

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Л.В. Капилевич, Е.Ю. Дьякова,
Е.В. Кошельская, В.И. Андреев**

СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ С ОСНОВАМИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

*Рекомендовано УМО по специальностям
педагогического образования в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальности 050720.65 «Физическая культура»*

Издательство
Томского политехнического университета
2011

УДК 796.01:577.1(075.8)

ББК 75.0я73

К20

Капилевич Л.В.

К20 Спортивная биохимия с основами спортивной фармакологии: учебное пособие / Л.В. Капилевич, Е.Ю. Дьякова, Е.В. Кошельская, В.И. Андреев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 152 с.

ISBN 978-5-98298-987-1

В пособии излагаются основные сведения по биохимии спорта: задачи и методы данной науки, механизмы обмена веществ и энергии, роль отдельных компонентов пищи в обмене веществ. Особое внимание уделяется проблеме питания спортсменов. Отдельный раздел посвящен спортивной фармакологии – допингам и опасности их применения, а также препаратам, разрешенным к применению в спорте.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по педагогическим специальностям в области физической культуры и спорта.

УДК 796.01:577.1(075.8)

ББК 75.0я73

Рецензенты

Доктор биологических наук, профессор СибГМУ

Д.И. Кузьменко

Доктор медицинских наук, профессор ТГПУ

Т.В. Ласукова

ISBN 978-5-98298-987-1

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011

© Капилевич Л.В., Дьякова Е.Ю.,
Кошельская Е.В., Андреев В.И., 2011

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Часть 1 СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ	6
Химический состав организма	6
Белки.....	6
Нуклеиновые кислоты	10
Углеводы	12
Липиды	14
Общая характеристика обмена веществ	15
Пищеварение	15
Метаболизм.....	15
Витамины	17
Гормоны	22
Биохимия крови.....	28
Биохимия почек и мочи	35
Биохимия мышц, мышечного сокращения и расслабления	41
Строение мышечных клеток	41
Энергетика мышечной деятельности.....	45
Пути образования АТФ	46
Количественные критерии путей ресинтеза АТФ	48
Биохимические сдвиги в организме при мышечной работе	52
Молекулярные механизмы утомления, восстановления и адаптации к физической работе	56
Развитие охранительного (запредельного) торможения.....	56
Механизмы восстановления после мышечной работы	58
Биохимические закономерности адаптации к мышечной работе.....	61
Биохимические основы спортивной работоспособности	64
Биохимические основы питания	69
Особенности питания спортсменов	74
Часть 2 ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ	79
Основные задачи спортивной фармакологии	79
Недопинговые фармакологические средства	82
Адаптогены как перспективные биологически активные вещества	82

Препараты пластического и энергетического действия	89
Ноотропы	92
Антиоксиданты и антигипоксантаы	93
Иммуномодуляторы.....	96
Витамины и витаминные комплексы.....	96
Биологически активные добавки к пище.....	99
Гели, мази, кремы, растирки	103
Использование лекарственных средств для ускорения восстановления спортсменов, лечения и профилактики состояний перенапряжения различных систем организма	106
Синдром перенапряжения центральной нервной системы (ЦНС)	109
Синдром перенапряжения сердечно-сосудистой системы	109
Синдром перенапряжения печени (печеночно-болевой).....	110
Синдром перенапряжения нервно-мышечного аппарата (мышечно-болевой).....	110
Фармакологические средства на различных этапах подготовки спортсменов.....	112
Восстановительный период	114
Подготовительный период (базовый этап подготовки).....	115
Предсоревновательный период подготовки	116
Соревновательный период	117
Коррекция состояния спортсменов при перемещениях	118
Допинги	121
Применение допингов	124
Виды спорта и допинги	132
Допинг-контроль: организация, порядок проведения.....	136
Санкции к спортсменам, уличенным в применении допинга	140
Терапевтическое использование запрещенных субстанций	141
острые отравления допингами	142
генетический допинг.....	144
правовые аспекты применения допинга	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	150
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	151

ВВЕДЕНИЕ

Биохимия – наука, изучающая химическую природу веществ, входящих в состав живых организмов, и химические процессы, лежащие в основе их жизнедеятельности.

Задачи биохимии:

1. Изучение химического состава живого организма, строения и свойств молекул.
2. Изучение обмена веществ.
3. Изучение влияния на организм разнообразных физических нагрузок.

В целом раздел биохимии, занимающийся решением третьей задачи, называется «Функциональная, или частная, биохимия».

Направлением функциональной биохимии, исследующим влияние физических упражнений на организм спортсмена, является «Спортивная биохимия».

Значение биохимии:

- дает представление о химическом строении организма и о химических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности;
- описывает особенности обмена веществ во время физической работы и отдыха, эти закономерности необходимы для рационального построения тренировочного процесса, для установления оптимальных сроков восстановления;
- используя простейшие биохимические исследования, можно оценить соответствие физических нагрузок функциональному состоянию организма спортсменов, выявлять признаки перетренированности;
- знание закономерностей биохимических процессов, протекающих при мышечной работе и при восстановлении, лежит в основе разработки новых методов и средств повышения спортивной работоспособности, развития скоростно-силовых качеств и выносливости, ускорения восстановления после тренировки.

ЧАСТЬ 1

СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМА

Организм человека имеет следующий химический состав: вода – 60–65 %, органические соединения – 30–32 %, минеральные вещества – 4 %.

Наибольшее значение для живых организмов имеют органические соединения. Важнейшими классами органических соединений, входящих в живые организмы, являются белки, углеводы, липиды и нуклеиновые кислоты.

Белки

Белки выполняют в организме очень важные функции: ферментативный катализ, транспорт и накопление, сокращение и движение, иммунная защита, передача информации в клетку, регуляция метаболизма, механическая опора, энергетическая.

Строение белков

Белки – это высокомолекулярные соединения (полимеры), состоящие из аминокислот – мономерных звеньев, соединенных между собой пептидными связями. Все 20 аминокислот, встречающиеся в белках, это аминокислоты, общим признаком которых является наличие аминокислотной группы NH_2 и карбоксильной группы COOH . Аминокислоты отличаются друг от друга структурой группы R и, следовательно, свойствами. Все аминокислоты можно сгруппировать на основе полярности R -групп, т. е. их способности взаимодействовать с водой при биологических значениях pH .

