительный соревновательный сезон (несколько месяцев), частые переезды спортсменов в разные климатогеографические зоны со сменой часовых и высотных поясов, участие в соревнованиях без предварительной временной адаптации, изменения режима питания [13, 93, 120, 151].

Задачи нутриентной поддержки спортсменов связаны с коррекцией процессов восстановления, компенсации энергии, улучшения обменных процессов в головном мозге с помощью витаминных комплексов, цитаминов, адаптогенов растительного и животного происхождения, а также антиоксидантов [93]. Одним из ключевых факторов становится насыщение организма спортсменов аминокислотами с разветвленной цепью (Табл.67).

Суточный рацион питания спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта, должен быть относительно богат белками (Табл.68). Следует отметить, что нормы потребления белка у женщин, занятых в игровых видах спорта, ниже, чем у мужчин.

Таблица 67

Рекомендуемые нормы потребления (в граммах) незаменимых аминокислот с разветвленной цепью в базовом питании спортсменов, специализирующихся в игровых видах спорта

Масса тела, кг	Лейцин	Валин	Изолейцин
40	2,4	2,0	0,8
50	3,0	2,5	1,0
60	3,6	3,0	1,2
70	4,2	3,5	1,4
80	4,8	4,0	1,6
90	5,4	4,5	1,8
100	6,0	5,0	2,0
110	6,6	5,5	2,2
120	7,2	6,0	2,4

Таблица 68

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в игровых олимпийских видах спорта

Потребность в энергии и основных пищевых компонентах	Виды спорта	
	Футбол и хоккей	Баскетбол и волейбол
Энергия (ккал/кг)	66-72	63-71
Энергетические и пластические субстраты:		
Белки (г/кг)	2,4-2,6	2,3-2,4
Жиры (г/кг)	2,0-2,2	1,8-2,0
Углеводы (г/кг)	9,6-10,4	9,5-10,8
Витамины:		
С (мг)	180-220	190-240
B_1 (мг)	3,0-3,9	3,0-4,2
B_2 (мг)	3,9-4,4	3,8-4,8
B_3 (мг)	18	18
B_6 (мг)	5-8	6-9
B_9 (мкг)	400-500	450-550
B_{12} (мг)	0,004-0,008	0,005-0,008
PP (мг)	30-35	30-40
А (мг)	3,0-3,6	3,2-3,7
Е (мг)	25-30	25-35
Минеральные вещества:		
Кальций (г)	1,2-1,8	1,2-1,9
Фосфор (г)	1,5-2,25	1,5-2,37
Железо (мг)	25-30	25-40
Магний (г)	0,45-0,65	0,45-0,65
Калий (г)	4,5-5,5	4,0-6,0

Футболисты и хоккеисты во время матча все время находятся в движении, включая бег при различных скоростях, физическое состязание за владение мячом и иные проявления двигательного мастерства. В результате в мышечных волокнах значительно снижается содержание гликогена.

Для восполнения запасов мышечного гликогена футболисты и хоккеисты во время тренировок должны потреблять с пищей углеводы с высоким гликемическим индексом – как минимум 55 % от общей энергетической ценности рациона. Во время силовых тренировок и соревнований процент потребляемой общей энергии за счет углеводов необходимо увеличить до 60-65 %. Организму также необходимо иметь дополнительно адекватные резервы по жирам.

При больших по объему и интенсивности физических нагрузках у спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, усиливается перекисное окисление липидов, лимитирующее спортивную работоспособность. Применение в достаточном количестве антиоксидантов (например, комплекса витаминов А и Е) устраняет это явление и повышает толерантность к физическим нагрузкам. С питанием должно поступать необходимое количество витаминов и минеральных веществ, особенно фосфора.

Качественное и количественное распределение пищи в суточном рационе производится с учетом предстоящей игры. Как правило, это бывает в вечернее время или между обедом и ужином. Поэтому обед спортсмена в день игры должен легко усваиваться, при калорийности около 35 % суточной нормы. В него не следует включать долго задерживающиеся в желудке пищевые вещества. Потребление напитков, содержащих 40-80 г/л легкоусвояемых углеводов, таких, как глюкоза, сахароза и/или мальтодекстрин во время или после матча, снижает утомляемость, повышает физическую активность, способствуя восстановлению резервов гликогена в печени и мышцах [119, 144, 180, 185].

С учетом продолжительности игр и тренировок, определенные эргогенные эффекты могут быть ожидаемыми при применении фосфорилированных сахаров и других предшественников макроэргических соединений, а также L-карнитина.

Сложнокоординационные виды спорта

К сложнокоординационным видам относятся гимнастика спортивная, гимнастика художественная, прыжки на батуте, стрельба стендовая, стрельба пулевая, стрельба из лука, парусный спорт, конный спорт, фигур-

ное катание, горнолыжный спорт, сноубординг, скелетон. Сложнокоординационные виды спорта основаны на тончайших элементах движения, что требует значительной выдержки и внимания, а также на сочетании динамичного режима работы одних мышц со статическими усилиями других.

Гимнастика – преимущественно анаэробный вид спорта, который использует гликогенолиз и гликолиз. Гимнастам требуются быстрые резкие усилия мышечных волокон, у которых ограничены возможности сжигания жиров при отсутствии кислорода. Поэтому гимнасты должны поддерживать оптимальный уровень запасов мышечного гликогена и мышечного креатина для своей двигательной активности. Специфическими особенностями метаболизма, отражающие специфику вида спорта, для гимнастов являются небольшая масса тела, повышенные физические нагрузки на суставно-связочный аппарат и дефицит железа.

При оценке фактического питания гимнастов [96, 180] было показано, что у многих из них дефицит калорийности составлял 12-15% по отношению к рекомендованным для их возраста и уровня физических нагрузок. Дефицит углеводов в среднем составляет 22,5% при более выраженном недостатке сложных полисахаридов и пищевых волокон (около 40%). Количество жировых калорий превышало норму на 8%, при дефиците омега-3 и омега-6 ПНЖК (71 и 28% соответственно). Дефицит железа отмечался у 30 – 50% обследованных гимнастов. Выявлен также дефицит витаминов B_1, B_6, B_9, PP.

С учетом проведенных исследований, авторами [96] был разработан нутриентно сбалансированный модуль, состоящий из комплекса растворимых и нерастворимых пищевых волокон (суточная доза – 10 г), хондропротекторов - сульфатов глюкозамина (суточная доза – 0,6 г) и хондроитина (суточная доза – 0,4), а также липосомного комплекса железа «Липофер» (суточная доза – 0,14 г). При апробации рационов питания, обогащенных нутриентным модулем, получены данные, отражающие повышение работоспособности и выносливости гимнастов, ускорение восстановления после тренировок, улучшения спортивных результатов. Содержание сывороточного железа и ферритина в крови у спортсменов увеличивалось в среднем на 20,3 и 61,8% соответственно.

Рацион питания спортсменов, специализирующихся в *сложно-координационных видах спорта*, должен составляться так, чтобы, во-первых, возместить энергозатраты организма, во-вторых, поддерживать массу тела на оптимальном уровне [51]. Среднесуточная калорийность питания должна составлять 59-66 ккал/кг массы тела (Табл.69). Спортсмены

должны иметь высокое потребление общей энергии, макроэлементов, витаминов А и В, Na, Zn, Fe с целью уменьшения вредного влияния физических упражнений [135, 169, 228].

Таблица 69

Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых олимпийских сложнокоординационных видах спорта

Потребность в энергии и основных пищевых компонентах	Гимнастика, фигурное катание	Слалом и прыжки с трамплина	Конный спорт	Парусный спорт	Стрелковый спорт
Энергия (ккал/кг)	59-66	64-67	60-66	62-68	60-67
Энергетические и пластические субстраты:					
Белки (г/кг)	2,2-2,5	2,1-2,3	2,1-2,3	2,2-2,4	2,2-2,4
Жиры (г/кг)	1,7-1,9	1,9-2,0	1,7-1,9	2,1-2,2	2,0-2,1
Углеводы (г/кг)	8,6-9,8	9,3-9,5	8,9-10,0	8,5-9,7	8,3-9,5
Витамины:					
С (мг)	120-175	Нет данных	130-175	150-200	130-180
B_1 (мг)	2,5-3,5		2,7-3,0	3,1-3,6	2,6-3,5
B_2 (мг)	3,0-4,0		3,0-3,5	3,6-4,2	3,0-4,0
B_3 (мг)	16		15	15	15
B_6 (мг)	5-7		5-7	5-8	5-7
B_9 (мкг)	400-500		400-450	400-450	400-450
B_{12} (мг)	0,003-0,006		0,003-0,006	0,002-0,006	0,002-0,006
РР (мг)	21-35		24-30	30-35	25-35
А (мг)	2,0-3,0		2,0-2,7	2,8-3,7	3,5-4,0
Е (мг)	15-30		20-30	20-30	20-30
Минеральные вещества:					
Кальций (г)	1,0-1,4	Нет данных	1,05-1,4	1,2-2,2	1,0-1,4
Фосфор (г)	1,25-1,75		1,25-1,75	1,5-2,75	1,25-1,75
Железо (мг)	20-35		25-30	20-30	20-30
Магний (г)	0,4-0,7		0,4-0,6	0,4-0,7	0,4-0,5
Калий (г)	4,0-5,0		4,0-5,0	4,5-5,5	4,0-5,0

Для поддержания максимальной работоспособности и сохранения нормального режима работы органов пищеварения спортсменам рекомендовано четырехразовое питание.

В рацион необходимо включать повышенные дозы витаминов С (160-120 мг) и B_1 (3,0-3,5 мг). Для спортсменов, занимающихся стрельбой, в рацион дополнительно включают повышенные дозы витамина А - 3,0 мг, потребность в котором повышается в связи с увеличением функциональной нагрузки на зрительный анализатор [63].

Источниками витамина А являются печень животных и рыб, икра, сливочное масло, яйца. Кроме того, предшественник витамина А – β-каротин – содержится в растительных продуктах. Особенно богаты им морковь, зеленый лук, сладкий перец, щавель, томаты и абрикосы. Измельчение овощей, их варка на пару, добавление к ним сметаны или растительного масла улучшают усвояемость каротина.

Следует помнить, что диапазон калорийности овощей и фруктов весьма широк, поэтому спортсменам, которым важно не превышать оптимальную массу тела, рекомендуется употреблять в пищу лишь те овощи и фрукты, которые содержат не более 4% углеводов. Включение их в рацион, особенно таких (бананы), что богаты серотонином и его предшественниками. Способствует также поддержанию устойчивого психологического состояния.

Самым серьезным и для многих спортсменов непреодолимым препятствием в поддержании нужной массы тела является чувство голода. Объем принимаемой пищи следует сохранять на должном уровне, что достигается включением в рацион овощей и фруктов с низким гликемическим индексом, которые являются не только своеобразным балластом, но и содержат минеральные соли, нормализующие процессы водно-солевого обмена, поддерживают постоянное осмотическое давление, регулируют движение воды между тканями и кровью и др.

Большое значение имеет повышение психической устойчивости с помощью растительных компонентов успокаивающего действия (валериана, боярышник), использование лецитина, витаминных комплексов, продуктов, содержащих большое количество энергетических субстратов (печень, яичный желток, море продукты, продукты пчеловодства, сливочное и растительные масла).

Многоборье и комбинированные виды спорта

К этой группе видов спорта относятся современное пятиборье, легкоатлетическое десятиборье и семиборье, триатлон, биатлон и др. Для них характерна комбинированная структура движений, где сочетается работа циклического и ациклического характера. В связи с этим, в большинстве случаев метаболические потребности организма достаточно близки к потребностям циклических видов спорта [2, 54, 94, 152, 161, 183, 201].

Дополнительными компонентами нутриентной поддержки являются аминокислоты с разветвленной цепью, креатин, L-карнитин, адаптогенные комплексы, антиоксиданты.

Глава 14.

Инновационные российские фармнутриенты «МиоАктив Спорт» и «МиоАктив Форсаж»

Проведенный анализ метаболических потребностей организма спортсменов, связанных со специфическими особенностями конкретных видов спорта, показывает, что могут быть выделены следующие группы компонентов специализированных средств спортивного питания:

- компоненты базового спортивного питания, удовлетворяющие потребности организма спортсмена в белках, жирах, углеводах, витаминах, минеральных веществах и микроэлементах;
- компоненты эргогенного спортивного питания, обеспечивающие дополнительные энергетические потребности мышечной системы;
- компоненты регуляторного спортивного питания, обеспечивающие повышение эффективности тренировочного процесса и оптимизирующие пластические функции и процесс восстановления после истощающих нагрузок;
- компоненты спортивного питания, корректирующие течение патологических процессов и оптимизирующие функциональное состояние организма спортсмена.

В большинстве работ по оценке фактического статуса питания спортсменов отмечается серьезный дисбаланс даже на уровне обязательных компонентов базового спортивного питания. Так, отмечается существенный дефицит белков растительного происхождения, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, сложных углеводов и фруктозы, пищевых волокон, легко усваиваемого железа. В ситуациях, когда спортсмены ограничивают питание в целях контроля веса, фактический дефицит калорийности может составлять 15-20% от уровня, обусловленного интенсивностью и характером тренировочных нагрузок. При этом зачастую не компенсируются потери с потом основных электролитов (калия, магния, фосфатов). Усиленное питание спортсменов не обеспечивается адекватным состоянием системы пристеночного и полостного пищеварения (относительный дефицит пищеварительных ферментов, эмульгирующих свойств желчи, нарушение микробиоценоза кишечной микрофлоры …).

Продукты специализированного спортивного функционального питания должны иметь компоненты, эффективно поддерживающие следующие направления биологических эффектов:

- **Обеспечение легко усваиваемыми белками и аминокислотными комплексами**, максимально приближенными по аминокислотному составу к эталонному белку ФАО/ВОЗ, не имеющим лимитирующих аминокислот. Высокий уровень содержания аминокислот с разветвленной боковой цепью. Скорость абсорбиции аминокислот – средняя (2-3 часа), период поддержания гипераминоацидемии (повышенного содержания аминокислот в крови) – до 8 часов.
- **Обеспечение углеводами** (как быстро утилизируемыми, так и промежуточной скорости абсорбции), не вызывающими напряжения инсулярного аппарата поджелудочной железы, и не имеющими преимущественной трансформации по пути липогенеза (образования жиров).
- **Обеспечение полиненасыщенными жирными кислотами и липомобилизирующими факторами**, способствующими включению окисления жирных кислот для энергообеспечения мышечной деятельности (например, триглицериды со средней длинной цепи, лецитин).
- **Обеспечение высокого уровня витаминов, минеральных веществ и микроэлементов**, необходимых для эффективного протеинсинтеза и энергетического обеспечения как самой деятельности, так и формирования резервов для процессов восстановления внутримышечного уровня гликогена и пула макроэргов. При этом в качестве природного источника витаминов могут быть использованы сублимированные фрукты и ягоды (или их экстракты), такие как рябина красная, смородина черная, малина, клубника, ежевика, клюква, брусника, черника, крыжовник, цитрусовые. В качестве дополнительного источника минеральных веществ могут использоваться сублимированные овощи (кабачок, тыква, топинамбур), а также биологически активные хелатные формы минеральных веществ и микроэлементов.
- **Обеспечение высокого уровня субстратов энергетического обмена** (фосфорилированные субстраты (фруктозофосфат, глицерофосфат), органические кислоты цикла Кребса (янтарная, яблочная, кетоглутаровая, пировиноградная) и их природные источники, например, плоды крыжовника).
- **Обеспечение** эффективного **запуска информационных программ адаптивного** (тренирующего либо реабилитационного) **протеинсинтеза** (адаптогены, источники соматомединов, цитаминов и иных молекул тканевой памяти и межклеточного взаимодействия).

- **Обеспечение интенсивной утилизации шлаков обмена** (молочная кислота, аммиак, кетоновые тела), возникающих при длительной и интенсивной физической работе (глюконеогенез, повышение буферной емкости крови, детоксикация в печени, выведение с мочой, вымывание из тканей в лимфатическую и кровеносную систему, сорбция в кишечнике).
- **Повышение тонуса нервной системы и процессов восстановления** в ней (адаптогены, нейротрофические факторы, стресспротекторы, нейрогармонизаторы, нейроэнергизаторы).
- **Улучшение пищеварения** (ферментные препараты, желчегонные средства, эубиотики, пробиотики).
- **Поддержание иммунитета** (в том числе – за счет применения растительных иммуномодуляторов – эхинацеи, чаги, ганодермы, рейши, шиитаки).
- **Оптимизация функций других органов и систем** (хондроитины и глюкозамины – при проблемах связочно-суставного аппарата, бронхоламин – при хронических бронхитах и т.д.).

Необходимо учитывать, что потребность в тех или иных эффектах нутриентной поддержки не является постоянной для конкретного спортсмена, а зависит от фазы и интенсивности тренировочного процесса, полноценности процессов восстановления, наличия функциональных резервов организма, реакции нервной системы на тренировочную и соревновательную нагрузку (избыточное возбуждение или астенизация, нарушения сна или аппетита), состояния сердечнососудистой и дыхательной систем, адекватности пищеварения, состояния печени и почек, связочного аппарата суставов и многих других факторов, учет которых необходим для оптимизации и индивидуализации спортивного питания.

Более сложная задача оптимизации питания связана с кратностью тренировок и их различной интенсивностью в рамках не только недельного, но и суточного тренировочного микроцикла. При этом компоненты утренней, дневной и вечерней порции специализированного спортивного питания должны отличаться не только количественно, но и качественно (то есть отличаться по составу компонентов).