Пептидные связи образуются при взаимодействии аминогруппы одной аминокислоты с карбоксильной группой другой аминокислоты: пептидная связь – это амидная ковалентная связь, соединяющая аминокислоты в цепочку.

Молекула белка имеет четыре уровня структурной организации.

Первый уровень – первичная структура. Первичная структура характеризуется порядком (последовательностью) чередования аминокислот в полипептидной цепи. Даже одинаковые по длине и аминокислотному составу пептиды могут быть разными веществами потому, что последовательность аминокислот в цепи у них разная. Последовательность аминокислот в белке уникальна и определяется генами.

Второй уровень пространственной организации – вторичная структура (рис. 1). Известно несколько видов вторичной структуры: α -спираль – образуется внутрицепочечными водородными связями между NH-группой одного остатка аминокислоты и CO-группой четвертого от нее остатка; β -структура (складчатый лист) – образуется межцепочечными водородными связями или связями между участками одной полипептидной цепи, изогнутой в обратном направлении; беспорядочный клубок – это участки, не имеющие правильной, периодической пространственной организации. Но конформация этих участков также строго обусловлена аминокислотной последовательностью. Содержание α -спиралей и β -структур в разных белках различно: у фибриллярных белков – только α -спираль или только β -складчатый лист; а у глобулярных белков – отдельные фрагменты полипептидной цепи: либо α -спираль, либо β -складчатый лист, либо беспорядочный клубок. В одном и том же белке могут присутствовать все три способа укладки полипептидной цепи.

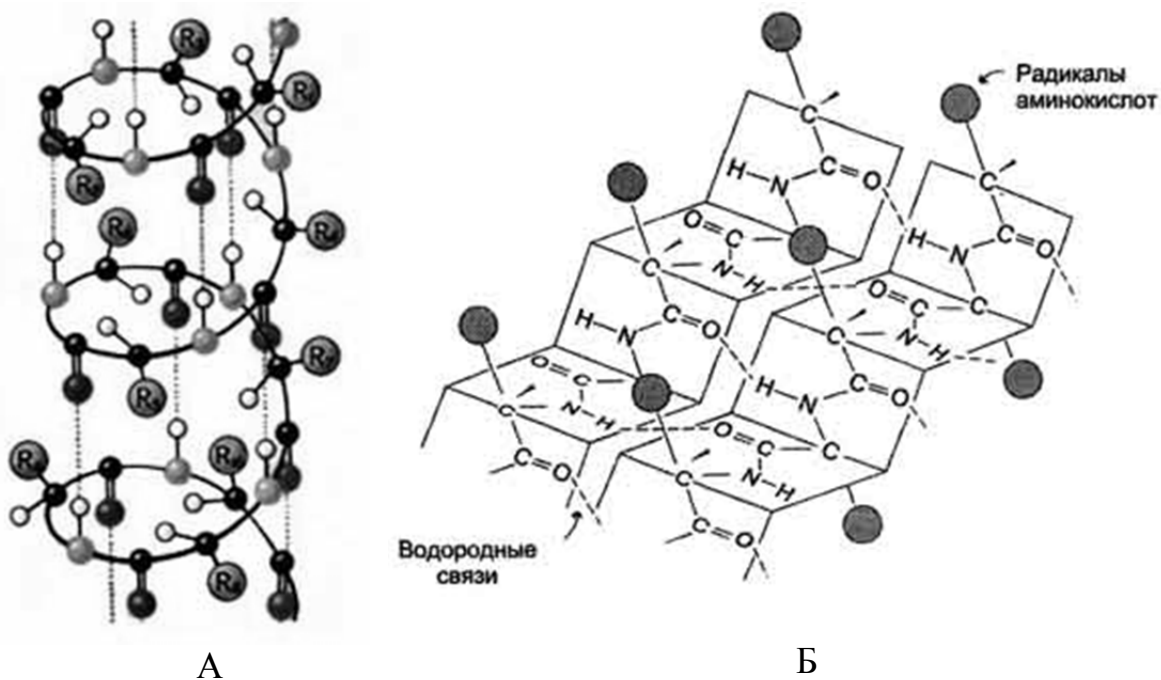


Рис. 1. Вторичная структура белка (А – α -спираль, Б – β -складчатый слой)

Третий уровень пространственной организации – третичная структура. Представляет собой ориентацию в пространстве полипептидной цепи, содержащей α -спирали, β -структуры и участки без периодической структуры (беспорядочный клубок). Дополнительное складывание скрученной полипептидной цепи образует компактную структуру. Это происходит, прежде всего, в результате взаимодействия между боковы-

ми цепями аминокислотных остатков. Такая структура стабилизируется электростатическими силами, водородными связями, гидрофобными взаимодействиями и дисульфидными связями.

Пространственная форма всей белковой молекулы получила название конформация. Конформация характеризуется нестабильностью и может легко изменяться, что влияет на биологические функции белка. Конформация, находясь в которой белок обладает биологической активностью, называется нативной.

Четвертичной структурой обладают только некоторые белки. Четвертичная структура – это сложное надмолекулярное образование, состоящее из нескольких белков, имеющих свою собственную первичную, вторичную и третичную структуры. Каждый белок, входящий в состав четвертичной структуры, называется субъединицей.

Объединяются субъединицы в четвертичную структуру за счет слабых нековалентных связей (ионных, водородных, гидрофобных), и поэтому четверичная структура неустойчива и легко диссоциирует на субъединицы.

Классификация белков

Существует несколько классификаций белков. Среди них наиболее распространены две:

1. По составу белки делятся на простые (протеины) и сложные (протеиды). Простые белки состоят только из аминокислот (альбумины, глобулины, гистоны, белки опорных тканей). Сложные белки содержат еще компоненты неаминокислотной природы. Небелковую часть называют простетической группой, а белковую апопротеином. Например, фосфопротеиды содержат фосфорную кислоту, нуклеопротеиды содержат нуклеиновую кислоту, гликопротеиды содержат углевод и др.
2. Классификация белков по пространственной форме. В этом случае белки разделяются на два больших класса: глобулярные и фибриллярные. Молекулы глобулярных белков имеют шарообразную или эллипсоидную форму. Примером таких белков служат альбумины и глобулины плазмы крови. Фибриллярные белки представляют собою вытянутые молекулы. К таким белкам, прежде всего, необходимо отнести коллаген.

Физико-химические свойства белков

1. Денатурация.

Белковая молекула имеет нативную (функциональную) конформацию благодаря наличию большого числа слабых связей и быстро дена-

турирует при изменении условий среды, от которых зависит стабильность этих связей. Изменение температуры, ионной силы, pH, а также обработка органическими или некоторыми дестабилизирующими агентами может привести к нарушению нативной конформации, что и называется денатурацией. Денатурирующие вещества образуют связи с аминоклуппами или карбонильными группами пептидного остова или некоторыми боковыми остатками аминокислот, подменяя собственные внутримолекулярные связи в белке, вследствие чего вторичная и третичная структуры изменяются. Эти изменения не затрагивают первичную структуру, при этом биологическая активность белка утрачивается.

2. Ренативация.

При определенных условиях денатурированный белок может быть ренативирован (обратимая денатурация). Это происходит при удалении денатурирующего или дестабилизирующего фактора. Например, при удалении мочевины диализом полипептиды самопроизвольно восстанавливают свою нативную конформацию. То же происходит при медленном охлаждении денатурированного нагреванием белка.

3. Молекулярная масса.

Белки являются высокомолекулярными соединениями. Например, в составе рибонуклеазы (фермента, расщепляющего РНК) содержится 124 аминокислотных остатка, и ее молекулярная масса составляет примерно 14 000. Миоглобин (белок мышц), состоящий из 153 аминокислотных остатков, имеет молекулярную массу 17 000, а гемоглобин – 64 500 (574 аминокислотных остатка). Молекулярные массы других белков более высокие: глобулин (образует антитела) состоит из 1250 аминокислот и имеет молекулярную массу около 150 000, а молекулярная масса фермента глутаматдегидрогеназы превышает 1 000 000.

4. Амфотерность.

Важнейшим свойством белков является их способность проявлять как кислые, так и основные свойства, то есть выступать в роли амфотерных электролитов. Это обеспечивается за счет различных диссоциирующих группировок, входящих в состав радикалов аминокислот. Например, кислотные свойства белку придают карбоксильные группы аспарагиновой, глутаминовой аминокислот, а щелочные – радикалы аргинина, лизина и гистидина. Чем больше дикарбоновых аминокислот содержится в белке, тем сильнее проявляются его кислотные свойства, и наоборот. В щелочной среде белок отдает протон и заряжается отрицательно, тогда как в кислой среде подавляется диссоциация кислотных групп и белок становится катионом. Таким образом, фактором, определяющим поведение белка как катиона или аниона, является реакция среды, которая определяется концентрацией водородных ионов и выражается величиной pH.

Однако при определенных значениях рН-число положительных и отрицательных зарядов уравнивается и молекула становится электронейтральной, т. е. она не будет перемещаться в электрическом поле. Такое значение рН-среды определяется как изоэлектрическая точка белков.

5. Растворимость в воде.

Белки обладают большим сродством к воде, т. е. они гидрофильны. Молекулы белка, как заряженные частицы, притягивают к себе диполи воды, которые располагаются вокруг белковой молекулы и образуют водную или гидратную оболочку. Эта оболочка предохраняет молекулы белка от склеивания и выпадения в осадок. Величина гидратной оболочки зависит от структуры белка.

6. Высаливание.

Белки обладают свойством обратимого осаждения, т. е. выпадением белка в осадок под действием определенных веществ, после удаления которых он вновь возвращается в свое исходное (нативное) состояние. Для высаливания белков используют соли щелочных и щелочноземельных металлов (наиболее часто в практике используют сульфат натрия и аммония). Эти соли удаляют водную оболочку (вызывают обезвоживание) и снимают заряд.

Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты выполняют в организме человека следующие функции: ДНК – хранение наследственной информации, РНК – реализацию генетической информации и каталитическую функцию.

Строение нуклеиновых кислот

Нуклеиновые кислоты представляют линейные полимеры нуклеозидмонофосфатов, то есть полинуклеотиды. Нуклеотиды построены из трех компонентов: пиримидинового или пуринового основания, углевода (пентозы) и фосфорной кислоты. Нуклеотиды связаны между собой в цепь фосфодиэфирной связью. Она образуется за счет этерификации ОН-группы С-3-пентозы одного нуклеотида и ОН-группы фосфатного остатка другого нуклеотида.

Молекула нуклеиновой кислоты имеет два уровня структурной организации.

Первичная структура нуклеиновых кислот определяется как последовательность нуклеотидных остатков в полимерной цепи. Многообразие молекул ДНК и РНК объясняется их первичной структурой.

Вторичная структура у молекул ДНК и РНК разная. Молекула ДНК представляет собой правозакрученную спираль, состоящую из двух по-

линуклеотидных цепей с антипараллельным ходом. Это означает, что 3-концу одной цепи соответствует 5-конец другой цепи, и наоборот. Остатки оснований направлены внутрь спирали. На один виток спирали приходится 10 пар оснований. Цепи ДНК не идентичны, так как нуклеотидный состав их различен, однако первичная структура одной цепи предопределяет нуклеотидную последовательность другой цепи, то есть они комплементарны друг другу. Это связано с существованием комплементарных пар оснований. Физико-химическую основу комплементарности составляют водородные связи, которые могут образоваться только между аденином одной цепи и тимином другой, противоположно направленной цепи (пара А–Т), и аналогично между гуанином и цитозином (пара Г–Ц).

Молекула РНК состоит из одной полинуклеотидной цепи. Отдельные участки этой цепи (до 20–30 нуклеотидных пар) могут быть комплементарны между собой и образуют спиральную структуру за счет связей между аденином и урацилом (пара А–У) и гуанином и цитозином (пара Г–Ц). Между спирализованными участками располагаются одноцепочечные петли. Существует несколько разновидностей РНК: матричная (мРНК), транспортная (тРНК), рибосомная (рРНК).