Такая совокупность эффектов не может быть получена в рамках одного продукта. Поэтому целесообразно рассмотреть возможность выпуска серии продуктов, которые при своем последовательном применении обеспечат эффективную реализацию всех указанных направлений без использования лекарственных средств.

Предлагается следующая программа продуктов функционального питания для спортсменов:

- **Белково-углеводный коктейль**, насыщенный витаминами и микроэлементами (в дни тренировок - прием 2 или 3 раза в день, утром – для подготовки организма к нагрузкам, между тренировками (при двукратной тренировке в день), во второй половине дня – для субстратного обеспечения процессов восстановления; в дни отдыха – только вечерний прием). При необходимости, в состав такого коктейля могут также включаться дополнительные эргогенные факторы (креатин, L-карнитин, органические кислоты – интермедиаты цикла Кребса).
- **Энерготонический комплекс**, содержащий активирующие обменные процессы факторы, адаптогены, способствующие тонизации нервной системы и мобилизации жировых депо (прием непосредственно перед началом физических нагрузок или при проявлении утомления)
- **Комплекс улучшения пищеварения**, содержащий растительные стимуляторы аппетита и желудочной секреции, ферментные и желчегонные компоненты, пробиотики (применение непосредственно перед приемом обильной пищи – в обед или ужин)
- **Фитокомплекс нейрогармонизации** и ускорения процессов реабилитации (сухой концентрат для приготовления напитка на основе экстрактов растений, прием в вечернее время).

Необходимо учитывать, что продукты специализированного спортивного питания должны дополнять обычное питание спортсмена, обеспечивая его дополнительными компонентами или устраняя относительный дефицит отдельных нутриентов.

Во многом сформулированные в этом разделе принципы нашли реализацию в инновационных специализированных продуктах спортивного питания серии «МиоАктив» - «МиоАктив Спорт» и «МиоАктив Форсаж».

Эти продукты спортивного питания являются уникальной высокотехнологичной отечественной разработкой, ориентированной на метаболическую поддержку как профессиональных спортсменов, так и лиц, подвергающихся интенсивным физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Определяющую роль в процессе его создания сыграли различные принципы и методы разработки компактного питания для длительных полетов космонавтов, создаваемые в СССР в 70-80-ые годы. Основными технологическими решениями, обеспечивающими создание продуктов серии «МиоАктив» являются современные технологии (микро-, ультра- и нанофильтрация, низкотемпературное выпаривание, лиофилизационная сушка, препаратив-

ная хроматография), позволяющие сохранить исходные физико-химические и биологические свойства основных компонентов, входящих в состав данного продукта, создать необходимые фракции и концентрации компонентов, а также обеспечить их стабильность в процессе хранения. Высушенные до минимально возможного веса компоненты могут храниться до 5 лет без потери своей пищевой и биологической ценности. Они легко восстанавливаются до исходного состояния, с полным сохранением формы, размеров, консистенции, вкуса, запаха и могут сразу употребляться в пищу.

В ходе многочисленных научных исследований было подтверждено, что биодоступность витаминов, макро- и микроэлементов, питательных веществ из сублимационно высушенных продуктов значительно превышает биодоступность как исходных продуктов, так и обработанных другими способами. Эффективность витаминов и микроэлементов из сублимированных порошков фруктов, ягод и овощей возросла в несколько раз и это связано с тем, что они находятся в природной форме, в комплексе с белками и биофлавоноидами, которые не только предохраняют их от разрушения, но и значительно повышают их биодоступность.

Особенности состава специализированных продуктов питания для спортсменов «МиоАктив»

Продукты серии «МиоАктив» представляют собой сухие концентраты для приготовления растворимых белковых напитков. Компоненты продуктов подобраны таким образом, что при их употреблении в организме человека, подверженного повышенным нагрузкам, проявляются как быстрые, так и пролонгированные положительные физиологические и биохимические эффекты, что сказывается не только на повышении выносливости и работоспособности, но и на скорости восстановлении после перенесенных нагрузок.

Особенно следует подчеркнуть важность использования в составе продуктов серии «МиоАктив» легкоусвояемых полноценных белков и полипептидов животного происхождения, среднецепочечных триглицеридов, лецитина, минералоорганических форм макро- и микроэлементов: гемового железа из гемоглобина, органического йода в виде йодированных молочных сывороточных белков, биогенного кальция полученного из яичной скорлупы, нерастворимых и растворимых пищевых волокон и т.д. Эти субстанции (Табл.70) производятся по оригинальным и запатентованным технологиям.

Таблица 70

Перечень основных компонентов, входящих в состав продуктов серии «МиоАктив»

№	Субстанция	Область применения	Действующее начало	Биологическая ценность
1	«Гемобин» - фракционированный гемоглобин сельскохозяйственных животных	Профилактика железодефицитных состояний	0,25 % гемового железа (Fe^{2+})	Усвоение Fe^{2+} более 80 %. Отсутствие побочных эффектов.
2	«Протемикс» - белки молочной сыворотки	Обогащение рациона полноценными белками, улучшение функциональных свойств	Концентрат (70%) белков молочной сыворотки	Аминокислотный скор более 100%
3	«Плазмин» - белки плазмы крови	Обогащение рациона полноценными белками, улучшение функциональных свойств	Концентрат (90%) белков плазмы крови (менее 10 кДа)	Источник незаменимых аминокислот
4	Концентрат белка пищевого птичьего	Обогащение рациона полноценными белками, улучшение функциональных свойств	Концентрат (90%) гидролизованного животного белка (менее 10 кДа)	Источник незаменимых аминокислот
5	«Биойод» - йодированные молочные белки	Профилактика йоддефицитных состояний.	2,5 % йода, связанного с тирозином молочных белков.	Усвоение около 100% Отсутствие побочных эффектов
6	«Кальциевый обогатитель»	Обогащение рациона биологически доступным кальцием.	37-40% биогенного кальция	Усвоение более 80%
8	Пищевые волокна растворимые (инулин)	Профилактика и лечение дисбактериозов,заболеваний ЖКТ, улучшение обмена веществ.	99% растворимых пищевых волокон	Нормализация пищеварения
9	Пищевые волокна нерастворимые	Профилактика и лечение дисбактериозов, заболеваний ЖКТ	99% нераство-римых пищевых волокон	Нормализация пищеварения

В качестве основных белковых компонентов продуктов серии «МиоАктив» используются белки сыворотки молока, гидролизаты молочных белков и куриного мяса, гемоглобин и белки плазмы крови, которые имеют высокую пищевую и биологическую ценностью и имеют следующие важные преимущества:

- Белковые продукты производятся с помощью биотехнологических приемов, позволяющих получить полностью растворимый и легкоусвояемый пищевой белок.

• Применяемые белки имеют полноценный аминокислотный состав. Количество незаменимых аминокислот в этих белках превышает рекомендуемый ФАО/ВОЗ «идеальный» для человека аминокислотный скор (Табл.71). Это дает возможность с их помощью корректировать рацион спортсмена по животному белку и незаменимым аминокислотам.

Таблица 71

Сравнительное содержание незаменимых аминокислот в «МиоАктив Спорт» и его компонентах, эталонном белке ФАО/ВОЗ и других белковых продуктах (г/100 г белка)

Пищевые продукты	Белок, %	Иле	Лей	Вал	Мет + Цис	Фен + Тир	Три	Тре	Лиз	Итого
Эталонный белок										
ФАО/ВОЗ	100	4,0	7,0	5,0	3,5	6,0	1,0	4,0	5,5	36,0
Женское молоко	1,5	4,6	10,6	8,2	5,2	8,1	2,3	5,8	11	57,6
Молоко коровье цельное	3,5	5,5	9,6	6,6	5,7	8,4	1,4	4,3	7.8	49.3
Мука пшеничная 1с.	10,6	5,0	7,7	4,8	3,8	8,6	1,1	3,0	2,5	36,5
Белки сои	34,9	4,7	7,8	4,9	3,0	9,1	1,5	4,2	6,3	41,5
Белки сыворотки молока	70	6,4	13,0	5,3	6,0	8,2	2,0	5,6	11,4	56,1
Концентрат белка пищевого птичьего	90	4,1	7,2	6,0	3,3	6,6	0,8	4,8	8,7	42,0
Белки плазмы крови	90	0,9	13,2	8,7	2,6	10,7	1,4	4,8	9,7	52,0
Гемоглобин крови	90	0,5	11,4	8,4	2,3	9,2	1,7	4,6	9,6	47,7
«МиоАктив Спорт»	29,8	4,9	11,8	5,9	4,9	8,0	1,7	5.2	10,4	52,2

• В используемых белках содержится большое количество (более 40% от незаменимых) разветвленных аминокислот - изолейцина, лейцина и валина, необходимых для формирования мышечной ткани и обеспечивающих преимущественное включение аминокислот в энергетический обмен без активации процессов катаболизма в собственной мышечной ткани (более подробно об этом рассказано в главе 1 «Энергетика мышечной деятельности» и главе 3 «Белковые компоненты базового питания спортсменов» настоящего тома Очерков).

• Биологическая ценность этих белков значительно превышает аминокислотный скор идеального белка, принятого ФАО/ВОЗ (Табл.72), что позволяет легко обеспечить положительный белковый баланс в организме спортсмена даже при недостаточном потреблении белоксодержащих продуктов (мясо, молоко, рыба и т.д.) или в случае присутствия у спортсмена пищевой аллергии на эти продукты питания.

- При регулярном употреблении эти белки оказывают выраженное положительное влияние на состояние мышечной, эндокринной, нервной и опорно-двигательной систем, а также на общее физическое развитие организма, особенно у детей и подростков, активно занимающихся спортом.
- Высокая биологическая ценность и низкая аллергенность применяемых белков позволяют их использовать не только в специальном питании спортсменов резерва, но и в более низких дозах в детском, лечебно-профилактическом и геронтологическом питании.
- Высокая (не более 1 часа) скорость усвоения белков молочной сыворотки и мясных гидролизатов при низких пластических и энергетических затратах организма на их переваривание обусловливает преобладание в организме анаболических процессов, быстрое ощущение сытости, прилива жизненных сил и энергии.

Таблица 72

Сравнительная оценка аминокислотного состава и скора «МиоАктив Спорт» и некоторых продуктов питания

Аминокислоты	Эталон ФАО/ВОЗ		Пшеничный хлеб		Говядина		Яйца куриные		Рыба (треска)		«МиоАктив Спорт»	
	А	С	А	С	А	С	А	С	А	С	А	С
Общий белок, %, в том числе незаменимые аминокислоты:	100		7,7		18,2		11,1		16,0		28,8	
- лизин	5,5	1,00	3,0	0,55	8,9	1,62	6,1	11,1	10,0	1,82	10,1	1,89
- метионин + цистин	3,5	1,00	3,3	0,94	4,0	1,14	6,2	1,77	4,5	1,29	4,9	1,39
- триптофан	1,0	1,00	1,2	1,20	1,1	1,10	1,5	1,50	1,1	1,10	1,7	1,74
- фенилаланин + тирозин	6,0	1,00	8,6	1,43	8,0	1,33	9,7	1,62	9,0	1,50	8,0	1,33
- треонин	4,0	1,00	3,0	0,75	4,6	1,15	4,4	1,10	5,2	1,30	5,2	1,30
- валин	5,0	1,00	5,4	1,08	5,0	1,00	6,6	1,32	5,2	1,04	5,9	1,18
- лейцин	7,0	1,00	7,7	1,10	8,1	1,16	8,3	1,19	8,5	1,21	11,8	1,68
- изолейцин	4,0	1,00	4,6	1,15	4,8	1,20	5,7	1,43	4,7	1,17	4,9	1,21
Всего:	36,0		36,8		44,5		48,5		48,2		52,2	
Лимитирующие аминокислоты	нет		лиз, тре, мет+цис		нет		нет		нет		нет	

Примечание: А - содержание аминокислот в 100 г белка, %; С - аминокислотный скор.

- За счет подбора различного исходного сырья и дополнительных компонентов имеется возможность быстрой коррекции аминокислотного состава, пищевой и энергетической ценности конечных продуктов для адаптации в пищевые рационы различных видов спорта, имеющих те или иные функциональные приоритеты.
- Высокое содержание в мясных гидролизатах коллагеновых белков с высоким содержанием оксипролина и других биологически активных веществ (креатина, глютамина, гиалуроновой кислоты, гликозаминогликанов, хондроитинсульфата, и т.д., а также макро- и микроэлементов) оказывает дополнительное положительное влияние на мышечную активность и опорно-двигательный аппарат.

Спортивная подготовка и особенно соревновательный процесс неизбежно связаны с проявлением гипоксии в работающих мышцах, мозге и других органах и тканях. Гипоксия является основной причиной нарушения энергетического и метаболического обмена, проницаемости мембран и переносу энергии, что сопровождается резким снижением выносливости и работоспособности спортсмена. Продукты серии «МиоАктив» содержат ряд компонентов, корригирующих метаболические нарушения и повышающие устойчивость органов и тканей к гипоксии.

Одним из таких компонентов является **янтарная кислота.** Она представляет собой естественный метаболит и выполняет важные функции: участвует в клеточном дыхании, способствуя выработке аденозинтрифосфата (АТФ) являющегося основным компонентом в цепи переноса электронов (энергии), мощным антиоксидантом, улучшающим работу печени, сердца, мозга, укрепляющим иммунитет, снижающим уровень сахара в крови, тормозящим воспалительные процессы, нейтрализующим токсины и нормализующим работу нервной системы. Янтарная кислота является ключевым субстратом энергообеспечения и биосинтеза в цикле Кребса, её окисление по скорости аккумуляции энергии превышает окисление всех остальных субстратов в цикле Кребса, вместе взятых. Согласно исследованиям последних лет, экзогенная янтарная кислота способна проникать из желудочно-кишечного тракта в кровь и ткани и очень быстро включаться в энергетический обмен организма.

Янтарная кислота увеличивает кислородную «ёмкость» гемоглобина, сдвигая кривую его диссоциации вправо, что также повышает «качество» переноса кислорода к органам и клеткам. Известно о положи-

тельном терапевтическом воздействии янтарной кислоты на организм при хронической сердечной недостаточности, заболеваниях печени и органов дыхания, а также при расстройствах нервной и психической деятельности.

Янтарная кислота снижает pH содержимого желудка, что способствует расщеплению пищевого протеина, угнетает рост грамотрицательных бактерий, грибов и одновременно усиливает рост полезных симбионтных микроорганизмов. Имеются данные о том, что янтарная кислота снижает содержание уровня лактата в организме и способствует его более быстрому выведению, что увеличивает работоспособность спортсменов и ускоряет восстановление мышц после физических нагрузок.

Лецитин (фосфатидилхолин) оказывает антигипоксическое действие, содействуя повышению скорости диффузии кислорода из легких в кровь и из крови в ткани, нормализуя процессы тканевого дыхания. Восстанавливает функциональную активность эндотелиальных клеток, повышает синтез и выделение эндотелиального фактора расслабления, улучшает микроциркуляцию крови в сосудах и её реологические свойства. Ингибирует процессы перекисного окисления липидов в крови и тканях, обеспечивает нормальный обмен жиров, поддерживает активность антиоксидантных систем организма, повышает неспецифический иммунитет. Лецитин способствует усвоению витаминов A, D, E и K, стимулирует желчеотделение, образование эритроцитов и гемоглобина, улучшает когнитивные функции и внимание.

Среднецепочечные триглицериды. Известно, что для спортсменов наиболее предпочтительно потребление жиров с низкой точкой плавления, содержащихся в молоке, молочных продуктах, а также растительных маслах. Перед интенсивными тренировками и соревнованиями количество жиров в рационе должно быть снижено, т.к. они плохо усваиваются при высоких физических и эмоциональных нагрузках. При этом хорошо известно, что липиды являются наиболее «энергоёмкими» пищевыми продуктами, используемыми в процессе энергообеспечения жизнедеятельности человека.

В продуктах серии «МиоАктив» используется особая группа липидов - среднецепочечные триглицериды. С химической точки зрения - это насыщенные жирные кислоты (каприловая C8, и каприновая C10), однако усвоение их в организме человека существенно отличается от насыщенных жиров. Обычные жиры и масла с жирными кислотами

С12-С18 в процессе усвоения гидролизуются до свободных жирных кислот и моноглицеридов, а затем медленно метаболизируются лимфатической системой. При этом липиды медленно вступают в окислительные процессы, а часть липидов откладывается в адипоцитах (жировых депо). Благодаря меньшим размерам среднецепочечные триглицериды напрямую поступают в кровеносное русло. Они быстро метаболизируются и используются как источник энергии в мышцах, печени, мозге и т.д., одновременно с этим имея высокую энергетическую отдачу.

Одним из важнейших условий сбалансированности питания спортсмена является соответствующее количество **витаминов и минеральных веществ.** Хорошо известно, что развитие гипервитаминозов во многих случаях более опасно, чем состояние гиповитаминозов и отрицательно влияет как на здоровье спортсмена, так и на достижение им профессиональных результатов. Важнейшим преимуществом белковых напитков «МиоАктив» является применение преимущественно биогенных форм витаминов, а также важнейших макро- и микроэлементов в «связанных» состояниях. Поступление таких витаминов и микроэлементов в организм идет за счет нормальных физиологических механизмов транспорта и усвоения. Это, с одной стороны, обусловливает их высокую биодоступность, а с другой стороны – исключает возможность развития негативных эффектов, связанных с их передозировкой. Отсутствие состояния передозировки можно объяснить тем, что данные вещества мигрируют в кровяном русле и плазме в «связанном», неактивном состоянии и участвуют в энергетических и обменных процессах организма исключительно «по месту требования», а их излишки метаболизируются и выводятся из организма.

Железо в составе спортивных продуктов «МиоАктив» содержится в гемовой форме (Fe^{2+} в соединении с порфириновым остатком тема). Получение гемового железа происходит по оригинальной и запатентованной технологии из очищенного гемоглобина крови крупных животных. Одной из главных медицинских проблем применения химических препаратов железа является их низкая, неравномерная биодоступность, а также большое количество побочных эффектов, особенно со стороны желудочно-кишечного тракта. Применение же гемовой формы железа в разы увеличило его биодоступность при полном отсутствии побочных эффектов. Это происходит в результате высокого сродства гемового железа (Fe^{2+}) и, по всей видимости, за счет иного пути его всасывания в желудочно-кишечном тракте.

Потребление гемового железа улучшает оксигенацию тканей и клеток за счет того, что уровень гемоглобина в крови у каждого спортсмена становится физиологически оптимальным. При его применении достигаются максимальные показатели гематокрита, которые при этом никогда не превышают гематологические показатели, контролируемые антидопинговыми комиссарами. Одновременно увеличивается сродство гемоглобина к переносимому кислороду, что также увеличивает связывающую емкость крови.

Помимо гемоглобинового фонда, восстанавливаются и увеличиваются запасный и внутриклеточный фонды железа, а также уровень железа в плазме. Следствием этого является повышение уровня миоглобина в работающей мышечной ткани, активности более 70 ферментов и коферментов, в состав активного центра которых входит железо. Многие из них (цитохром С, α-глицерофосфатоксидаза и др.) участвуют в синтезе АТФ в митохондриях миоцитов и в энергетических реакциях организма.

Хорошо известно, что развитие железодефицитных состояний характеризуется апатией, сонливостью, синдромом хронической усталости, которые начинают проявляться на стадии ещё нормальных показателей гематокрита и определяются опытными врачами только симптоматически. Это связано с тем, что при железодефиците в первую очередь страдает не гемоглобиновая система организма, а металлоферментная (Fe^{2+}), снижение активности которой начинает оказывать прямое влияние на обмен энергии и метаболизм организма ещё до начала проявления симптомов железодефицитной анемии.

Железосодержащие ферменты играют ключевую роль в обеспечении оптимального обмена веществ и энергии в организме, стабильности иммунитета и детоксикационных функций организма. При приеме продуктов серии «МиоАктив» значительно повышается активность каталаз, оксидаз, цитохромов и других ферментов, участвующих в детоксикации метаболитов и вредных экзогенных веществ: лекарств, пищевых ароматизаторов, консервантов, а также фармакологических препаратов, используемых в тренировочном процессе.

Кальций в составе продуктов «МиоАктив» содержится в биогенной форме. Биогенный кальций производится по запатентованной технологии из специально обработанной яичной скорлупы. Доступность такой формы кальция в 2,6 раза выше, чем из любых неорганических и органических солей и составляет более 80%.

Биогенный кальций эффективно укрепляет опорно-двигательный аппарат, нормализует возбудимость нервной системы, улучшает работу сердечной и скелетных мышц, обеспечивает нормальный уровень функционирования адаптационно-защитных систем организма, блокирует поступление чужеродных веществ через желудочно-кишечный тракт, предупреждает развитие остеопороза и атеросклероза.

Согласно современным научным исследованиям известно, что некоторые белки, имеющие в составе своего активного центра кальций, не только участвуют в регуляции, ферментных мишеней, но и являются интегральной субъединицей целого ряда ферментов, таких как протеинкиназа и протеинфосфатаза. Это значительно повышает роль кальция и кальций-связывающих белков в энергетическом обмене и метаболизме организма, особенно его биогенных (Ca^{2+}-связанных с белком) форм.

О роли **йода** и йодсодержащих гормонов – тироксина и трийодтиронина в спорте известно давно и много. Эти гормоны участвуют в регуляции функционального состояния центральной нервной системы и эмоционального тонуса человека, сердечнососудистой, опорно-двигательной и нервной систем, оказывают выраженное влияние на водно-солевой, белковый, липидный и углеводный обмен, а также обмен витаминов. Главной проблемой в профилактике дефицитов йода у спортсменов является высокий, иногда неоправданный риск передозировки и, соответственно, возможность возникновения состояний тиреотоксикозов.

Источником йода в продуктах «МиоАктив» используются исключительно йодированные молочные белки, получаемые путем ферментативного йодирования аминокислотных остатков тирозина и гистидина сывороточных белков коровьего молока. Йод встраивается в молекулу аминокислоты тирозина или гистидина и имеет положительную валентность (I^{+}), в которой он проявляет свои биологические функции и обеспечивает оптимальное функционирование щитовидной железы. Йодированные белки с помощью макро-, микро- и ультрафильтрации полностью очищаются от несвязанного неорганического йода (I^{2} и I^{-}) и содержат около 2,5% ковалентно связанных с углеродом атомов йода.

Применение такой технологии в составе продуктов серии «МиоАктив» в десятки раз повысили безопасность профилактики йодом, т.к.

в организме человека существуют физиолого-биохимические механизмы, позволяющие эффективно метаболизировать органические формы йода. Они поддерживают оптимальный уровень йода, при необходимости обеспечивая выведение с мочой избытков йода и йодсодержащих гормонов - тироксина и трийодтиронина.

Витамины. В процессе научных исследований и разработки состава «МиоАктив Спорт» было принято решение исключить из его состава химически синтезированные витамины. Источником высокодоступных натуральных витаминов в продуктах серии «МиоАктив» используются порошки сублимированных овощей, фруктов, ягод и топинамбура. В них сочетаются разнообразные полезные вещества: легкоусвояемые углеводы (глюкоза, фруктоза, сахароза), органические кислоты (яблочная, лимонная, винная), витамины С, А, Р и др., минеральные соли калия, кальция, фосфора и др., биофлавоноиды, пектиновые, дубильные, красящие, ароматические и другие полезные для организма вещества. Известно, что биодоступность витаминов, макро- и микроэлементов из сублимационно (лиофильно) высушенных плодов значительно выше, чем из свежих. Лиофилизационное высушивание компонентов «МиоАктива» производится в состоянии, близком к вакууму, при температуре не выше -55 °С.

Аскорбиновая кислота контролирует отдельные фазы белкового обмена и нормализует уровень белков крови. В 100 г «МиоАктив Спорт» содержится 70 мг витамина С, что полностью соответствует всем необходимым потребностям спортсмена в этом витамине. Аскорбиновая кислота играет важную роль в укреплении защитных функций организма, в обезвреживании и выведении из организма токсинов, улучшении усвоения железа, метаболизме в костной ткани, снижении утомляемости и повышении физической активности, синтезе ряда ферментов и метаболических реакциях организма.

Хорошо известна ценность топинамбура в качестве источника **растворимых пищевых волокон,** пектина, витаминов, ряда минеральных веществ (особенно биогенного кремния). Потребление топинамбура уменьшает отложения солей в суставах, образование камней в печени, почках и мочевом пузыре. Он устраняет метаболические нарушения в миокарде, восстанавливает сердечный ритм, снижает тонус и повреждение сосудов. Способствует повышению уровня гемоглобина, снижает свертываемость крови и тромбообразование, снижает уровень глюкозы и холестерина в крови, уменьшает отеки, увеличивает мотор-

ную функцию кишечника, повышает иммунитет. Топинамбур оказывает комплексное положительное влияние на функциональную активность печени, обладая выраженным гепатопротекторным действием. Улучшая утилизацию глюкозы, он способствует синтезу гликогена в мышцах, обеспечивая более высокий уровень энергетического обмена. Это стимулирует процессы синтеза белка, холестерина, желчных кислот и т.д.

Для профилактики дисбактериозов и повышения неспецифической резистентности организма в состав продуктов «МиоАктив» включены растворимые пищевые волокна, (инулин, фибригам) которые нормализуют микробиоценоз желудочно-кишечного тракта. Полифруктоза инулин из топинамбура медленно гидролизуется в желудочно-кишечном тракте, не вызывая резкого повышения глюкозы в крови. Он улучшает углеводный обмен, увеличивает усвоение кальция из пищевых продуктов, подавляет патогенную микрофлору кишечника и способствует развитию лакто- и бифидумбактерий. Фибригам представляет собой полисахарид с высокой молекулярной массой, полученный из волокон акации, который не усваивается в верхнем отделе пищеварительного тракта. Имеет низкий уровень калорийности, снижает гликемический и инсулиновый индекс пищевых продуктов, обладает ярко выраженным пребиотическим эффектом.

Улучшение деятельности желудочно-кишечного тракта в целом и детоксикацию организма эффективно осуществляют добавляемые в продукты «МиоАктив» **нерастворимые пищевые волокна** (пшеничные, яблочные, цитрусовые и т.д.). Для повышения эффективности действия в «МиоАктив Спорт» используются пищевые волокна с размером частиц от 80 до 200 нм.

В составе белкового напитка «МиоАктив» не используется сахароза. В качестве натурального подсластителя в напитке применяется **стевиозид,** вырабатываемый из растения стевии (Stevia). Стевиозид в 400 раз слаще сахара и имеет приятный сладкий вкус. Он является единственным натуральным подсластителем, который не только не имеет побочных эффектов, но и обладает выраженным профилактическим действием. Стевиозид нормализует уровень глюкозы в крови, стимулирует работу органов пищеварения, очищает сосуды, подавляет рост болезнетворных бактерий, способствует восстановлению иммунитета, нейтрализации и удалению шлаков обмена и токсинов.

Белковые напитки «МиоАктив» могут использоваться в качестве замены обычного питания или дополнения к основному рациону. Они содержат все необходимые питательные вещества (Табл. 73), в значительной степени удовлетворяющие суточную потребность в них организма спортсмена. Всего одна порция напитка (33 г) содержит 17% от суточной нормы потребления полноценных животных белков, 16% незаменимых аминокислот, 23% растворимых и 9% нерастворимых пищевых волокон, 25% витамина С, 33% кальция, 40% железа, 33% йода, а также богатый комплекс разнообразных биологически активных соединений, состав которых может варьироваться в зависимости от вида продукта («Спорт» или «Форсаж»).

При этом энергетическая ценность одной порции (33 г) «МиоАктив Спорт» составляет всего 115-125 ккал или около 3% от рекомендуемой величины среднесуточной калорийности пищевого рациона. Это позволяет легко сбалансировать любой рацион питания без увеличения его калорийности сверх физиологической потребности конкретного спортсмена, что особенно важно при необходимости нормализации его массы перед соревнованиями. Важной особенностью является также чувство комфорта со стороны желудочно-кишечного тракта, так как это питание очень легкое для переваривания и усвоения. Это также позволяет значительно снизить энергозатраты организма связанные с процессом пищеварения и усвоения пищи.

Продукты специализированного спортивного питания «МиоАктив Спорт» и «МиоАктив Форсаж» прошли многочисленные испытания в Научном центре биомедицинских технологий ФМБА России, НИИ Питания РАМН, Антидопинговом центре Минспорта России, отделе экспериментальной спортивной медицины ФГУ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, в различных спортивных федерациях России.

«МиоАктив Форсаж» является вторым поколением продуктов серии «МиоАктив». От родоначальника серии – растворимого белкового напитка «МиоАктив Спорт» он отличается введением в состав дополнительных компонентов:

- хелатов магния, цинка, кобальта, марганца, меди, свойства которых описаны в главе 7 «Минералы, микроэлементы и металлохелаты для спорта» настоящего тома Очерков;
- эргогенного компонента спортивного питания Карнозина (описан в главе 11 «Эргогенные компоненты спортивного питания» настоящего тома Очерков);

Таблица 73

Поступление в организм питательных веществ при потреблении «МиоАктив Спорт»

Питательные вещества	Адекватный уровень потребления	В 100 г «МиоАктив Спорт	Среднесуточное потребление, % РСП*,**		
			33 г (1 порция)	66 г (2 порции)	100 г (3 порции)
Энергетическая ценность, ккал	3850	346	3	6	9
Белок, г в т.ч. животные, г	108 54	29,8 28,1	10 17	20 34	30 51
Незаменимые аминокислоты, г:	32,5	15,5	16	32	48
- лизин	5,9	3,1	18	36	54
- метионин + цистин	2,6	1,5	19	38	57
- треонин	3,5	1,5	14	28	42
- триптофан	1,1	0,6	18	36	54
- фенилаланин + тирозин	6,3	2,3	12	24	36
- валин	3,6	1,7	16	32	48
- изолейцин	2,9	1,4	16	32	48
- лейцин	6,6	3,4	17	34	51
Жир, г	128	8,3	2	4	6
Триглицериды среднецепочечные, г	15	6	13	26	39
Усвояемые углеводы, г	566	38,0	2	4	6
Пищевые волокна: - растворимые, г- нерастворимые, г	10 20	7 5	23 9	46 18	69 27
Витамин С, мг	90	70	25	50	75
Кальций, мг	1000	1000	33	66	100
Железо, мг	10	12	40	80	120
Иод, мкг	150	150	33	66	100

– адекватный уровень потребления - рекомендуемые величины среднесуточного потребления питательных веществ для взрослого человека (мужчины, 4 группа физической активности);
– % РСП - процент от рекомендуемого среднесуточного потребления.

* – «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» Таможенного союза ЕврАзЭС (Решение КТС № 622 от 07.04.11 г.);

** – МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

- гидролизатов дрожжевого белка (источник аминокислот и витаминов группы В);
- обезжиренной муки тыквенных семечек (источник витаминов, минеральных веществ)
- холина (предшественник медиатора нервно-мышечной передачи ацетилхолина).

Кроме того, в составе «МиоАктив Форсаж», по сравнению с «МиоАктив Спорт», увеличено содержание некоторых компонентов (белков сыворотки молока, гемоглобина, минерального кальциевого обогатителя из скорлупы куриных яиц, лецитина, аскорбиновой кислоты, йодированного молочного белка).

Глава 15.

Доклинические и клинические исследования эффективности специализированного спортивного питания «МиоАктив Спорт» и «МиоАктив Форсаж»

Полноценное изучение эффективности любого предназначенного для применения спортсменами средства или метода оптимизации функционального состояния и работоспособности, должно включать в себя, как минимум, три этапа контролируемых исследований: доклиническое изучение эффективности и безопасности, клиническое изучение эффективности и безопасности, апробация спортсменами высокой квалификации. Только тогда можно получить данные, соответствующие требованиям доказательной медицины, достаточные для научного обоснования применения соответствующего средства или метода в спортивной медицине.

Доклинические исследования

Доклиническое исследование эффективности и безопасности медицинской технологии выполнено в Научном центре биомедицинских технологий ФМБА России с привлечением в качестве биологических моделей спортсменов, выполняющих предельно переносимые физические нагрузки, лабораторных животных (белые крысы, мини-свиньи светлогорской популяции).

В наших исследованиях мы придерживались требований, утвержденных Национальными стандартами [70, 79] и стандартными операционными процедурами (СОП) ФГБУН НЦБМТ ФМБА России [78].

Длительность карантина (акклиматизационного периода) для всех животных составляла 14 дней. В течение карантина проводили ежедневный осмотр каждого животного (поведение и общее состояние), дважды в день животных наблюдали в клетках (заболеваемость и смертность).

Перед началом исследования животные, отвечающие критериям включения в эксперимент, были распределены на группы с помощью метода рандомизации [78]. Животные, не соответствующие критериям, были исключены из исследования в течение карантина.

Животные содержались в вентилируемых клетках RairIsoSystem, группами по 3 головы в клетке. В качестве подстила использовали стерильные древесные опилки из нехвойных пород деревьев. В качестве корма – стандартный комбикорм гранулированный полнорационный для лабораторных животных (экструдированный) ПК-120 ГОСТ Р 51849-2001 Р.5. Кормление животных осуществлялось по нормативам в соответствии с видом животных. Водопроводная очищенная вода всем животным давалась *ad libitum* в стандартных поилках. Животные содержались в контролируемых условиях окружающей среды: температура воздуха 18-22°С и относительная влажность 60-70%. Освещение в помещениях – естественно-искусственное. В комнатах содержания животных поддерживался 12-часовой цикл освещения [78].

Специализированные пищевые продукты для спортсменов «МиоАктивСпорт» или «МиоАктив Форсаж» добавлялись в стандартное кормовое питание лабораторных животных (белых крыс или мини-пигов) в эквивалентном для человека количестве (1 г/кг массы в сутки) на протяжении 21 дня. В исходном состоянии, на 7, 14 и 21 день, а также спустя 7 дней после прекращения приема (28 день) проводилось комплексное тестирование показателей работоспособности и поведенческой активности животных [34].

Методики доклинического исследования

Тест **вынужденного плавания** представляет собой комбинированный жесткий вид стресса, сочетающий физический и эмоциональный компоненты. Для проведения теста лабораторным животным в области крестца к шкуре или к задним лапкам животного прикрепляется груз, пропорциональный весу животного [55]. В зависимости от того, какой режим физических нагрузок (низкий, умеренный, средней интенсивности, высокой интенсивности) планируется к изучению, выбирается соответствующая масса груза (2,5-3% от массы тела – низкий уровень нагрузок большой длительности, 5% –умеренный уровень нагрузок средней длительности, 7,5% - средний уровень интенсивности нагрузок, 10% - высокий уровень нагрузок, выполнение которых возможно только короткое время). Тест предельного плавания с грузом 2,5-3% обыч-

но используется для оценки аэробного порога работы животных, более 10% – анаэробного порога, 7,5-10% – для изучения смешанной (аэробно-анаэробной) физической работоспособности. Груз 10% от массы тела обычно используется также при тестировании препаратов в интересах спорта высших достижений. Тест вынужденного плавания обычно используется для предварительной оценки работоспособности животных, а также для динамических исследований, предполагающих повторное тестирование работоспособности лабораторных животных.