Классификация нуклеиновых кислот

В одну молекулу нуклеиновых кислот может входить углевод только одного вида – рибоза или дезоксирибоза. На этом основании все нуклеиновые кислоты делятся на два типа: рибонуклеиновые – РНК (содержат рибозу) – и дезоксирибонуклеиновые – ДНК (содержат дезоксирибозу).

Физико-химические свойства нуклеиновых кислот

1. Денатурация.

Вторичная структура DNA стабилизируется лишь слабыми водородными и гидрофобными связями, следовательно, DNA способна к денатурации (плавлению) при повышении температуры до 80–90 °С. При денатурации двухспиральная молекула ДНК разделяется на отдельные цепи. Температура, при которой 50 % ДНК денатурировано, называется температурой плавления и зависит от качественного состава ДНК.

2. Ренатурация.

Если раствор денатурированной ДНК медленно охлаждать (отжиг), то вновь возникают слабые связи между комплементарными цепями, и может получиться спиральная структура, идентичная исходной (нативной).

3. Растворимость в воде.

В воде ДНК образует вязкие растворы, при нагревании таких растворов до 60 °С или при действии щелочей двойная спираль распадается на две составляющие цепи.

4. Молекулярная масса.

Молекулярная масса нуклеиновых кислот сильно варьирует, но в целом очень большая, особенно у ДНК. В ядре клетки человеческого организма содержится 46 молекул ДНК, в составе каждой из них – 3,5 млрд пар мононуклеотидов. В митохондриях есть циклическая ДНК, ее молекула содержит 16 тыс. пар мононуклеотидов. Сначала была расшифрована структура митохондриальной ДНК. В ней закодирована информация о строении 13-ти полипептидных цепей, 2-х рибосомальных РНК и 22-х транспортных РНК.

Углеводы

В основном углеводы выполняют энергетическую функцию. Главными источниками энергии являются глюкоза и гликоген. Кроме того, из углеводов могут синтезироваться липиды, некоторые аминокислоты, пентозы. Углеводы входят как составная часть в структурно-функциональные компоненты клетки – гликолипиды и гликопротеины.

Строение углеводов

Углеводы – это альдегидспирты или кетоспирты и их производные.

Классификация углеводов

По современной классификации углеводы делятся на три основные группы: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Моносахариды (простые сахара) не подвергаются гидролизу, получить из них более простые углеводы невозможно. К моносахаридам относятся: рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза и др.

Олигосахариды состоят из нескольких (до 10) моносахаридов, соединенных ковалентными связями. При гидролизе они распадаются на входящие в их молекулы моносахариды. Наиболее распространены дисахариды, такие как: сахароза (пищевой или тростниковый сахар), содержащая в своей молекуле остатки глюкозы и фруктозы, лактоза (молочный сахар), состоящая из остатков глюкозы и галактозы, и др.

Полисахариды представляют собой длинные неразветвленные или разветвленные цепи, включающие сотни, тысячи моносахаридов. Чаще всего полисахариды состоят из глюкозы. Наиболее распространены следующие полисахариды: целлюлоза (клетчатка), крахмал, гликоген. Все они состоят только из остатков глюкозы.

Физико-химические свойства углеводов

1. Молекулярная масса.

Среди углеводов встречаются как достаточно простые соединения с молекулярной массой около 200, так и гигантские полимеры, молекулярная масса которых составляет несколько миллионов.

2. Растворимость в воде.

Моносахариды очень легко растворимы в воде, легко образуют сиропы, из которых выделить их в кристаллическом виде бывает очень трудно.

3. Окисление.

Как и у всех альдегидов, окисление моносахаридов приводит к соответствующим кислотам. Так, при окислении глюкозы аммиачным раствором гидрата окиси серебра образуется глюконовая кислота (реакция «серебряного зеркала»).

4. Восстановление.

Восстановление сахаров приводит к многоатомным спиртам. В качестве восстановителя используют водород в присутствии никеля, алюмогидрид лития и др.

5. Алкилирование (образование простых эфиров).

Под действием метилового спирта при наличии газообразного хлористого водорода атом водорода гликозидного гидроксила замещается на метильную группу.

6. Ацилирование (образование сложных эфиров).

При действии на глюкозу уксусного ангидрида образуется сложный эфир – пентаацетилглюкоза.

Основные углеводы в организме человека

Основным природным углеводом является глюкоза, которая может находиться как в свободном виде (моносахарид), так и в составе олигосахаридов (сахароза, лактоза и др.) и полисахаридов (клетчатка, крахмал, гликоген).

Эмпирическая формула глюкозы $C_6H_{12}O_6$. Однако, как известно, глюкоза может иметь различные пространственные формы (ациклическую и циклическую). В организме человека почти вся глюкоза (свободная и входящая в олиго- и полисахариды) находится в циклической форме.

Свободная глюкоза в организме человека в основном находится в крови, где ее содержание довольно постоянно и колеблется в узком диапазоне от 3,0 до 6,1 ммоль/л (70–110 мг %).

Другим углеводом, типичным для человека и высших животных, является гликоген. Состоит гликоген из сильно разветвленных молекул большого размера, содержащих десятки тысяч остатков глюкозы. Эмпирическая формула гликогена – $(C_6H_{10}O_5)_n$ ($C_6H_{10}O_5$ – остаток глюкозы).

Гликоген является запасной, резервной формой глюкозы. Основные запасы гликогена сосредоточены в печени (до 5–6 % от массы печени) и в мышцах (до 2–3 % от их массы).

Глюкоза и гликоген в организме выполняют энергетическую функцию, являясь главными источниками энергии для всех клеток организма.

Липиды

Биологические функции липидов определяются прежде всего тем, что они являются источниками энергии. Эту функцию выполняют жирные кислоты, освобождающиеся после распада жиров. Фосфолипиды, гликолипиды и холестерин участвуют в образовании клеточных мембран. Производные некоторых полиненасыщенных жирных кислот (простагландины) выполняют регуляторную функцию, эти жирные кислоты представляют собой незаменимые пищевые компоненты. Холестерин является структурным компонентом мембран, а также предшественником желчных кислот и стероидных гормонов.

Строение липидов

Молекула жира состоит из остатка многоатомного спирта и остатков жирных кислот, соединенных сложноэфирной связью.