Рота-род предназначен для оценки чувства равновесия, способности удерживаться на вращающемся барабане [32]. Помимо стандартных возможностей, нами модифицирован этот тест для оценки выносливости и утомляемости. Увеличение скорости вращения барабана провоцирует более быстрое падение с установки. Обычно регистрируется максимальная скорость, при которой животное может на нем удержаться 20-30 секунд. После падения с барабана на токовую площадку, животное, стимулированное электрическим током, запрыгивает на вращающийся барабан. Необходимость постоянно запрыгивать на вращающийся барабан позволило разработать модификацию методики исследования на рота-роде, позволяющую оценивать скорость развития утомления. При этом фиксируется время, спустя которое животное, не смотря на электрическую стимуляцию на токовой площадке, уже не может запрыгнуть на вращающийся барабан.

Тест **бега мини-свиней на тредбане** относится к жестким видам теста и служит для оценки выносливости и работоспособности животных в экстремальных ситуациях на фоне приема различных препаратов и веществ. Данные, полученные после проведения теста, можно экстраполировать в дальнейшем на человека [55].

Для проведения теста необходим тщательный отбор животных для формирования контрольных и опытных групп. Как правило, для экспериментальной работы пригодны 30-50% животных из общего поголовья стада. Животные в каждой группе должны быть одного пола и возраста. Допускается варьирование массы тела мини-свиней в пределах 10% от средней. На подготовительном этапе и во время эксперимента предпочтительно индивидуальное содержание животных в клетках. В крайнем случае, допускается содержание животных не более 3-х голов в станке во избежание выяснения ими иерархического положения, что часто приводит к различным травмам. Содержание, кормление и уход за животными в контрольных и опытных группах должны быть одинаковыми.

Критерием для отбора животных помимо вышеперечисленных признаков служит их обучаемость к бегу на движущейся ленте тредбана. Заведомо отбраковываются мини-свиньи с агрессивным поведением.

После предварительного отбора животных, начинают выявлять особей, которые не отличаются по продолжительности бега на тредбане более чем на 20%. На начальном этапе ограничиваются скоростью движения ленты 3км/ч, продолжительность бега мини-свиней – 5 мин.

Отобранных таким образом животных в течение 15 дней до начала эксперимента обучают к бегу на беговой дорожке. Скорость движения беговой дорожки во время эксперимента – 6 км/час. Длительность обучения – 30 минут ежедневно.

Необходимые для характеристики нагрузок показатели животных фиксируют по утвержденному протоколу.

Перед началом тестирования у животных измеряют показатели артериального давления, содержания кислорода в крови, температуру тела ректально, частоту сердечных сокращений по ЭКГ, количество дыхательных движений. Далее животных принудительно заставляли бегать по беговой дорожке (Torneo T-203). Измеряли время бега, дистанцию. После остановки беговой дорожки опять измеряли показатели артериального давления, ЭКГ, содержания кислорода в крови, температуру тела ректально, количество дыхательных движении в 1 минуту, и, если это предусмотрено протоколом исследования, брали пробу крови для биохимического и гематологического анализа.

Основным принципом **кинезогидродинамической модели** является создание гидроканала с изменяющимся встречным потоком жидкости, который должно преодолевать лабораторное животное [32, 36, 55]. Гидроканал из прозрачного пластика прямоугольной и равнобокой трапецевидной формы в поперечном сечении длиной 200 см, оснащается с торцевых сторон водосборниками, обеспечивающими ламинарность потоков воды, циркуляционным насосом с регулируемой мощностью прокачки, теплообменниками для нагрева или охлаждения прокачиваемой жидкости. После включения циркулярного насоса система стабилизируется на скорости квазиламинарного потока воды не ниже 5 м/мин и температуре воды + 24°С. Компьютерная обработка результатов исследования позволяет сопоставлять режимы нагрузок, этапы энергопродукции, признаки утомления животных, что позволяет получать информацию для всестороннего анализа влияния изучаемых фармакологических средств на физическую работоспособность животных.

Мерой оценки чувствительности животных к **острой гипобарической гипоксии** служило время жизни на «высоте» мелких лабораторных животных (крыс). Каждое животное «поднималось» на критическую высоту (11500 м) со скоростью 165 м/сек, где находилось до агонального состояния. Измеряли: время первого падения (переход в лежачее положение), характеризующее порог реакции организма на данное воздействие; время жизни на «высоте» (до появления агонального дыхания); время восстановления позы после «спуска» животного с «высоты». Мерой оценки чувствительности животных к острой гипобарической гипоксии служило время жизни на «высоте» [55, 112].

Исследование **спонтанного поведения животных** проводилось на самках лабораторных крыс в возрасте 3 мес., уравненных по массе. Регистрация поведенческих компонентов происходила с применением компьютерной системы «Laboras» (Metris B.V., Нидерланды), позволяющая вычислять длительность таких форм поведения как локомоции (горизонтальная активность), неподвижность (иммобилизация), стойки (вертикальная активность), умывание (груминг) и элементов системного поведения, которые включают в себя стереотипные движения и иные сложные формы поведенческой активности животных. Эпоха анализа составляла 15 мин [34]. На каждом временном промежутке определяли длительность каждой формы поведения по группе животных, выражаемую в секундах от общей длительности эксперимента. В последующем, полученные прямые данные могут быть переведены в структуру поведенческой активности (% от эпохи анализа).

Результаты доклинических исследований

Один из ключевых тестов физической работоспособности лабораторных животных – тест вынужденного плавания животных с грузом 10%, показал способность специализированных пищевых продуктов «МиоАктив Спорт» и «МиоАктив Форсаж» существенно влиять на физическую работоспособность животных. Обращает на себя внимание, что уже 7-дневное употребление лабораторными животными продукта специализированного спортивного питания «МиоАктив Спорт» ведет к двукратному повышению их неспецифической динамической выносливости, двухнедельное употребление – к трехкратному, а трехнедельное – к пятикратному. Причем спустя неделю после прекращения при-

ема (точка исследования 28 день) сохраняется эффект существенного повышения динамической выносливости животных [33].

При тестировании выносливости животных на рота-роде также была подтверждена высокая способность продуктов серии «МиоАктив» повышать показатели физической работоспособности, отодвигая время развития утомления [30].

В исследованиях на лабораторных светлогорских мини-свиньях (самцы, масса животных 19 – 21 кг), по многим физиологическим параметрам соответствующим организму человека, также было подтверждено положительное влияние курсового применения «МиоАктив Спорт» на работоспособность в условиях высоких физических нагрузок [31]. В данном исследовании рецептура «МиоАктив Спорт» применялась в максимальной рекомендованной дозировке (1,43 г/кг, что соответствует дозе для человека 100 г/сутки) ежедневно вместе со стандартным комбикормом на протяжении 21 дня. Контрольные животные получали комбикорм без добавления исследуемой рецептуры. До начала курса, на 7, 14, 21 дни и спустя 7 дней после его прекращения (28-й день), предварительно обученные мини-свиньи подвергались тесту принудительного бега на тренажере (беговая дорожка, скорость движения ленты 9 км/час).

Исследование показало, что курсовое пищевое употребление продуктов специализированного спортивного питания «МиоАктив Спорт» или «МиоАктив Форсаж» в среднем на 25-40% увеличивает динамическую выносливость (работоспособность) мини-пигов в тесте предельных физических нагрузок [29].

Таким образом, курсовое применение продуктов серии «МиоАктив», начиная с 7-дневного применения повышает физическую выносливость животных, этот эффект достигает максимальной выраженности к завершению трехнедельного приема, и сохраняется минимум неделю на достаточно повышенном уровне (усредненные данные, рис. 25).

При проведении кинезогидродинамического моделирования физической работоспособности в контрольной группе животных достоверных сдвигов по мере увеличения сроков исследования выявлено не было, что послужило основанием объединения данных контроля по разным днем исследования в один массив данных (единую эрграмму). Результаты кинезогидродинамического исследования эффективности МиоАктив Форсаж представлены на рисунке 26.

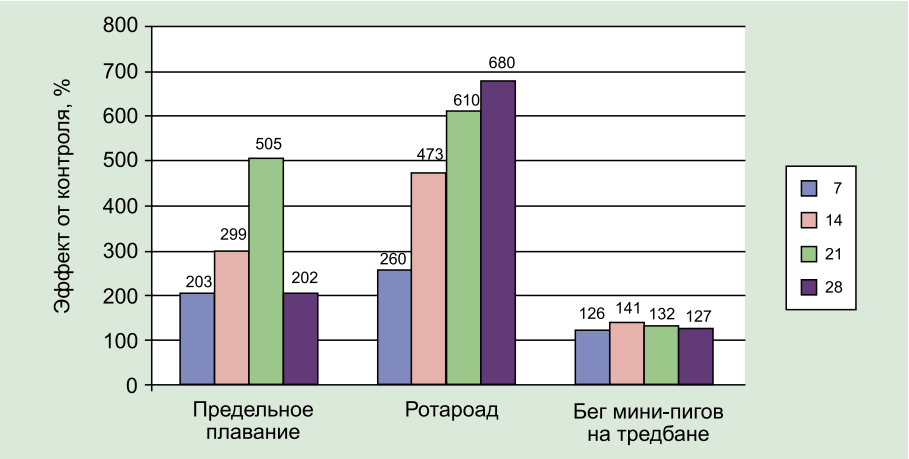

Рис.25. Эффективность продуктов специализированного спортивного питания серии «МиоАктив» при курсовом употреблении по влиянию на физическую работоспособность лабораторных животных (усредненные данные).

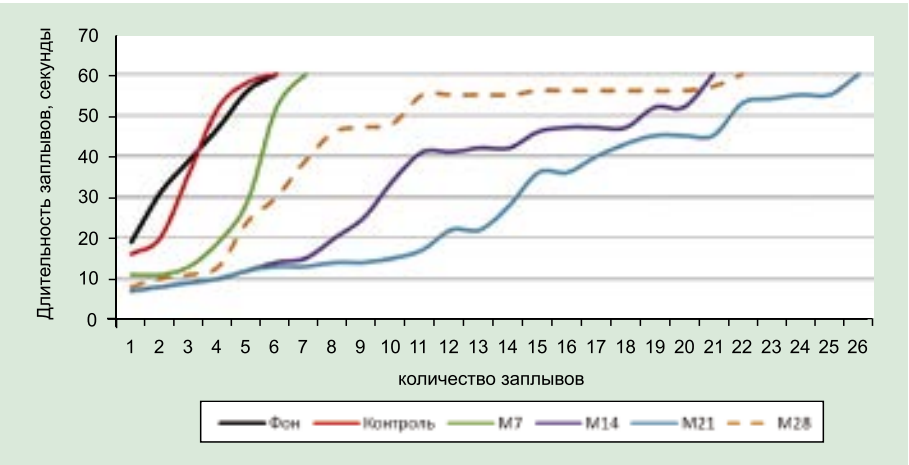

Рисунок 26. Среднегрупповые эргограммы работоспособности крыс в кинезогидродинамической модели. М – группа с приемом «МиоАктив Форсаж», цифры 7, 14, 21 и 28 – день исследования.

Анализ рисунка 26 показывает, что уже через 7 дней приема продукта «МиоАктив Форсаж» происходит увеличение скорости плавания крыс (смещение эргограммы вниз, уменьшение продолжительности заплывов). Начиная с 14 дня приема продукта, отмечается существенное

повышение выносливости животных (сдвиг кривой эргограммы влево, в зону большего числа заплывов), зона высокой работоспособности расширяется с 1-2 заплывов в контрольной группе до 7-8 заплывов на 14 день и 11-12 заплывов на 21 день приема «МиоАктив Форсаж». Максимальное повышение работоспособности животных отмечается через 21 день приема продукта «МиоАктив Форсаж». Разница между 14-дневным и 21-дневным приемом «МиоАктив Форсаж» в большей степени проявляется в усилении влияния на поддержания высокого уровня работоспособности при не критическом утомлении.

Спустя неделю после прекращение приема (28 день исследования) влияние приема «МиоАктив Форсаж» на работоспособность животных сохраняется на уровне, промежуточном между 7 и 14 днем приема. В большей степени сохраняется позитивное влияние продукта на скорость плавания, выраженное влияние на выносливость сохраняется у отдельных животных.

В таблице 74 сведены основные данные, характеризующие влияние продукта «МиоАктив Форсаж» на работоспособность животных в кинезогидродинамической модели.

Таблица 74

Оценка эффективности «МиоАктив Форсаж» в кинезогидродинамической модели (средние по группам)

День исследования	Группа	Предельное кол-во заплывов	Стартовая скорость, м/с	Суммарное время плавания, с	Суммарная дистанция плавания, м
Фон	Контр	2,5	17,0	45	3,0
	МиоАктив	2,7	17,8	49	3,2
7	Контр	2,3	17,9	44	2,8
	МиоАктив	4,8*	20,2*	64*	5,8*
14	Контр	3,3	18,0	62	4,0
	МиоАктив	12,5***	23,0**	164***	15,0***
21	Контр	3,1	19,0	62	3,7
	МиоАктив	17,7***	24,6***	274***	21,2***
28	Контр	3,8	19,8	58	4,6
	МиоАктив	8,0**	22,4*	109**	9,6**

Примечание: отличия от контроля достоверны, * $p<0,05$ ** $p<0,01$*** $p<0,001$

Выявленный эффект носит метаболический характер, скорее всего – сопряженный с оптимизацией энергетического обмена клетки, так как сопровождается параллельным, но менее значимым, ростом гипоксической устойчивости животных (в тесте барокамерного подъема на критическую высоту 11500 м). Эти данные [87] отражены на рисунке 27.

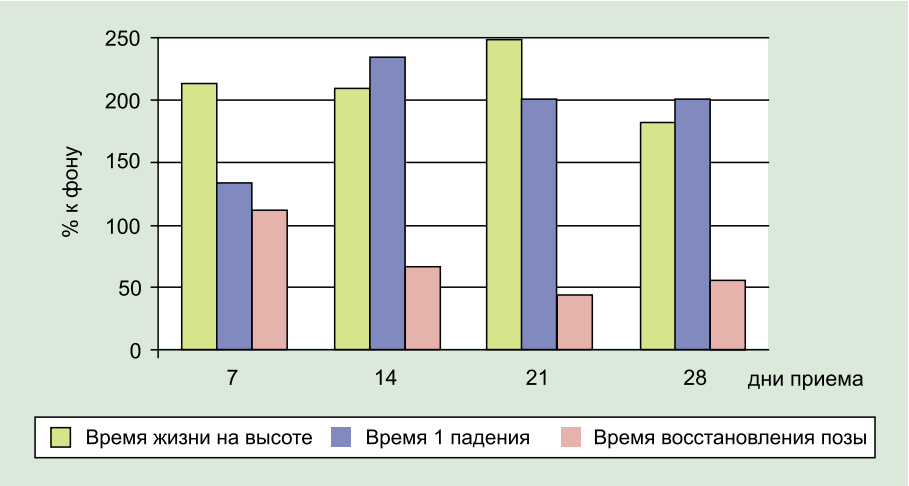

Рисунок 27. Влияние «МиоАктив Спорт» на показатели гипоксической устойчивости лабораторных животных.

Позитивное влияние «МиоАктив Спорт» на работоспособность и гипоксическую устойчивость животных частично может быть объяснено за счет оптимизации эритропоэза, отмечаемой при применении этой рецептуры [71]. Так, курсовое применение рецептуры лабораторными крысами в течение 21 дня сопровождалось повышением уровня эритроцитов с 8,76 ± 0,13 до 9,16 ± 0,21, а гемоглобина – с 174 ± 5 до 182 ± 4 (прирост на 4,6%, $p<0.05$).

При изучении влияния рецептуры на поведенческие характеристики лабораторных животных было выявлено повышение устойчивости животных к стрессовым воздействиям и некоторая активация их спонтанной двигательной активности [35].

На основные маркерные биохимические показатели крови (печеночные трансаминазы, щелочная фосфатаза, триглицериды, лактат, мочевина), лейкоцитарное и тромбоцитарное звено кроветворения, а также гормональный профиль (тестостерон, эстроген, инсулин) рецептура «МиоАктив Спорт» не оказывала значимого влияния [72].

Клинические испытания продукта «МиоАктив Форсаж»

Фрагмент исследования с испытателями-добровольцами проводился специалистами отдела экспериментальной спортивной медицины ФГУ Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России (заведующий отделом доктор медицинских наук профессор Разинкин Сергей Михайлович).

Организация исследования

Исследование спланировано и выполнено как рандомизированное исследование безопасности и эффективности биологически активного специализированного продукта спортивного питания «МиоАктив Форсаж».

Для исследования в качестве добровольцев привлекались спортсмены лыжных видов спорта (биатлон, лыжные гонки, полиатлон) с уровнем спортивной квалификации МС – 3, КМС – 4, выполнивших норматив 1 взрослого спортивного разряда - 14. Всего в исследовании участвовало 21 спортсмен мужского пола. Возраст участников исследования составил 23,1 ± 1,5 года.

На предварительном этапе был произведен отбор добровольцев для участия в исследовании, проведена комплексная клинико-физиологическая оценка состояния здоровья добровольцев, разъяснены условия исследования. Произведена рандомизация участников исследования на основную (7 человек) и контрольную группы (14 человек).

Общая схема исследования была следующей:

предварительный период – отбор добровольцев, их клинико-физиологическое обследование, решение вопросов о включении/невключении в исследование, подписание информированного согласия;

стартовый период – снятие фоновых (исходных) показателей физической работоспособности и оценка реакции функциональных систем организма на нагрузку (точка 0);

основной период – прием в соответствии с персональным графиком исследований продукта спортивного питания с выполнением протокола тестирования физической работоспособности на 7 и 14 день.

На 21 день исследования было выполнено финишное клинико-физиологическое обследование спортсменов для выявления возможных следовых реакций на проведенную медицинскую технологию.

Диагностика функционального состояния спортсменов проводилась с использованием следующих методов:

- сбор данных о субъективном состоянии;
- исследование крови (общий и биохимический анализ)
- исследование мочи (общий анализ)
- оценка физической работоспособности нагрузочным тестом на беговой дорожке T-ErgoPRO со ступенчато возрастающей нагрузкой до отказа (стартовая скорость 5 км/час, каждые 2 минуты повышение скорости на 1,5 км/час до финальной скорости 18,5 км/час; период восстановления 5 минут на скорости дорожки 2,7 км/час)
- оценка анаэробной работоспособности нагрузочным тестом на велоэргометре V-ErgoPRO (30-секундный тест Wingate).

Нагрузочные тестирования проводились в строгой последовательности с интервалом в 40 минут.

Основными (критическими) показателями в ходе исследования были:

- время выполнения нагрузки (Тн) как интегральный, наиболее информативный и прогностически значимый показатель функционального состояния спортсмена;
- время наступления ПАНО (Тпано) как интегральный показатель выносливости спортсмена, характеризующий его аэробную производительность;
- максимальное потребление кислорода (МПК), полученное при тестировании до отказа, как интегральный показатель максимальной аэробной мощности выполненной работы, максимальной способности транспортировки кислорода в работающие мышцы, кардиореспираторных функциональных возможностей спортсмена;
- время работы спортсмена на критической для него мощности (Ткм), как интегральный показатель «волевой мобилизации» спортсмена, его способности преодолевать себя при достижении максимальной мощности нагрузки;
- показатель лактата крови как индикатор буферных резервов крови спортсмена.

Результаты клинических исследований

Среднегрупповые данные показателей, полученных в ходе клинического исследования, представлены в таблице 75, а их динамика – на рисунках (Рис.28-Рис.31).

Таблица 75

Динамика показателей выполнения нагрузочного теста возрастающей мощности на бегущей дорожке при реализации медицинской технологии

Показатель	Группа	День исследования		
		Фон	7	14
Время нагрузки, мин	МиоАктив	17,25±0,61	17,57±0,57	18,14±0,60
	Контроль	16,80±0,64	17,08±0,71	17,19±0,65
Время работы на критической мощности, мин	МиоАктив	0,87±0,17	1,16±0,29	1,68±0,34*
	Контроль	0,83±0,21	1,10±0,35	1,27±0,38
Время достижения ПАНО, мин	МиоАктив	13,09±0,79	13,69±1,23	14,19±0,80*
	Контроль	14,04±0,91	14,37±1,01	14,00±0,81
МПК, мл/мин/кг	МиоАктив	52,21±1,94	51,58±3,01	51,82±1,66
	Контроль	50,42±2,94	48,95±2,56	48,55±2,12
V $CO2_{max,}$ мл/мин/кг	МиоАктив	67,11±7,80**	70,72±5,34	69,88±4,28**
	Контроль	58,97±2,29	62,38±2,31*	60,29±2,49
Выполненная работа, Дж	МиоАктив	19912±608	21511±699	20832±850**
	Контроль	20655±418	20853±648	19756±446
ЧСС предстарт, уд/мин	МиоАктив	70,29±4,95	77,29±4,52	76,14±4,99
	Контроль	72,25±2,28	73,75±1,52	74,75±3,63
ЧССпано, уд/мин	МиоАктив	163,00±6,17	168,14±6,10	170,43±4,52
	Контроль	178,13±5,01	173,38±5,51	158,50±3,29
ЧСС макс, уд/мин	МиоАктив	180,29±5,45	183,86±3,08*	183,57±3,66*
	Контроль	196,63±1,84	193,50±1,89*	187,00±4,58*
Объем легочной вентиляции, V Emax, л/мин	МиоАктив	145,57±5,29	149,13±5,80	146,89±6,92
	Контроль	138,78±6,99	147,73±5,27	144,09±6,32
$ЧД_{max}$, цикл/мин	МиоАктив	52,93±2,23	50,43±2,16	49,76±3,28
	Контроль	48,50±2,35	51,61±2,65	49,60±2,55
Лактат предстарт, ммоль/л	МиоАктив	1,77±0,15	1,89±0,36	1,89±0,25
	Контроль	1,89±0,19	2,16±0,13	1,99±0,23
Лактат на пике нагрузки, ммоль/л	МиоАктив	11,77±1,41	10,49±1,21	12,47±1,31
	Контроль	11,10±0,91	11,53±0,94	11,43±0,89
Лактат на 5 мин восст, ммоль/л	МиоАктив	9,63±1,22	11,80±1,48	11,33±0,92**
	Контроль	10,98±1,19	11,49±0,59	11,88±0,83
EQO2, отн.ед.	МиоАктив	36,90±1,49	34,86±0,91	35,90±1,44
	Контроль	32,14±1,76	35,79±2,00*	34,83±1,71
EQCO2, отн.ед.	МиоАктив	32,69±1,25	31,67±1,00	32,09±1,18*
	Контроль	32,63±1,77	33,61±1,59*	32,41±1,15
Кислородный пульс максим, мл/уд/мин	МиоАктив	23,37±1,75	24,66±1,29	25,43±2,64
	Контроль	23,03±1,61	28,33±2,65	29,30±2,47

Rmax, отн.ед.	МиоАктив	1,28±0,03	1,33±0,03	1,18±0,03
	Контроль	1,25±0,03	1,35±0,02*	1,18±0,03
VTmax, л	МиоАктив	2,79±0,20	2,99±0,19*	3,01±0,20
	Контроль	2,85±0,13	2,94±0,16	3,00±0,17
VO_2пано, мл/мин/кг	МиоАктив	47,47±1,89	48,25±2,38*	49,35±2,11
	Контроль	48,79±3,17	48,55±3,18	46,86±2,39
VE пано, л/мин	МиоАктив	108,51±6,38	116,87±6,82	112,77±7,50
	Контроль	114,20±8,23	115,89±4,23	116,61±2,32*
VC02 восстан., мл/мин	МиоАктив	12463±83	1127±76	1505±76
	Контроль	1168±103	1125±71	1198±96
V02 восстан., мл/мин	МиоАктив	1130±54	1024±90	1310±62
	Контроль	1150±53	1006±34	1102±576
Максимальный кислородный долг (МКД) мл	МиоАктив	3022±351	3099±455	2505±401
	Контроль	3082±246	2902±177	3222±164
V02 предстарт, мл/мин	МиоАктив	682±42**	681±42	758±40**
	Контроль	697±30	663±43	627±34*

Примечания: * - значения достоверно отличаются от фоновых значений внутри группы (Pr=0,05), ** - значения достоверно отличаются от значений контрольной группы (Pu=0,05)

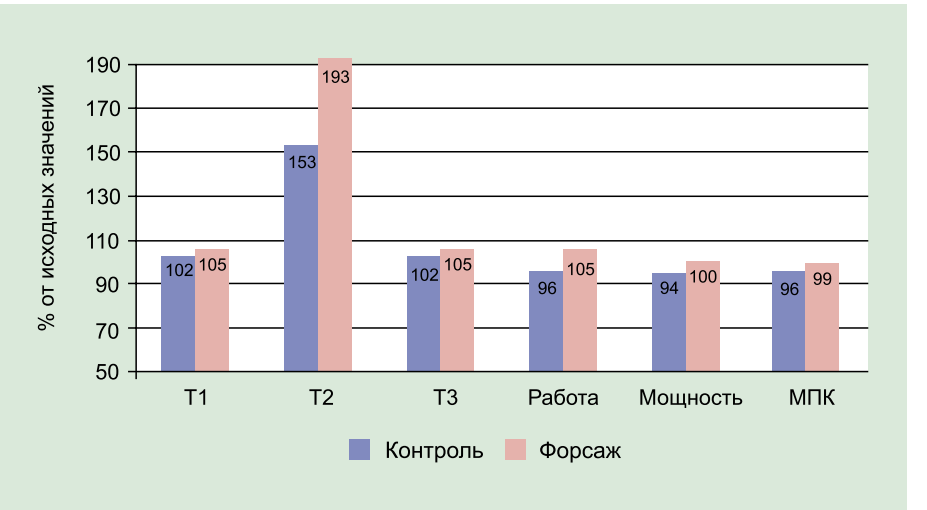

Рис.28. Прямые показатели работоспособности при курсовом приеме МиоАктив Форсаж (обозначения: Т1-предельное время выполнения нагрузки, Т2 – время работы на критической мощности, Т3 – время достижения ПАНО, МПК – максимальное потребление кислорода)

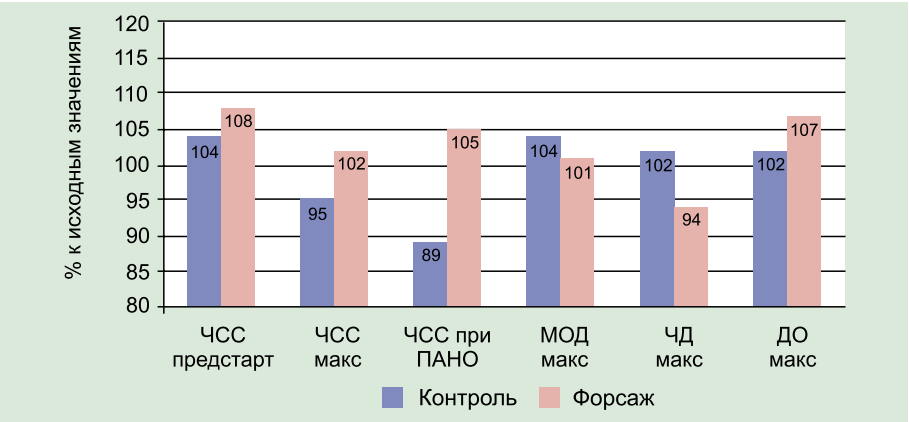

Рис.29. Основные физиологические показатели при нагрузке

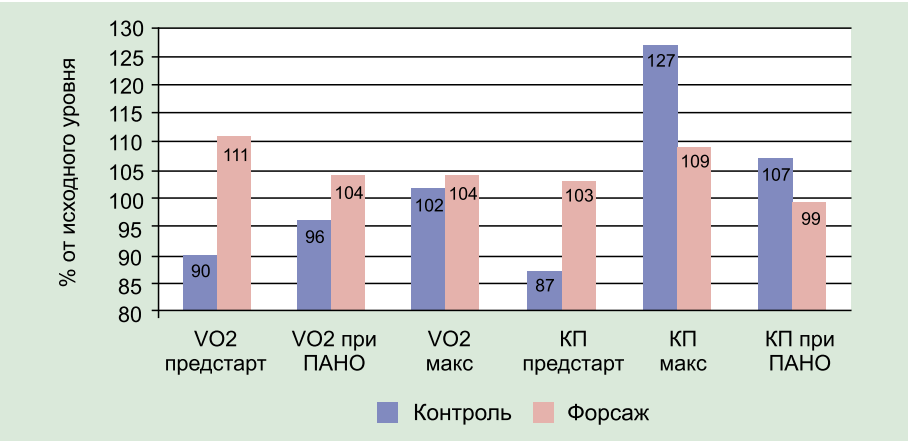

Рисунок 30. Показатели газообмена при нагрузке (обозначения:VO2 – потребление кислорода, VCO2 – выделение углекислоты, КП – кислородный пульс, предстарт – в предстартовый период, макс – при максимальной нагрузке)

Спустя неделю приема продукта специализированного спортивного питания произошло достоверное увеличение скорости потребления кислорода на ПАНО (на 0,78 ± 0,95 мл/мин/кг) и увеличение максимальной достигаемой частоты сердечных сокращений (ЧССмакс) на 3,57 ± 5,42 уд/мин. В контрольной группе в это же время произошло снижение ЧССмакс на 3,13 ± 0,88 уд/мин и увеличилась скорость выведения углекислого газа (V'CO2) на 3,14 ± 0,95 мл/мин/кг.

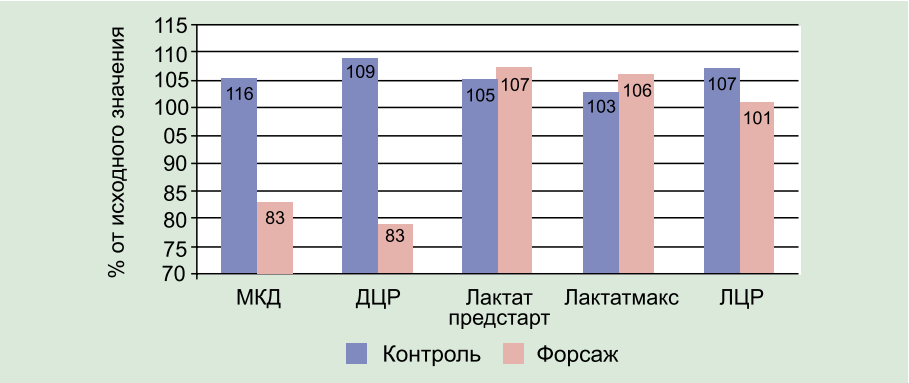

Рис.31. «Ценовые» характеристики предельной нагрузки (обозначения: МКД – максимальный кислородный долг, ДЦР – долговая цена работы, ЛЦР – лактатная цена работы, предстарт – в предстартовый период, макс – на максимуме нагрузки)

Спустя 2 недели приема продукта специализированного спортивного питания были выявлены следующие достоверные (p=0,05) изменения критических параметров работоспособности:

- увеличилось время выполнения нагрузки (Тн) на 53,14 ± 15,19 сек
- увеличилось время наступления ПАНО (Тпано) на 65,71 ± 27,22 сек
- увеличилось время работы на критической мощности нагрузки (Ткм) на 0,81 ± 0,21 мин
- увеличилась скорость утилизации углекислого газа (VCO2) на 2,78 ± 1,48 мл/мин/кг
- увеличилась максимальная частота сердечных сокращений при нагрузке (ЧССмакс) на 3,29 ± 5,77 уд/мин
- увеличился лактат крови на 5 минуте восстановления на 1,70 ± 0,51 ммоль/л

В контрольной группе не было получено достоверно значимых отличий по интегральным оцениваемым показателям.

Анализ изменений оцениваемых показателей физической работоспособности по результатам Вингейт-теста (таблица 76, рис. 32) в обоих группах не выявил значительных отличий, которые позволили бы утверждать, что специализированный продукт спортивного питания «МиоАктив Форсаж» оказывает существенное влияние на анаэробные возможности организма. Однако, степень увеличения основного показателя теста – пиковой мощности и скорости ее достижения, в группе МиоАктива, была несколько выше и сопровождалась меньшей степенью усталости, чем в контрольной группе.

Таблица 76

Динамика показателей физической работоспособности по результатам проведения теста Вингейт

Показатель	Группа	День исследования		
		Фон	7	14
Пиковая мощность, W	МиоАктив	1093±45	1196±119	1411±71*
	Контроль	1230±96	1248±84	1422±83*
Средняя мощность, W	МиоАктив	644±26	631±28	607±23*
	Контроль	672±23	670±20	660±16
Минимальная мощность, W	МиоАктив	331±28	277±32**	313±34
	Контроль	386± 12	365± 17	346±14
Время для пиковой мощности, сек	МиоАктив	2,89±0,51	1,54±0,30*	0,71±0,04*
	Контроль	3,11±0,53	2,03±0,39	0,73±0,09*
Время для макс. скорости, сек	МиоАктив	8,37±1,14	6,67±0,71	2,79±0,34*,**
	Контроль	7,93±0,88	6,15±0,74*	4,30±0,70*
Скорость вращения макс, 1/мин	МиоАктив	138,13±3,96	136,94±6,30	154,85±5,23*
	Контроль	140,74±4,75	142,57±3,23	149,70±3,97*
Степень усталости, %	МиоАктив	69,37±2,88	77,01±4,44	77,45±2,65
	Контроль	67,53±2,68	70,02±2,28	75,31±1,32*
Общая работа, Дж	МиоАктив	19350±795	18988±851	18220±703*
	Контроль	20148±694	20158±625	19813±493
$V'02_{max}$, мл/мин/кг	МиоАктив	48,08±2,15	42,76±2,54*	44,27±1,28*
	Контроль	43,72±2,42	41,36±3,13	45,83±1,65
$VC02_{max}$, мл/мин/кг	МиоАктив	57,69±2,40	54,72±1,88	55,18±2,28
	Контроль	54,26±3,79	51,64±3,60	59,59±3,34
МКД, л O_2	МиоАктив	1,18±0,40	0,90±0,28	1,16±0,42
	Контроль	0,65±0,45	0,94±0,20	1,28±0,40

Примечания: * - значения достоверно отличаются от фоновых значений внутри группы (Pr=0,05), ** - значения достоверно отличаются от значений контрольной группы (Pu=0,05)

Динамика показателей общего и биохимического анализа крови и анализа мочи не выявили каких-либо признаков негативного воздействия продукта «МиоАктив Форсаж» на организм спортсмена, что подтверждает безопасность его применения в рекомендованных дозах и схемах.