Жирные кислоты, входящие в состав жиров, делятся на предельные, или насыщенные (не имеют двойных связей), и непредельные, или ненасыщенные (содержат одну или несколько двойных связей).

Отличаются друг от друга жиры разного происхождения набором жирных кислот.

Адиipoциты (жировые клетки) состоят из триглицеридов. В состав биомембран входят фосфолипиды, гликолипиды и холестерин.

Классификация липидов

Липиды делятся на жиры и жироподобные вещества (липоиды).

Физико-химические свойства липидов

1. Растворимость.

Жиры нерастворимы в воде, хорошо растворимы в органических растворителях, но обычно плохо растворимы в спирте.

2. Гидролиз.

При обработке перегретым паром, минеральными кислотами или щелочью жиры подвергаются гидролизу (омылению) с формированием глицерина и жирных кислот или их солей, образуя мыла. При сильном взбалтывании с водой образуют эмульсии. Примером стойкой эмульсии жира в

воде является молоко. Эмульгирование жиров в кишечнике (необходимое условие их всасывания) осуществляется солями желчных кислот.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите важнейшие классы органических соединений, входящие в живые организмы.
2. Какие функции в организме человека выполняют белки?
3. Какой связью стабилизируется первичная структура белковой молекулы?
4. Приведите примеры глобулярных белков.
5. Опишите структуру ДНК.
6. Приведите примеры полисахаридов.
7. В каких органах человека сосредоточены запасы гликогена?
8. По какому признаку жирные кислоты делятся на насыщенные и ненасыщенные?
9. Сколько выделяется энергии при окислении 1 г жира?

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Обменные процессы, протекающие в организме, можно условно разделить на два этапа: пищеварение и метаболизм.

Пищеварение

В процессе пищеварения пищевые вещества расщепляются под действием пищеварительных ферментов и превращаются в простые соединения, универсальные для всех живых организмов. Поэтому конечные продукты пищеварения могут вводиться во внутреннюю среду организма и использоваться клетками для разнообразных целей.

Метаболизм

Метаболизм — это совокупность химических реакций, протекающих во внутренней среде организма, т. е. в его клетках.

В свою очередь, метаболизм делится на катаболизм и анаболизм.

Катаболизм — химические реакции, за счет которых крупные молекулы подвергаются расщеплению и превращаются в молекулы меньшего размера. Конечными продуктами катаболизма являются такие простейшие вещества, как CO_2 , H_2O и NH_3 .

Для катаболизма характерны следующие закономерности:

- преобладают реакции окисления;
- протекает с потреблением кислорода;

- освобождается энергия, половина которой аккумулируется в форме химической энергии аденозинтрифосфата (АТФ). Другая часть энергии выделяется в виде тепла.
Анаболизм включает разнообразные реакции синтеза.
Анаболизм характеризуется следующими особенностями:
- типичны реакции восстановления;
- происходит потребление водорода;
- протекает с потреблением энергии, источником которой является АТФ.

Основное назначение метаболизма

Одновременное протекание реакций катаболизма и анаболизма приводит к обновлению химического состава организма, что является обязательным условием его жизнедеятельности. В случае преобладания анаболизма над катаболизмом происходит накопление химических веществ в организме, в первую очередь белков. Накопление белков в организме – обязательное условие его роста и развития. Кроме того, метаболизм обеспечивает энергией (в форме молекул АТФ) все потребности организма.

Интеграция метаболизма

Для катаболизма и анаболизма, образующих единую систему обмена веществ, характерно:

- наличие общих промежуточных продуктов в большей части метаболических путей;
- возможность взаимопревращений через общие метаболиты;
- использование общих коферментов и необходимость их постоянной циркуляции;
- наличие общего пути катаболизма и единой системы освобождения и использования энергии (дыхательная цепь);
- наличие сходных механизмов регуляции.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение процессу пищеварения.
2. Какие закономерности характерны для катаболических реакций в организме человека?
3. Какие закономерности характерны для анаболических реакций в организме человека?
4. В чем заключается основное назначение метаболизма?
5. Какие вещества являются простейшими продуктами катаболизма?
6. Чем определяется интеграция метаболизма?

ВИТАМИНЫ

Витамины – это низкомолекулярные органические соединения, которые необходимы в малых количествах для нормальной жизнедеятельности организма. При этом человеческий организм большинство таких веществ синтезировать не может, до недавнего времени он получал их только с пищей. Некоторые витамины в ограниченном количестве вырабатываются микрофлорой кишечника.

Роль витаминов в организме человека

Роль витаминов в обеспечении нормальной жизнедеятельности организма человека очень значительна. Они являются биокатализаторами химических реакций, происходящих при построении и постоянном обновлении живых структур организма и при регулировании обмена веществ.

Потребность организма в витаминах

Витамины требуются организму от нескольких микрограммов до нескольких миллиграммов (табл. 1).

Недостаток витаминов в пище или изменение процессов их усвоения приводит к нарушению обмена веществ и в конечном счете к развитию гипо- и авитаминозов. При избыточном поступлении витаминов в организм развивается состояние, называемое гипервитаминозом (табл. 2).

Под авитаминозом понимают практически полное отсутствие какого-либо витамина в организме, проявляющееся возникновением специфического симптомокомплекса, например, цинги, пеллагры. Гиповитаминозом считают сниженное по сравнению с потребностями содержание витаминов в организме. Гиповитаминоз клинически проявляется только отдельными и не резко выраженными симптомами из числа специфичных для определенного авитаминоза, а также мало специфических, общих для различных видов гиповитаминозов (например, снижение аппетита и работоспособности, быстрая утомляемость). Недостаточность одновременно нескольких витаминов обозначают как полигиповитаминоз.

Классические авитаминозы встречаются весьма редко, в основном в условиях длительного голода, когда витаминная недостаточность сопутствует алиментарной дистрофии, при вынужденном резком обеднении рациона питания (например, при невозможности доставки продуктов участникам отдаленных экспедиций, войскам в окружении и т. д.), поступлении в организм в больших количествах антивитаминов, а также при некоторых наследственных ферментопатиях и тяжелых заболеваниях пищеварительной системы, сопровождающихся синдромом мальабсорбции.