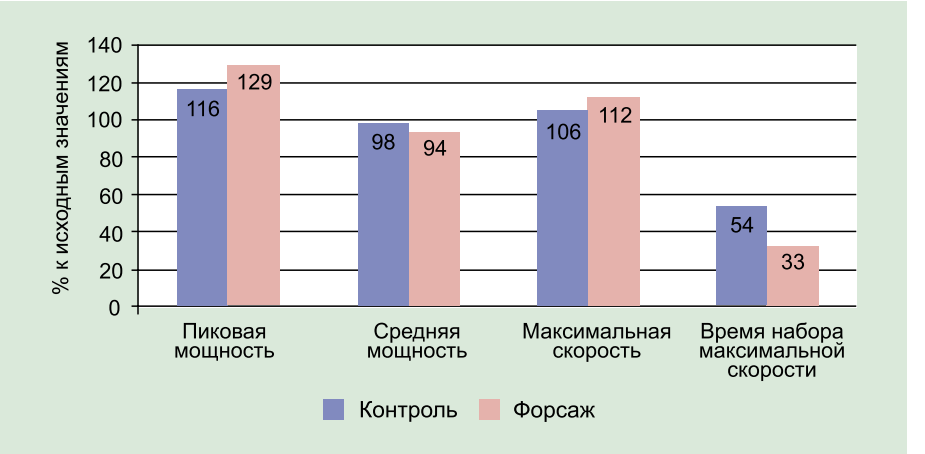

Рис.32. Изменения показателей теста Вингейта

Таким образом, курсовое (не менее 14 дней) применение специализированного фармнутриентного комплекса «МиоАктив Форсаж» обеспечивает;

- Повышение объема и мощности выполняемой предельной физической нагрузки
- Увеличение функциональных резервов организма (повышение МПК, снижение уровня потребления кислорода в предстартовом режиме и при предельных физических нагрузках, более низкий уровень ЧСС при достижении ПАНО)
- Возможность выполнения интенсивной работы, несмотря на рост кислородного долга
- Более эффективное метаболическое обеспечение нагрузки (более низкий уровень лактата при предельной нагрузке)

Апробация продуктов специализированного спортивного питания серии «МиоАктив» осуществлялась в 2012-2013 годах высококвалифицированными спортсменами различных спортивных федераций (плавания, легкой атлетики, некоторых зимних олимпийских видов спорта). Всего в программе апробации, осуществляемой на фоне тренировочного процесса, приняло участие более 100 высококвалифицированных спортсменов. Проведенная апробация показала высокую эффективность и безопасность инновационного российского фармнутриентного комплекса.

* * *

Необходимо отметить, что фармнутриентная поддержка является только базовой частью фармакологической поддержки спортсменов, и она должна сочетаться с другими методами и средствами оптимизации функционального состояния и восстановления функциональных резервов организма.

Развиваемая нами идеология фармакологического обеспечения тренировочного процесса направлена на расширение диапазона функциональных возможностей организма без возникновения эффектов допинговой стимуляции и последующего срыва регуляторных организмов. В графическом виде она представлена на рис.33.

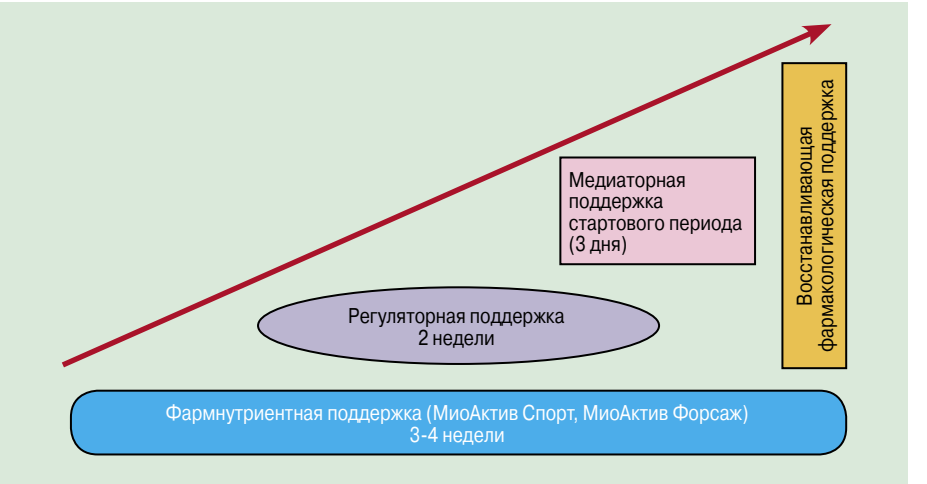

Рис. 33. Идеология фармакологического обеспечения тренировочного и соревновательного процессов

Мы полагаем, что внедрение этой идеологии в практику спортивной медицины положительно скажется на спортивной результативности и профессиональном долголетии спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П., Жаворонков Ф.Ф., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Азизбекян Г.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л. Принципы оптимального питания спортсменов различных специализаций // Вопросы питания. - 2010.-№ 4.-С.67-71.
3. Антигипоксанты / Под ред. Л.Д. Лукьяновой // Итоги науки и техн. Сер. Фармакология. Химиотерапевтические средства. М.: ВИНИТИ. 1991, Т. 27. - 196 с. – т.2.- 18
4. Ардашев В.Н., Щербак Ю.А. Патогенетические механизмы лечебного эффекта внутривенного введения АТФ на фоне кардиоселективной нагрузки у больных ишемической болезнью сердца // Антигипоксанты и актопротекторы: Итоги и перспективы. СПб. 1994. Вып.2. - С.115
5. Артемьева Н.К., Липатникова М.А., Степуренко В.В. Биохимические аспекты коррекции питания борцов // Теория и практика физ. культуры. - 2004. - № 8. - С. 40-42.
6. Ачкасов Е.Е., Безуглов Э.Н., Ярдошвили А.Э., Усманова Э.М., Штейнердт С.В., Каркищенко Н.Н., Пятенко В.В., Куршев В.В., Маркина М.М. Организационные особенности медико-биологического обеспечения в спортивных клубах высокого уровня игровых видов спорта. – Спортивная медицина: наука и практика. – 2011, №2(3) – С. 7-10.
7. Балыкова Л.А., Солдатов О.М., Ивянский С.А., Ферапонтова О.В. Обоснование использования L-карнитина в спортивной медицине // Российский вестник перинатологии и педиатрии – 2010. - №5. – С.90 – 97.
8. Бароян Р.Г. Клиническая фармакология: пособие для врачей. Ереван: Айастан. 1990. - 350 с.
9. Библиотечка лекарственных растений. / Сост: Зимин В.М. СПб, АО «Дорваль», 1993.- т1, т.2. -537 с.
10. Биленко М.В. Ишемические и реперфузионные повреждения органов. М.: Медицина. 1989. - 368 с.
11. Бобков Ю.Г., Виноградов В.М., Катков В.Ф., Лосев С.С., Смирнов А.В. Фармакологическая коррекция утомления. М.: Медицина, 1984. – 208 с.
12. Богданова Т.Б., Цинкер В.М. Повышение устойчивости к физической нагрузке у тренированных и нетренированных лиц под влиянием тонизирующих фитосборов Тан-1 и Тан-2 // Теория и практика физ. культуры. - 2001. - № 11. - С. 56-58.

13. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. М.: Советский спорт, 2007. – 132 С.

14. Виды питания для спортсменов различной категории [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://knowledge.allbest.ru

15. Виноградов В.М.. Домашний травник. Справочник по траволечению: СПб. ИКФ «Фолиант», 1995. – 592 с.

16. Волгарев М.Н., Коровников К.А., Яловая Н.И., Азазбекян Г.А. Особенности питания спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1985. – № 1. – С. 34-39.

17. Волков В.М., Олейников В.И. Биологически активные добавки в специализированном питании спортсменов. Москва. 2001.- 79 с.

18. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.К. Биохимия мышечной деятельности. – Киев: Олимпийская литература. 2000. – 503 с.

19. Голец В.А., Евдокимов Е.И.Оптимизация метаболизма спортсменов как фактор, предупреждающий развитие патологических состояний [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: http://lib.sportedu.ru

20. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р., Данилова М.А. Питание спортсменов: история и современность. // Теория и практика физической культуры. - 2008. - №3. - С. 73-76.

21. Дружинин П.В.. Новиков Л.Ф.. Лысиков Ю.А. Концепция рационального и сбалансированного питания [Электронный ресурс], 2010. –on-line-wellness.com/view_post

22. Елисеев В.В. Изыскание и фармакологическое изучение новых лекарственных средств на основе пуриновых нуклеозидов и нуклеотидов, действующих на сердечно-сосудистую систему: Дис. ... доктора мед.наук. Л. 1991. - 422 с.

23. Елисеев В.В., Овчинникова А.Г., Евдокимова Н.Р. Антиаритмическое действие аденозина при экспериментальном инфаркте миокарда // Кардиология. 1987. № 7. - С. 101-102.

24. Земцова И.И., Путро Л.М., Станкевич Л.Г. Использование биологически активных добавок, обладающих антиоксидантным действием при занятиях физической культурой и спортом // Спортивная медицина. - 2003. -№1. - С.99-107.

25. Иванов А.А., Полякова Е.П., Ксенофонтов Д.А. Общебиологический феномен депонирования катионов структурами химуса и его значение для создания смесей энтерального питания // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2012. - №2. – С. 71 – 74.

26. Ивницкий Ю.Ю., Головко А.И., Софронов Г.А. Янтарная кислота в системе средств метаболической коррекции функционального состояния и резистентности организма. – СПб.: Оздоровительные технологии, 1998. – 82 с.

27. Калмыкова В.И., Захарова В.Е. Нарушения состава жирных кислот и процессов перекисного окисления липидов при хронической ишемической болезни сердца // Сов.медицина. 1989. № 4. - С. 5-8.

28. Кальницкий Б.Д. Минеральные вещества и кормление животных. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 207 с.

29. Капанадзе Г.Д., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б., Берзин И.А., Станкова Н.В., Ревякин А.О., Степанова О.И., Вихрова Н.Я. Экспериментальная оценка эффективности рецептуры «МиоАктив Форсаж» в условиях высоких физических нагрузок в тесте принудительного бега крупных лабораторных животных // Биомедицина, 2013, № 4. – С. 60-65

30. Каркищенко В.Н., Берзин И.А., Касинская Н.В., Деньгина С.Е., Степанова О.И., Фокин Ю.В., Ревякин А.О., Капанадзе Г.Д., Матвеенко Е.Л. Оценка физической работоспособности мелких лабораторных животных на фоне применения спортивного питания «МиоАктив Форсаж» // Биомедицина, 2013, №4. – С. 66-69

31. Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Станкова Н.В., Ревякин А.О., Матвеенко Е.Л., Костогрызова Р.Г., Люблинский С.Л., Колышев И.Ю., Берзин И.А. Оценка эффективности рецептуры «МиоАктив Спорт» в модельных условиях высоких физических нагрузок // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 70 – 75.

32. Каркищенко В.Н., Каркищенко Н.Н. Методы доклинических исследований в спортивной фармакологии // Спортивная медицина, № 1, 2013, с. 7-17.

33. Каркищенко В.Н., Каркищенко Н.Н., Касинская Н.В., Степанова О.И., Деньгина С.Е., Капанадзе Г.Д., Фокин Ю.В., Берзин И.А., Ревякин А.О., Матвеенко Е.Л. Экспериментальная оценка адаптогенной активности препарата «МиоАктив Форсаж» в тесте принудительного плавания // Биомедицина, 2013, №4. – С. 70-76.

34. Каркищенко В.Н., Фокин Ю.В, Казакова Л.Х., Алимкина О.В., Касинская Н.В. Методики изучения физиологических функций лабораторных животных для доклинических исследований в спортивной медицине // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 15-21.

35. Каркищенко В.Н., Фокин Ю.В., Касинская Н.В., Семенов Х.Х., Степанова О.И., Люблинский С.Л., Берзин И.А., Колышев И.Ю. Влияние рецептуры «МиоАктив Спорт» на психофизиологические показатели лабораторных крыс // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 22 -31.

36. Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н. Кинезогидродинамическая модель для оценки выносливости и работоспособности лабораторных животных // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 6 – 14.

37. Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Люблинский С.Л., Капанадзе Г.Д., Шустов Е.Б., Ревякин А.О., Болотских Л.А., Касинская Н.В., Станкова Н.В. Роль микроэлементов в спортивном питании и безопасность металлохелатов // Биомедицина, 2013. - № 3. – С. 12 – 41.

38. Кахабришвили З.Г., Ахалкаци В.Ю., Схиртладзе Т.А. Креатиновые продукты в спортивном питании борцов / // Теория и практика физ. культуры. - 2004. - № 7. - С. 10.

39. Кларк Ф. Регулирование веса штангиста // Тяжелая атлетика.- М.: Физкультура и спорт, 1972.- С. 124- 127.

40. Кудрин А.Н., Коган А.Х., Николаев С.М. Антиоксиданты и инфаркт миокарда / 2-й Международный конгресс по патологической физиологии в Праге: Резюме докладов. М. 1975. - С. 276.

41. Кукес В.Г., Бурчак Э.Ф., Секамова С.М. и др. Применение фосфадена при лечении больных ХИБС // Кардиология. 1979. № 10. - С. 73-75

42. Куяров А.В., Клюева Л.А., Байрашева В.К. Микробиологический аспект в рациональном питании спортсменов // Современная медицина и проблемы экологии. – 2007. - №7. - С. 57-58.

43. Лешкевич Л.Г., Чаговец Н.Р. Содержание фосфолипидов в митохондриях скелетных мышц при работе и отдыхе // Биохимия, 1971. №8. – С. 712-717.

44. Лукиенко П.И. Влияние АТФ, АДФ, АМФ, аденозина и аденина на устойчивость животных к острой гипоксии // Фармакология и токсикология, 1973. - № 5. - С. 618-620.

45. Лукьянова Л.Д. Биоэнергетические механизмы формирования гипоксических состояний и подходы к их фармакологической коррекции / Фармакологическая коррекция гипоксических состояний. М. 1989. - С.11-44.

46. Лукьянова Л.Д. Проблемы фармакологической коррекции гипоксии и поиска антигипоксантов / Клеточные механизмы реализации фармакологического эффекта. М. 1990. - С. 184-216.

47. Лутовинов Ю.А., Олешко В.Г. Режим питания в системе подготовки юных квалифицированных тяжелоатлетов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей - Харьков, 2006. - № 5. - С. 33-40.

48. Мазо В.К., Гмошинский И.В., Скальный А.В., Сысоев Ю.А. Цинк в питании человека: фактическое потребление и критерии обеспеченности // Вопр. питания, 2002, № 5. – С. 38-43.

49. Макарова Г.А., Бушуева Т.В. Функциональные продукты в питании спортсменов // Питание спортсменов: отечественный и зарубежный опыт. 2010. – Вып.1. - С. 3 – 18.

50. Марков Г.В., Романов В.И., Гладков В.Н. Система восстановления и повышения физической работоспособности в спорте высших достижений: методическое пособие. М.: Сов.спорт, 2006. – 51 с.

51. Медведева И.М. Питание фигуристов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей - Харьков, 2001. - № 4. - С. 8-12.

52. Мелвин У. Эргогенные средства в системе спортивной подготовки. К., Олимп.л-ра, 1997. – 256 с.

53. Новиков В.С., Шустов Е.Б., Горанчук В.В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб: Наука. – 1998. – 544 с.

54. Олейник С.А. Спортивное питание в спорте высших достижений [Электронный ресурс], 2011. – :www.dital.com.ua/food/pitanie_v_svd.html

55. Очерки спортивной фармакологии. Т.1. Векторы экстраполяции / под ред. Н.Н.Каркищенко и В.В. Уйбы / Каркищенко Н.Н., Уйба В.В., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б. – М., СПб.: Айсинг. – 2013. – 288 с.

56. Очерки спортивной фармакологии. Т.2. Векторы фармакопротекции / под ред. Н.Н.Каркищенко и В.В. Уйбы / Каркищенко Н.Н., Уйба В.В., Каркищенко В.Н., Шустов Е.Б., Котенко К.В., Оковитый С.В. – М., СПб.: Айсинг. – 2014. – 448 с.

57. Перепеч Н.Б. Неотон. – СПб.: «IBC». 2000. – 96 с.

58. Перепеч Н.Б., Недошивин А.О. Кутузова А.Э. Экзогенный фосфокреатин как средство профилактики сердечной недостаточности и циркулярной гипоксии у больных инфарктом миокарда / Кардиология: успехи, проблемы, задачи. СПб. 1994. - С. 155-156.

59. Пилипко О.А. Применение средств восстановления в предсоревновательном мезоцикле у квалифицированных пловцов-спринтеров // Физическое воспитание студентов творческих специальностей - Харьков, 2002. - № 3. - С. 43-50.

60. Питание в легкой атлетике [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: http://www.iaaf.org

61. Питание спортсменов /составители Левин Р.Я., Ноур А.М. – Киев: Абрис, 1996. – 116 с.

62. Питание спортсменов / Под.ред. Кристин А. Розенблюм. – Киев: Олимпийская литература, 2006. – 536 с.

63. Питание стрелка. Рациональное питание стрелков во время тренировок и соревнований [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: www.shooting-ua.com/books/book_396.htm

64. Плавание и питание [Электронный ресурс]. – 2009. – http://www.edasport.ru/plavanie

65. Полиевский С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 2005. – 384 с.

66. Попичев М.И., Коношенко С.В., Толкачева Н.В., Журба В.А. Влияние биопрепарата «Полиен» на внутриэритроцитарный метаболизм у спортсменов при воздействии интенсивных физических нагрузок // Теория и практика физ. культуры. - 1999. - № 1. - С. 55-56.

67. Попова Т.С., Тропская Т.С. Фармнутриенты /Парэнтеральное и энтеральное питание: национальное руководство / под ред.М.Ш.Хубутия, Т.С.Поповой, А.И.Салтанова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 20014. – С.198-235.

68. Португалов С.С. Применение субстратных пищевых добавок, основанных на креатине // Питание спортсменов: отечественный и зарубежный опыт. - 2010. - Вып.1. – с.39 - 41.

69. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 23 августа 2010 г. № 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики».

70. Принципы надлежащей лабораторной практики. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р-53434-2009.

71. Ревякин А.О., Алимкина О.В., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Киселев А.Г., Казакова Л.Х., Степанова О.И., Касинская Н.В., Деньгина С.Е., Люблинский С.Л., Колышев И.Ю., Берзин И.А. Влияние рецептуры «МиоАктив Спорт» на биохимические и гематологические показатели лабораторных животных // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 59 – 66.

72. Ревякин А.О., Алимкина О.В., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Киселев А.Г., Казакова Л.Х., Степанова О.И., Касинская Н.В., Деньгина С.Е., Люблинский С.Л., Колышев И.Ю., Берзин И.А. Исследование гормонального статуса лабораторных крыс при употреблении рецептуры «МиоАктив Спорт» // Биомедицина, 2012. - №4. – С. 67 – 69.

73. Ревякин А.О., Каркищенко Н.Н., Шустов Е.Б., Каркищенко В.Н., Ксенофонтов Д.А., Касинская Н.В. Особенности распределения металлов в организме лабораторных животных при разных уровнях их пищевого поведения // Биомедицина, 2013, №3.– С. 82-90.

74. Рогозкин В.А. Использование низкомолекулярных соединений для направленной регуляции обмена веществ при мышечной деятельности: дис. … докт. биол. наук. Л., 1965. – 529 с.

75. Рогозкин В. А., Пшендин А. И. Использование продуктов повышенной биологической ценности для питания спортсменов //Теория и практика физ. культуры. – 1989. – № 3. – С. 13-15.

76. Рогозкин В. А., Пшендин А. И., Шишина Н. Н. Питание спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 160 с.

77. Розенблюм К.А. - Питание спортсменов: пер.с англ. Киев: Издательство «Олимпийская литература» – 2009. – [Электронный ресурс].: http://www.alexeykaz.ru

78. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / под ред. Н.Н.Каркищенко, С.В.Грачева. М.: Профиль–2С, 2010, 358 с.

79. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ – 2-изд., перераб. и доп. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 832 с.

80. Савенков Д. Спорт фармакология и диетология [Электронный ресурс]. – 2010. – http://www.SOCHI.com

81. Сакс В.А. Метаболизм миокарда: результаты десятилетних исследований в ВКНЦ АМН СССР // Бюл. Всесоюз. кардиол. науч. центра АМН СССР. 1985. Т. 8. № 2. - С. 31-38.

82. Самборский А.Г. Повышение специальной работоспособности спринтеров в условиях приема некоторых эргогенических средств // теория и практика физической культуры, 2004. - №3. – С. 31 – 33.

83. Санинский В.Н. Некоторые особенности фармакологического обеспечения спортсменов. Спортивная медицина. 2004 – №2. – С. 14-16.

84. Сейфулла Р.Д. Лекарства и БАД в спорте: Практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов – М.: Литтерра, 2003. – 320 с.

85. Сейфулла Р.Д., Орджоникидзе З.Г., Санинский В.Н. Основные свойства новых недопинговых препаратов, рекомендованных для применения в спор-

тивной медицине для повышения спортивной работоспособности и ускорения процессов восстановления спортсменов: Методические рекомендации. М., 2003. – 72 с.

86. Селизарова Н.О. Кардиогемодинамические эффекты аденозина и инозина (рибоксина) у крыс с постишемическим реперфузионным повреждением сердца: Дис. ... кандидата мед.наук. СПб. 1992. - 222 с.

87. Семенов Х.Х., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Берзин И.А., Степанова О.И., Матвеенко Е.Л., Касинская Н.В., Деньгина С.Е. Исследование влияния специализированного продукта спортивного питания «МиоАктив Форсаж» на устойчивость крыс линии WAG/GY к острой гипобарической гипоксии // Биомедицина, 2013. - №4. – С. 77 -83.

88. Скальный А.В. Физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в спорте. – Оренбург: РИК ОГУ, 2005. – 206 с.

89. Скатков С.А. Фосфатидилхолин и интенсивные нагрузки // Теория и практика физ. культуры. - 2003. - N 1. - С. 42-47.

90. Сметнев А.С., Шевченко Н.М., Гросу А.А. АТФ в лечении и диагностики пароксизмальных тахиаритмий // Тер.арх. 1987. № 9. - С. 122-125.

91. Смульский В.Л., Земцова И.И., Сутковой Д.А. Повышение устойчивости организма к напряженной мышечной деятельности путем коррекции состояния его антиоксидантной системы // Наука в Олимпийском спорте. Специальный выпуск.- 1999.- С.87-92.

92. Солней Дж. Г. Наглядная медицинская биохимия: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011 - 136 с.

93. Спортивная фармакология и диетология / под ред. С.А.Олейника, Л.М.Гуниной. – М., Изд-во «И.Д.Вильямс», 2008. – 256 с.

94. Спортивное питание в легкой атлетике в спринте и в видах на выносливость [Электронный ресурс], 2011. –: http://www.gagum.ru

95. Стаценко Е.А. Сравнение витаминно-минеральных комплексов для фармакологической поддержки антиоксидантного статуса юных спортсменов. - ГУ «НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь», 2011. – 24 с.

96. Токаев Э.С., Мироедов Р.Ю., Соломахина О.Ю., Некрасов Е.А., Хасанов А.А. Разработка рационов и программ питания для спортсменов // Мясные технологии, 2010 - №6, - с. 6 – 9.

97. Тутельян В.А., Княжев В.А., Хотимченко С.А., Голубкина М.А., Кушлинский Н.Е., Соколов Я.А. Селен в организме человека: Метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе. М.: Изд-во РАМН, 2002. – 224 с.

98. Уильямс М. Эргогенные средства в системе спортивной тренировки. - К.: Олимпийская литература, 1997.- 255 с.

99. Уйба В.В.(научн. рук.). Олимпийское руководство по спортивной медицине. М.: Практика, 2011. - 800 с.

100. Уйба В.В., Котенко К.В., Полозков И.М. Современные технологии восстановительной медицины // Физиология, бальнеология, реабилитация. 2010, № 1. - С.24-25.

101. Фармакология спорта /ред. Олейник С.А., Гунина Л.М., Сейфула Р.Д. – Киев: Олимпийская литература. 2010. – 640 с.

102. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Л.: Химия, 1983. – 144с.

103. Хартманн Ю., Тюннеман Х. Современная силовая тренировка. - Берлин: Шпортфелаг, 1989.- 335 с.

104. Хватов В.Б., Лященко Ю.Н., Попова Т.С. Обмен белков, жиров и углеводов / Парэнтеральное и энтеральное питание: Национальное руководство / под ред. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – С. 76-99.

105. Хмелевский Ю.В., Кахновер Н.Б., Корницкая А.И. О клиническом применении токоферола // Врачебное дело. 1981 № 5. - С. 31-35.

106. Чазов Е.И. Дискуссионные вопросы применения некоторых методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний // Терапевт.архив. 1975. Т. 47. № 5. - С. 33-44.

107. Чуфаров В.Н., Гриценко В.В., Орловский П.И. и др. Профилактика острой миокардиальной недостаточности при протезировании митрального или аортального клапана / Второй Всеросс. Съезд сердечно-сосудистых хирургов. СПб. 1993. Ч. 1. - С. 188-189.

108. Шевченко Н.М. Неотложная терапия пароксизмальных тахиаритмий // Кардиология. 1987. Т. 27. № 9. - С. 114-115.

109. Шлыгин Г.К. Межорганный обмен нутриентами и пищеварительная система. М: Изд-во МГГУ, 1997. – 136 с.

110. Шустов Е.Б. Волшебная сила витаминов // Фарминдекс, 1997. №11. – С. А25-А32.

111. Шустов Е.Б. Средства нормализации иммунитета и естественной микрофлоры человека / Лекарства, которые вы выбираете. СПб.: ЗАО ТФ МИР, 2000. - С. 137 – 149.

112. Шустов Е.Б., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Семенов Х.Х. Анализ параметров индивидуальной устойчивости лабораторных животных к гипоксии в интересах биологического моделирования нейропротекторного и антигипоксического действия лекарственных средств // Биомедицина, 2013, №4. – С. 149-157.

113. Шустов Е.Б., Руденко В.И. Коррекция функционального состояния организма пептидными биорегуляторами / Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб.: Наука, 1998. – С. 463-483.

114. Элементный статус населения России. Ч. 1. Общие вопросы и современные методические подходы к оценке элементного статуса индивидуума и популяции / под ред. А.В.Скального, М.Ф.Киселева. – СПб.: Медкнига «ЭлбиСПб», 2010. – 416 с.

115. Яковлев Н.Н. Факторы, определяющие потребность в витаминах при мышечной деятельности // Теория и практика физической культуры. – 1977. – № 5. – С. 22-27.

116. Якубко Х.Д., Ешкайт Х. Аминокислоты. Пептиды. Белки. – М., Мир, 1985. – 455 с.

117. Яшина Е.Р., Шахов В.Е., Пичугин В.В., Орлова Е.Б. Влияние антигипоксантов на сократительную функцию миокарда и толерантность к физической нагрузке у больных ИБС со сниженным функциональным резервом сердца // Межд. медицинские обзоры. 1993. Т. 1, № 4. С. 344 – 346.

118. Aguiló A, Tauler P, Sureda A. Antioxidant diet supplementation enhances aerobic performance in amateur sportsmen // J Sports Sci. – 2007. – Vol. 25, N 11. – P. 1203-10.

119. Ajmol Alia, Clyde Williams. Carbohydrate ingestion and soccer skill performance during prolonged intermittent exercise // Journal of Sports Sciences. – 2009. – Vol. 27, Issue 14.

120. Bangsbo G. Team Sports // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd. – 2000. – P. 574 – 587.

121. Bartoszewska M, Kamboj M, Patel DR. Vitamin D, muscle function, and exercise performance // Pediatr Clin North Am. – 2010. – Vol. 57, N 3. – P. 849-61.

122. Beis L.Y., Willkomm L., Ross1 R. Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners // Journal of the International Society of Sports Nutrition. - 2011. – Vol. 8. - P. 7.

123. Burke LM. Energy needs of athletes // Can J Appl Physiol. – 2001. – Vol. 26, Suppl. – S. 202-19.

124. Burke L.M., Desbrow B., Minehan M. Dietary supplements and nutritional ergogenic aids in sport / Clinical and sport nutrition, 2 ed. – Sidney, McGrow-Hill, 2000. – P.472 – 477.

125. Burke L.M., Hawley J.A. Fat and carbohydrate for exercise // Curr Opin Clin Nutr Metab Care. – 2006. – Vol. 9, N 4. – P. 476-81.

126. Burke, L, Helley, P. Dietary supplements and nutritional ergogenis aids in sport. // Clinical Sports Nutrition. Sydney, Australia: McGraw-Hill Book Co; 1994. – p.227 – 284.

127. Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery // J Sports Sci. – 2004. – Vol. 22, N 1. – P. 15-30.

128. Camic CL, Housh TJ, Zuniga JM. Effects of arginine-based supplements on the physical working capacity at the fatigue threshold // Strength Cond Res. – 2010, Vol. 24, N 5. – P.1306-12.

129. Cerretelli P., Marconi C. L-carnitine supplementation in human. The effects on physical performance // Int. J. Sports Med. – 1990. – V. 11 – P. 1 – 14.

130. Colombani PC, Mannhart C. Nutrition in sports // Ther Umsch. -2000. – Vol. 57, N 3. – P. 110-20.

131. Crowe MJ, Weatherson JN, Bowden BF. Effects of dietary leucine supplementation on exercise performance // Eur J Appl Physiol. – 2006. – Vol. 97. – N 6. – P. 664-72.

132. Czaja J, Lebiedzińska A, Szefer P. Nutritional habits and diet supplementation of Polish middle and long distance representative runners (years 2004-2005) // Rocz Panstw Zakl Hig. – 2008. – Vol. 59, N 1. – P. 67-74.

133. Da Silva-Grigoletto M.E., Fernández J.M., de Sá C.A. Fructose addition to a glucose supplement modifies perceived exertion during strength and endurance exercise // J Strength Cond Res. – 2010. – Vol. 24, N 12. – P. 3334-42.

134. Deuster P., Maier S., Moore V., Paton J., Simmons R., Vawter K. Dietary Supplements and Military Divers. A Synopsis for Undersea Medical Officers. – Uniformed Services University of the Health Sciences. – 2004. – 117 p.

135. Diaz E., Ruiz F., Hoyos I. Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race // Journal of Sports Science and Medicine. – Vol. 2010. – N 9. – P. 338 – 346.

136. Earnest C. Preventing nutritional disorders in athletes: focus on the basics // Curr Sports Med Rep. – 2002. – Vol. , N 3. – P. 172-8.

137. Ekblom B., Bergh U. Cross-country Skiing // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd., 2000. – P.656 – 662.

138. Ely S.W., Mentzer R.M., Lasley R.D. et al. Functional and metabolic evidence of enchanced myocardial tolerance to ishemia and reperfusion with adenosine // J. Thorac. Cardiovasc. Surg.- 1985. V.90. - P.549-556.

139. Fahey T.D., Larsen J.D., Brooks G.A., Colvin W., Henderson S., Lary D. The effects of ingesting polylactate or glucose polymer drinks during prolonged exercise // Int J Sports Nutr, 1991. – V. 1N.3. - P.249-256.

140. Felig P., Wahren J. Amino acid metabolism in exercising man. // J. Clin. Investig. – 1971. – V.50 – P.2703 – 2714.

141. Ferrari R. Vitamin E and the heart possible role as antioxidants // Acta Vitaminol. Enzymol. 1982. № 5. - P.11-22.

142. Finaud J., Degoutte F., Scislowski V. Competition and food restriction effects on oxidative stress in judo // Int J Sports Med. – 2006. – Vol. 27, N 10. – P. 834-41.

143. Furst A. Chemistry of Chelation in Cancer. Springfield: C.C. Thomas, 1963 - 184 p.

144. Gacek M. Evaluation of consumption of selected nutrients in a group of hockey players during the preparation period // Rocz Panstw Zakl Hig. – 2010. - Vol. 61, N 3. – P. 259 - 263.

145. Galbo N., Hoist J., Cristensen N.J. The effect of different diets and of insulin on the hormonal response to prolonged exercise // Acta Physiologica Scandinavica. – 1967. – V. 107 – P. 19 – 32.

146. García-Rovés P.M., Terrados N., Fernández S. Comparison of dietary intake and eating behavior of professional road cyclists during training and competition // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2000. – Vol. 10, N 1. – P. 82-98.

147. Genton L, Melzer K, Pichard C. Energy and macronutrient requirements for physical fitness in exercising subjects // Clin Nutr. – 2010. – Vol. 29, N 4. – P. 413-23.

148. González-Gross M, Gutiérrez A, Mesa JL. Nutrition in the sport practice: adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athletes diet // Arch Latinoam Nutr. – 2001. – Vol. 51, N 4. – P. 321-31.

149. Greer F., Friars D., Graham T. Comparison of caffeine and theophylline ingestion: exercise metabolism and endurance // J. Apll. Phisiol., 2000. – V. 89., N 5. – P. 1837 – 1844.

150. Hawley J.A., Schabort E-J., Noakes T.D. Distance Running. // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd., 2000. – P.550 - 561

151. Hespel P., Maugham R.J., Greenhaff P.L. Dietary supplements for football // J. of Sports Sciences. – 2006. – V. 7. – P.749 – 761.

152. Houtkooper L, Abbot JM, Nimmo M. International Association of Athletics Federations. Nutrition for throwers, jumpers, and combined events athletes // J Sports Sci. – 2007. – Vol. 25, Suppl 1. – S. 39-47.

153. Ivy J., Portman R. Nutrient Timing: The Future of Sports Nutrition, Laguna Beach, CA: Basic Health, 2004. – 57p.

154. Jeukendrup A.E. Cycling. // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd., 2000. – P.562 – 573.

155. Kara E, Gunay M, Cicioglu I. Effect of zinc supplementation on antioxidant activity in young wrestlers // Biol Trace Elem Res. – 2010. – Vol. 134, N 1. – P. 55-63.

156. Karlic H., Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sence? // Nutrition – 2004. – V. 20. – P.709 – 715.

157. Karlsson J., Satin B. Diet, muscle glycogen and endurance performance // Journal of Applied Physiology – 1971. – V. 31. – P. 203 – 206.