Таблица 1

*Суточная потребность взрослого человека
в витаминах и минеральных элементах*

Наименование	Количество
Витамин С	60–70 мг
Витамин В1	1,5 мг
Витамин В2	2 мг
Витамин В6	2 мг
Витамин В12	3 мкг
Витамин В3	5–7 мг
Витамин РР	20 мг
Фолиевая кислота	200 мкг
Витамин А	1 мг
Витамин Е	10 мг
Витамин Д	2,5 мкг
Холин	100–300 мг
Витамин Р	30–50 мг
Витамин F	до 400 мг
Кальций	800 мг
Магний	400 мг
Фосфор	1200 мг
Железо	10–20 мг
Медь	2 мг
Цинк	15 мг
Йод	100–200 мкг
Марганец	5–10 мг
Хром	500 мкг
Кобальт	300 мкг
Молибден	200 мкг
Селен	30–100 мкг
Сера	500–3000 мг

Таблица 2

*Некоторые из возможных побочных эффектов
приема избыточных доз витаминов*

Витамин	Токсическая доза	Побочные эффекты
А	более 200 мкг	гидроцефалия, цирроз
Р	более 1250 мкг	гиперкальцемия, апатия, флебиды, головная боль
Е	более 150 мкг	слабость, быстрая утомляемость, диарея, гиперхолестеринемия
В6	более 200 мкг	слабость, быстрая утомляемость, сенсорная невропатия
РР	более 100 мкг	бронхоспазм, гипергликемия, гепатит
С	более 2 г	тошнота, диарея

Более распространены гиповитаминозы, причинами которых, кроме перечисленных, могут быть длительное парентеральное питание, нерациональная химиотерапия, хронические интоксикации, в том числе инфекционные болезни, злокачественные новообразования. Кроме того, формированию гиповитаминозов способствует широкое использование в питании рафинированных продуктов, лишенных витаминов в процессе их производства (хлеба тонкого помола, сахара и др.); потеря витаминов при длительном хранении и неправильной кулинарной обработке продуктов; тенденция к замене в домашнем питании свежих продуктов консервами. Недостаток витаминов уменьшает адаптационные возможности организма, что выражается в снижении устойчивости к действию инфекционных и токсических факторов, физической и умственной работоспособности, в замедлении выздоровления при острых заболеваниях, в повышении вероятности обострения хронических болезней.

Классификация витаминов

Все витамины делятся на водорастворимые и жирорастворимые.

Краткая характеристика отдельных витаминов

Водорастворимые

Витамин В1 (тиамин) способствует активному использованию в обмене веществ белков, жиров и углеводов. Принимает активное участие в регуляции сердечной деятельности, а также кишечника. Большое значение имеет в регуляции жирового обмена, синтезируя жирные кислоты. При гиповитаминозе В1 страдает не только функция сердечной мышцы, но и центральной нервной системы. Много этого витамина содержится в муке грубого помола (особенно в ржаном хлебе), картофеле, бобовых, капусте, а в пище животного происхождения – в почках, печени, мозгах.

Витамин В2 (рибофлавин) имеет первостепенное значение в регуляции работы органов пищеварения, а в сочетании с витамином А – и для функции органов зрения. Этот витамин оказывает активное влияние и на обмен белков и углеводов. При данном гиповитаминозе наблюдается отставание в росте и развитии, происходит выпадение волос, воспаление слизистых оболочек глаз и ротовой полости, развивается малокровие и ухудшается функция печени. Богаты витамином В2 молочные продукты, мясо, печень, почки, сердце, яичный желток, грибы, пищевые дрожжи. Он содержится также в овощах и фруктах.

Витамин В3 (ниацин). Снижает уровень холестерина, способствует усвоению белков, жиров и сахаров, снижает высокое кровяное давление, поддерживает нервную систему и желудочно-кишечный тракт, от-

вечает за здоровый вид кожи, предотвращает такое заболевание, как пеллагра, повышает работоспособность организма. Содержится в мясе, молоке, яйцах, рыбе, птице, зерновых. Недостаток приводит к головокружениям, слабости, расстройствам желудочно-кишечного тракта.

Витамин B5, или PP, или никотиновая кислота, активно участвует в дыхании организма, стимулирует обмен веществ в клетках, повышает активность пищеварительных ферментов, участвует в механизме свертываемости крови. При дефиците этого витамина развиваются воспалительные и дегенеративные изменения кожи вплоть до появления пеллагры. Серьезно страдает система пищеварения, одним из тягостных симптомов являются хронические поносы. Поражение нервной системы протекает в виде тех или иных нервно-психических расстройств. Гиповитаминоз PP обычно проявляет себя при однообразном питании. Богаты по содержанию этого витамина пищевые дрожжи, мясо, печень, бобовые, гречневая и перловая крупа, картофель, орехи, сыр. Много его и в ржаном хлебе, молоке, капусте.

Витамин B6 (пиридоксин) регулирует обменные процессы нервной системы, кожи, печени. При недостатке его в организме наблюдается общая слабость, повышенная утомляемость, симптомы неврастения, затруднения при ходьбе. Главными поставщиками витамина B6 являются злаки, дрожжи, мясо, яичный желток и многие свежие овощи.

Витамин B12 (цианкобаламин) – обязательный компонент, без которого не может нормально синтезироваться ряд аминокислот. Он является непременной составной частью процессов кроветворения, особенно для созревания эритроцитов и свертываемости крови. Играет существенную роль и в обмене углеводов и жиров. При данном гиповитаминозе развивается малокровие за счет резкого снижения числа эритроцитов. Витамин B12 богаты печень, мясо, яйца, рыба, молочнокислые продукты, дрожжи.

Витамин B15 (кальция пангамат) благоприятно влияет на обмен жиров, улучшает питание органов и тканей кислородом, регулирует работу мышц, печени. Обладает антисклеротическими свойствами. Содержится в разнообразных продуктах питания.

Витамин C (аскорбиновая кислота). Активизирует пищеварительные ферменты, является абсолютно необходимым для роста и развития молодого организма. Принимает активное участие в образовании ряда гормонов, регулирует кислотно-щелочной состав крови. Велика роль витамина C в регуляции деятельности сосудистой системы. Он активно участвует и в обмене углеводов. При его недостаточности снижается работоспособность, активность иммунитета, что делает организм восприимчивым к инфекциям. В тяжелых случаях развивается цинга. Весьма богаты вита-

мином С шиповник, черная смородина, лимон и многие другие овощи, фрукты, ягоды. Следует подчеркнуть, что витамин С малоустойчив к кулинарной обработке. Он быстро разрушается при чрезмерном нагревании, при длительном хранении соленых и маринованных овощей, а также компотов, варенья. Овощи, фрукты и ягоды поэтому лучше всего употреблять в свежем виде. А при варке их рекомендуется опускать в кипящую воду и варить в плотно закрытой посуде.

Жирорастворимые

Витамин А участвует в обмене фосфора, способствуя правильному развитию и формированию костей, это особенно важно в молодом возрасте, за что, кстати, этот витамин называют витамином роста. Он также поддерживает питание кожи и слизистых оболочек, стимулирует деятельность поджелудочной железы. Этот витамин необходим для нормальной функции глаз. Известно его регулирующее влияние на обмен жиров. При недостаточности витамина А довольно быстро нарушается обмен веществ, что проявляется в развитии кожных заболеваний, в частности фурункулеза, экземы. Существенно страдает и зрение, снижается иммунитет, что вызывает повышенную предрасположенность к инфекционным заболеваниям.

Витамин Д принимает активное участие в минеральном обмене, главным образом фосфора и кальция, что особенно важно для детского организма. Потому этот витамин называют еще антирахитическим. При его дефиците в организме у детей развивается рахит, кроме того нарушаются функции паращитовидной железы, что приводит к нарушению костного скелета. Наиболее богатыми по содержанию витамином Д, а также и витамином А являются сливочное масло, цельное молоко, яичный желток, рыбий жир, печень трески и других рыб. Кроме того, витамин Д может синтезироваться в организме под влиянием ультрафиолетовых лучей солнца. А витамин А синтезируется в печени человека из каротина (провитамин А), в большом количестве содержащегося в моркови, шпинате, салате, помидорах, щавеле, шиповнике.

Витамин Е (токоферол) еще называют витамином размножения, поскольку он оказывает регулирующее влияние на развитие пола, особенно в период внутриутробного развития ребенка. В том или ином количестве он содержится в продуктах животного происхождения, а также в зелени.

Витамин К оказывает регулирующее влияние на процессы свертываемости крови, действуя через печень путем стимуляции синтеза в ней соответствующих ферментов. При недостаточности витамина К страдает процесс образования протромбина, а это способствует высокой предрасположенности к кровотечениям. К продуктам с богатым содержанием этого витамина относятся капуста и другая зелень, ягоды рябины, морковь, томаты.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается биологическая роль витаминов?
2. На какие две группы делятся витамины?
3. В чем заключается отличие авитаминоза от гиповитаминоза?
4. Перечислите причины гиповитаминозов.
5. Можно ли употреблять витамины в неограниченном количестве?
6. В каких процессах организма человека участвует витамин В12?
7. В каких продуктах питания содержится большое количество витамина К?
8. Какие витамины могут быть синтезированы в кишечнике человека и при каких условиях?

ГОРМОНЫ

Гормоны – органические вещества разнообразного строения, оказывающие регулирующее влияние на метаболизм и физиологические функции органов.

Выделяются гормоны органами – железами внутренней секреции, они не имеют выводных протоков и выделяют гормоны непосредственно в кровь.

Механизм действия гормонов

Сами гормоны непосредственно не влияют на какие-либо реакции клетки. Только связавшись с определенным, свойственным только ему рецептором, гормон вызывает определенный эффект.

Гормоны разделяют на водо- и жирорастворимые. Принадлежность к какому-то из этих классов обуславливает их механизм действия. Это объясняется тем, что жирорастворимые гормоны могут спокойно проникать через клеточную мембрану, которая состоит преимущественно из бислойа липидов, а водорастворимые этого не могут. В связи с этим рецепторы для водо- и жирорастворимых гормонов имеют различное место локализации (мембрана или цитоплазма). Связавшись с мембранным рецептором, гормон вызывает каскад реакций в самой клетке, но никак не влияет на генетический материал. Комплекс цитоплазматического рецептора и гормона может воздействовать на ядерные рецепторы и вызывать изменения в генетическом аппарате, что ведет к синтезу новых белков.

Влияние гормонов может меняться при нарушениях метаболизма, изменениях физико-химических параметров организма (температура, кислотность, осмотическое давление) и концентрации важнейших субстратов, возникающих при заболеваниях, а также при выполнении мышечной работы. Следствием этого является усиление или ослабление влияния гормонов на соответствующие органы.

Классификация гормонов

1. Гормоны белковой природы (белки и полипептиды): гормоны гипоталамуса, гипофиза, кальцитонин щитовидной железы, гормон паращитовидных желез, гормоны поджелудочной железы.
2. Гормоны – производные аминокислоты тирозина: йодсодержащие гормоны щитовидной железы, гормоны мозгового слоя надпочечников.
3. Гормоны стероидного строения: гормоны коры надпочечников, половых желез.

Регуляция образования гормонов

Синтез и выделение гормонов в кровь находятся под контролем нервной системы. В упрощенном виде взаимосвязь между гормональной (эндокринной) и нервной системами можно представить следующим образом. При воздействии на организм каких-либо внешних факторов или же при возникновении изменений в крови и в различных органах соответствующая информация передается по афферентным (чувствительным) нервам в ЦНС. В ответ на полученную информацию в гипоталамусе (часть промежуточного мозга) вырабатываются биологически активные вещества (гормоны гипоталамуса), которые затем поступают в гипофиз (мозговой придаток) и стимулируют или тормозят в нем секрецию так называемых тропных гормонов (гормоны передней доли). Тропные гормоны выделяются из гипофиза в кровь, переносятся в железы внутренней секреции и вызывают в них синтез и секрецию соответствующих гормонов, которые далее воздействуют на органы-мишени. Таким образом, в организме имеется единая нервно-гормональная или нейрогуморальная регуляция.

Все железы внутренней секреции функционируют согласованно и оказывают друг на друга взаимное влияние. Введение в организм гормонов не только сказывается на функции железы, вырабатывающей вводимый гормон, но и может оказать негативное воздействие на состояние всей нервно-гормональной регуляции в целом. Поэтому использование в качестве допингов гормональных препаратов является опасным для здоровья спортсменов.