158. Kerner J., Hoppel C. Fatty acid import into mitochondria // Biochim. Biophis. Acta. – 2000. – V. 1486. – P. 1 – 17.

159. Khanna GL, Manna I. Supplementary effect of carbohydrate-electrolyte drink on sports performance, lactate removal & cardiovascular response of athletes // Indian J Med Res. – 2005. – Vol. 121, N 5. – P. 665-9.

160. Kim H, Lee S., Choue R. Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance exercise // Journal of the International Society of Sports Nutrition. – 2011. – Vol. 8. - P.10.

161. Knez WL, Peake JM. The prevalence of vitamin supplementation in ultraendurance triathletes // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2010. – Vol. 20, N 6. – P. 507-14.

162. Knopp W.D., Wang T.W., Bach R.P. Ergogenic drugs in sport // Clin. Sport Med., 1997. – V. 16, - N.3 – P. 375 – 392.

163. Kodentsova VM, Vrzhesinskaia OA, Nikitiuk DB. Vitamins in nutrition of sportsmen // Vopr Pitan. – 2009. – Vol. 78, N 3. – P. 67-77.

164. Koopman R., Saris W.H., Wagenmakers A.J., van Loon L.J. Nutritional interventions to promote post-exercise muscle protein synthesis // Sports Med. – 2007. – Vol.37, N 10. - P. 895-906.

165. Kreider RB, Campbell B. Protein for exercise and recovery // Phys Sportsmed. – 2009. – Vol. 37, N 2. – P.13-21.

166. Lammerant J., Besceq I., Mertens-Strijthanen J. et al. Changes in the calculated myocardial oxygen consumption during adenosine infusion versus estimates of developed tension and velocity of contraction // Arch. Int. Pharm. Ther. 1970. V. 186. - P.166-178.

167. Larson-Meyer DE, Willis KS. Vitamin D and athletes // Curr Sports Med Rep. – 2010. – Vol. 9, N 4. – P. 220-6.

168. Lemon P.V. Effects of exercise on protein requirements // J. of Sports Science – 1991. – V.9. – P.53 – 70.

169. Linscheer W.G., Vergroesen A.J. Lipids. In: Modern Nutrition in Health and Disease. Shils M.E., Olson J.A., Shike M., eds. 8th ed. Philadelphia, Penn: Lea & Febiger; 1994: 47-88.

170. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutritive and physical activity // Am J Clin Nutr. – 2000. – Vol. 72, 2 Suppl. – P. 585S-93S.

171. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance // Nutrition. – 2004. – Vol. 20, N 7-8. – P. 632-44.

172. Macdermid P.W., Stannard S.R. A whey-supplemented, high-protein diet versus a high-carbohydrate diet: effects on endurance cycling performance // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2006. – Vol. 16, N 1. – P. 65-77.

173. Macdonald I., Carbohydrates. In: Modern Nutrition in Health and Disease. Shils M., Olson J.A., Shike eds. 8th ed. Philadelphia, Penn: Lea & Febiger; 1994: 36-46.

174. Manninen A.H. Protein Hydrolysates In Sports And Exercise: A Brief Review // Journal of Sports Science and Medicine. – 2004. - N 3. – P. 60-63.

175. Matsumoto K., Koba T., Hamada K. Branched-chain amino acid supplementation increases the lactate threshold during an incremental exercise test in trained individuals // J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). – 2009. – Vol. 55, N 1. – P. 52-8

176. Maughan R. The athlete's diet: nutritional goals and dietary strategies // Proc Nutr Soc. – 2002. – Vol. 61, N 1. – P.87-96.

177. Maughan RJ, Depiesse F., Geyer H., International Association of Athletics Federations. The use of dietary supplements by athletes // J Sports Sci. – 2007. – Vol. 25, Suppl. – S. 103-13.

178. McClements DJ, Decker E.A., Park Y. Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods // Crit Rev Food Sci Nutr. – 2009. – Vol. 49, N 6. – P. 577-606.

179. Mettler S., Mannhart C, Colombani PC. Development and validation of a food pyramid for Swiss athletes // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2009. – Vol. 19, N 5. – P. 504-18.

180. Mujika I., Burke L.M. Nutrition in team sports // Ann Nutr Metab. – 2010. – Vol. 57, Suppl 2. – P. 26-35.

181. Nasolodin V.V., Voronin S.M., Zaĭtseva I.P. Prevention of iron deficiencies in high-qualification athletes // Gig Sanit. – 2006. – N 2. – P. 44-7.

182. Nicholas G.W. Sprinting. // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd., 2000. – P.535 – 549.

183. Nogueira J.A., Da Costa TH. Nutrient intake and eating habits of triathletes on a Brazilian diet // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2004. – Vol. 14, N 6. – P. 684-97.

184. Onywera VO, Kiplamai F.K., Boit MK. Food and macronutrient intake of elite kenyan distance runners // Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2004 Dec;14(6):709-19.

185. Ostojic S.M., Mazic S. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance // Journal of Sports Science and Medicine. – 2002. – N 1. – P. 47-53.

186. Palacios Gil-Antuñano N. Nutrition and physical exercise // Nutr Hosp. – 2000. – Vol.15, Suppl 1. – P. 31-40.

187. Pandolf K.B. The influence of hot environments on human performance of muscular exercise // Proc. Ind. Union Phyciol. Sci. (27-h Int. Congr. 1977. Paris). Paris, 1977. Vol. 12. P. 743 – 752.

188. Paquot N. Sports nutrition // Rev Med Liege. – 2001. – Vol. 56, N 4. – P. 200-3.

189. Paul G.L. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition // J Am Coll Nutr. – 2009. – Vol. 28, Suppl. – P. 464S-472S.

190. Pedersen D.J., Lessard S.J., Coffey V.G. High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine // J Appl Physiol. – 2008. – Vol. 105, N 1. – P. 7-13.

191. Penry J.T., Manore M.M. Choline: an important micronutrient for maximal endurance-exercise performance? // Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2008. – Vol. 18, N 2. – P. 191-203.

192. Phillips S.M., Hartman J.W., Wilkinson S.B. Dietary protein to support anabolism with resistance exercise in young men // J Am Coll Nutr. – 2005. – Vol. 24, N 2. – P. 134S-139.

193. Pieralisi G., Ripari P., Vecchiet L. Effects of a standardized ginseng extract combined with Dimethylaminoethanol bitartrate, vitamins, minerals, and trace elements on physical performance during exercise. // Clin Ther., 1991. V. 13. – N.3. – P.373-382.

194. Plisk S.S., Kreider R.B. Creatine controversy. J. Strength and Cond Res. 1999. - V. 21. P. 14-23.

195. Pons R., DeVivo D.C. Primary and secondary carnitine deficiency syndromes // J. Child Neurol. 1995. - №10. Suppl. P.2S8 – 2S24.

196. Poolel C., Wilborn C., Taylor L. The Role Of Post-Exercise Nutrient Administration On Muscle Protein Synthesis And Glycogen Synthesis // Journal of Sports Science and Medicine. – 2010. - N 9. – P. 354 – 363.

197. Prasad A.S.Zincanoverview // Nutr., 1995. – V. 11. – P. 93-99.

198. Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport // Sports Med. -2001. - Vol. 31, N 10). – P. 701-15.

199. Roberfroid M, Gibson GR, Hoyles L. Prebiotic effects: metabolic and health benefits // Br J Nutr. – 2010. – Vol. – 104, Suppl 2. – S. 1-63.

200. Robson-Ansley PJ, Gleeson M, Ansley L. Fatigue management in the preparation of Olympic athletes // J Sports Sci. – 2009. – Vol. 27, N 13. – P. 1409-20.

201. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. Nutrition and athletic performance // Med Sci Sports Exerc. – 2009. – Vol. 41, N 3. – P. 709-31.

202. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance // Am Diet Assoc. – 2009. – Vol. 109, N 3. – P. 509-27.

203. Sandstead H.H. Zinc deficiency. A public health problem? // Amer. J. Dis. Child., 1991. – V. 145. – P. 853-859; Prasad A.S. Zinc an overview // Nutr., 1995. – V. 11. – P. 93-99.

204. Schwenk T.L., Costley C.D. When wood becomes a drug: nonanabolic nutritional supplement use in athletes // Am. J. Sports Med., 2002. – V. 30. – N 6. – P. 907 – 916.

205. Sharp R.L. Swimming. // Nutrition in Sport. – Blackwell Science Ltd., 2000. – P.609 – 620.

206. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids and athletics // Curr Sports Med Rep. – 2007, Vol. 6, N 4. – P. 230-6.

207. Starling R.D., Trappe T.A., Short K.R., Sheffield-Moore M., Jozsi A.C., Fink W.J., Costill D.L. Effect of inosine supplementation on aerobic and anaerobic cycling performance // Med Sci Sports Ex., 1996. – V.28. – P. 1193–1198.

208. Stellingwerff T, Boit MK, Res PT. International Association of Athletics Federations. Nutritional strategies to optimize training and racing in middle-distance athletes // J Sports Sci. – 2007. – Vol. 25, Suppl 1. – S. 17-28.

209. Stephens F.B., Constantin-Theodosiu D., Greenhaff P.L. New insights concerning to role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle // J. Phisiol. 2007. – V.581. – P.431 – 444.

210. Tappel A.L. The inhibition of hematin-catalyzed oxidations by alpha-tocopherol // Arch. Biochem. 1954. V. 50. - P. 473-485.

211. Taylor L.L., Poole C, Penal E. Effects of combined creatine plus fenugreek extract vs. creatine plus carbohydrate supplementation on resistance training adaptation // Journal of Sports Science and Medicine. – 2011. - Vol. 10. – P. 254 – 260

212. Thomas C, Perrey S, Ben Saad H. Effects of a supplementation during exercise and recovery // Int J Sports Med. – 2007. – Vol. 28, N 8. – P. 703-12

213. Tipton KD, Jeukendrup AE, Hespel P; International Association of Athletics Federations. Nutrition for the sprinter // J Sports Sci. – 2007. - Vol. 25, Suppl 1. – S. 5-15.

214. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations // Clin Sports Med. – 2007. – Vol. 26, N 1. – P. 17-36.

215. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes // J Sports Sci. – 2004. – Vol. 22, N 1. – P. 65-79.

216. Ubeda N, Palacios Gil-Antuñano N, Montalvo Zenarruzabeitia Z. Food habits and body composition of Spanish elite athletes in combat sports // Nutr Hosp. – 2010. – Vol. 25, N 3. – P. 414-21.

217. Valentine R.J., Saunders M.J., Todd M.K. Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption // .Int J Sport Nutr Exerc Metab. – 2008. – Vol. 18, N 4. – P. 363-78.

218. Van der Beek E.J. Vitamin supplementation and physical exercise performance // J. of Sports Sciences. – 1991. – V.9. – P. 79 – 89.

219. Vieillevoye S, Poortmans JR, Duchateau J. Effects of a combined essential amino acids/carbohydrate supplementation on muscle mass, architecture and maximal strength following heavy-load training // Eur J Appl Physiol. – 2010. – Vol. 110, N 3. – P. 479-88.

220. Volpe S.L. Micronutrient requirements for athletes // Clin Sports Med. – 2007. – Vol. 26, N 1. – P. 119-30.

221. Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M. Fluids and hydration in prolonged endurance performance // Nutrition. – 2004. – Vol. 20, N 7-8. – P. 651-6.

222. Wallis G.A., Hulston C.J., Mann C.H. Postexercise muscle glycogen synthesis with combined glucose and fructose ingestion // Med Sci Sports Exerc. – 2008. – Vol. 40, N 10. – P. 1789-94.

223. Williams C., Brower J., Walker M. The effect of a high carbohydrate diet on running performances during a 30-km treadmill time trial // European Journal of Applied Physiology. – 1992. – V.65 – P. 18 – 24.

224. Williams M.H. Nutritional ergogenics in athletics // J Sports Sci., 1995. – V.13. – S63 – S74.

225. Williams M.H., Kreider R.B., Hunter D.W., Somma C.T., Shall L.M., Woodhouse M.L., Rokitski L. Effect of inosine supplementation on 3-mile treadmill run performance and VO2 peak // Med Sci Sports Ex., 1990. V. 22. – P.517–522.

226. Wischmeyer P.E. Parenteral Glutamine Supplementation in CriticalI llness // Clinical NutritionWeek 2013. Phoenix: Sage. 2013. – P. 13-14.

227. Zalcman I, Guarita HV, Juzwiak CR. Nutritional status of adventure racers // Nutrition. –2007. – Vol. 23, № 5. – P. 404-411.

228. Ziegler P, Nelson JA, Barratt-Fornell A. Energy and macronutrient intakes of elite figure skaters // J Am Diet Assoc. – 2001. – Vol.101, N 3. – P. 319-25.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к четвертому тому 3

Обозначения, сокращения и специальные термины 5

ВВЕДЕНИЕ 7

Глава 1. ЭНЕРГЕТИКА МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 13

Анаэробная продукция энергии 17

Аэробная продукция энергии 24

Глава 2. ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПОРТИВНЫХ ФАРМНУТРИЕНТОВ 33

Пищевые потребности спортсменов 34

Направления спортивного питания 37

Принципы базового питания 39

Эргогенная диетика 41

Продукты повышенной биологической ценности 43

Специализированные продукты спортивного питания 45

Глава 3. БЕЛКОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ БАЗОВОГО ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ 47

Особенности метаболизма белков и аминокислот 49

Биологическая ценность белков. 50

Аминокислотные комплексы 52

Глутамин 53

Протеины 55

Специализированные белковые продукты спортивного питания 62

Потребности спортсменов в белке 64

Глава 4. УГЛЕВОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ БАЗОВОГО ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ 67

Глюкоза. 67

Фруктоза и другие углеводы. 68

Ресинтез гликогена 69

Потребности спортсменов в углеводах 70

Глава 5. ЛИПИДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ БАЗОВОГО ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНА 71

Лецитин 73

Среднецепочечные триглицериды 75

Жиры в специализированных продуктах спортивного питания .. 75

Глава 6. ВИТАМИНЫ КАК СПОРТИВНЫЕ ФАРМНУТРИЕНТЫ 77

Моновитамины 77

Поливитаминные комплексы 98

Глава 7. МИНЕРАЛЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И МЕТАЛЛОХЕЛАТЫ ДЛЯ СПОРТА.....103

Три подхода к борьбе с микроэлементозами..... 105

Роль и место хелатных соединений в организме человека..... 108

Свойства основных металлов и микроэлементов.....111

Факторы, влияющие на содержание металлов и микроэлементов в организме человека. 125

Минералы и микроэлементы в поликомпонентном спортивном питании 126

ГЛАВА 8. ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОХЕЛАТОВ 131

Взаимодействие металлохелатов на уровне токсических доз 132

Глава 9. ИНТЕРАКЦИЯ МЕТАЛЛОХЕЛАТОВ КАК ФАРМНУТРИЕНТОВ.....141

Влияние уровня пищевого потребления..... 141

Влияние концентрации в крови..... 149

Взаимовлияния металлохелатов в тканях..... 163

Глава 10. ОПТИМИЗАТОРЫ МЕТАБОЛИЗМА И КОМПЛЕКСНЫЕ СРЕДСТВА БАЗОВОГО СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ.....181

Средства восстановления нормальной микрофлоры 182

Комплексные средства базового спортивного питания (спортивные напитки, батончики и гели)..... 186

Глава 11. ЭРГОГЕННЫЕ ФАРМНУТРИЕНТЫ 189

Полилактат 190

Диметиламиноэтанол 191

Карнозин 192

Креатин 194

Карнитин 195

Субстраты цикла Кребса
и энергодающие соединения 197

Глава 12. ФАРМНУТРИЕНТЫ В СОСТАВЕ ПРОДУКТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ 201

Монокомпонентные
специализированные продукты 201

Комбинированные диетические добавки 214

Глава 13. МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА СПОРТА 219

Циклические виды спорта 220

Скоростно-силовые виды спорта 225

Спортивные единоборства 228

Спортивные игры 231

Сложнокоординационные виды спорта 233

Многоборье и комбинированные виды спорта 236

Глава 14. ИННОВАЦИОННЫЕ РОССИЙСКИЕ ФАРМНУТРИЕНТЫ «МИОАКТИВСПОРТ» И «МИОАКТИВ ФОРСАЖ»..... 237

Особенности состава специализированных продуктов питания для спортсменов «МиоАктив»..... 241

Глава 15. ДОКЛИНИЧЕСКИЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ «МИОАКТИВСПОРТ» И «МИОАКТИВ ФОРСАЖ»..... 255

Доклинические исследования 255

Клинические испытания продукта «МиоАктив Форсаж» 264

ЛИТЕРАТУРА 273

СОДЕРЖАНИЕ 291

Николай Николаевич Каркищенко
Владимир Викторович Уйба
Владислав Николаевич Каркищенко
Евгений Борисович Шустов
Константин Валентинович Котенко
Станислав Людвигович Люблинский

ОЧЕРКИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ
Том 4. Векторы энергообеспечения

Формат 60/90 1/16. Бумага ЛА 100 гр/м^2. Печать офсетная.
Усл.-печ.л. 18,0. Тираж 1500 экз. Заказ № 576.
Подписано в печать 30.06.2014
Подготовка макета: ООО «Айсинг» ИЦ «ФАРМ-индекс»
199406, Санкт-Петербург, Средний пр., 99/18 лит. А
Тел. (812)327-05-12
Отпечатано в типографии ООО «Таро»
199106 г. Санкт Петербург, В.О. 24 линия д. 1