Железы внутренней секреции и выделяемые ими гормоны

Гипоталамус. Выделяет либерины, которые стимулируют выработку гипофизом гормонов, и статины, тормозящие выработку гормонов гипофизом.

Гипофиз. Делится на три доли, каждая из которых выделяет свои гормоны.

Передняя доля выделяет гормон роста (соматотропин), тиреотропный гормон, адренокортикотропный гормон, фолликулостимулирующий гормон и лактогенный гормон.

Соматотропин участвует в регуляции роста и развития организма. Повышая синтез хрящевой ткани в эпифизарных отделах костей, этот гормон в детском возрасте стимулирует рост тела в длину, а активирование периостального роста увеличивает толщину и ширину костей. Возрастание массы тканевых структур происходит в мышечной и соединительной ткани, растет масса и внутренних органов. Основные эффекты соматотропина связаны с его влияниями на обмен веществ, приводящими: 1) к усилению липолиза и уменьшению массы жировой ткани; 2) повышению усвоения аминокислот и синтеза белков, в результате чего масса тела возрастает за счет нежировой ткани; 3) увеличению глюконеогенеза и повышению уровня сахара в крови. Вместе с тем большинство ростовых эффектов гормона опосредуется специальными гуморальными факторами (гормонами) печени, почек и костной ткани, получившими название соматомедины.

Тиреотропный гормон стимулирует выработку гормонов щитовидной железы.

Адренокортикотропный гормон (АКТГ) стимулирует выделение гормонов надпочечников.

Фолликулостимулирующий регулирует созревание половых клеток.

Лактогенный гормон (пролактин) стимулирует образование молока у женщин после родов.

Средняя доля вырабатывает меланостимулирующий гормон, усиливающий выработку пигмента некоторыми клетками кожи (меланоцитами и меланофорами).

Задняя доля вырабатывает вазопрессин и окситоцин.

Вазопрессин (антидиуретический гормон) поддерживает артериальное давление посредством барорецепторов и прямого влияния на сосудистую стенку, является одним из регуляторов секреции адренокортикотропного гормона, увеличивает процесс высвобождения тиреотропного гормона из гипофиза, увеличивает синтез простагландинов интерстициальными клетками мозгового слоя почек, вызывает сокращения мезангиальных клеток клубочка, обладает митогенным эффектом, вызывает агрегацию тромбоцитов и способствует высвобождению факторов коагуляции – фактора Виллебранда, VIII фактора – и активатора плазминогена тканевого типа и участвует в процессах центральной нервной системы, в частности процессах памяти.

Окситоцин оказывает влияние на гладкие мышцы, особенно на мышцы беременной матки. Под воздействием окситоцина усиливается

проницаемость мембраны для ионов калия, понижается ее потенциал и повышается возбудимость. Окситоцин повышает также секрецию молока, усиливая выработку лактогенного гормона. Кроме того, он может вызывать быстрое выделение (выбрасывание) молока из молочной железы в связи с воздействием на ее сократимые элементы.

Щитовидная железа выделяет йодсодержащие гормоны (тироксин и трийодтиронин), и кальцитонин (тиреокальцитонин).

Тироксин, достигая своих органов-мишеней, превращается в трийодтиронин, который напрямую воздействует на клетку. Тиреоидные гормоны способствуют росту и развитию организма, стимулируют рост и дифференцировку тканей. Увеличивают потребность тканей в кислороде. Повышают системное артериальное давление, частоту и силу сердечных сокращений. Увеличивают уровень бодрствования, психическую энергию и активность, ускоряют течение мыслительных ассоциаций, повышают двигательную активность, температуру тела и уровень основного обмена веществ.

Кальцитонин принимает участие в регулировании фосфорно-кальциевого обмена в организме, а также баланса активности остеокластов и остеобластов. Он снижает содержание кальция и фосфата в плазме крови за счет повышения захвата кальция и фосфата остеобластами, также стимулирует развитие и функциональную активность остеобластов. Одновременно тиреокальцитонин тормозит развитие и функциональную активность остеокластов и процессы резорбции кости.

Паращитовидные железы вырабатывают паратгормон.

Паратгормон повышает выход из кости легко растворимой части кальция, но основной его эффект заключается в ускорении синтеза ферментов, которые вызывают распад костного матрикса. Костная основа под воздействием паратгормона подвергается резорбции (рассасыванию), и ионы кальция высвобождаются в кровь. В почках паратгормон вызывает усиление выведения фосфатов с мочой и усиливает обратное всасывание кальция, уменьшая его выведение с мочой. Кроме этого, паратгормон активизирует выведение из организма натрия и калия и уменьшает выведение магния. Еще один эффект действия паратгормона – это преобразование витамина Д из неактивной формы в активную.

Поджелудочная железа вырабатывает инсулин, глюкагон и соматостатин.

Основное действие инсулина заключается в понижении уровня глюкозы в крови, осуществляемое главным образом тремя способами: 1) торможением образования глюкозы в печени; 2) торможением в печени и мышцах распада гликогена (полимера глюкозы, который организм при необходимости может превращать в глюкозу); 3) стимуляцией использования глюкозы тканями. Недостаточная секреция инсулина или

повышенная его нейтрализация аутоантителами приводят к высокому уровню глюкозы в крови и развитию сахарного диабета.

Главное действие глюкагона – увеличение уровня глюкозы в крови за счет стимулирования ее продукции в печени.

Соматостатин подавляет желудочную секрецию, вызываемую пентагастрином, а также секрецию поджелудочной железы, вызываемую панкреозимином и секретинном.

Надпочечники. Мозговой слой надпочечников выделяет катехоламины. Корковый слой – глюкокортикоиды, стероиды и минералокортикоиды.

Катехоламины (адреналин и норадреналин). Адреналин обеспечивает реакцию на внезапную опасность. При ее возникновении адреналин выбрасывается в кровь и мобилизует запасы углеводов для быстрого высвобождения энергии, увеличивает мышечную силу, вызывает расширение зрачков и сужение периферических кровеносных сосудов. Таким образом, направляются резервные силы для бегства или борьбы, а кроме того, снижаются кровопотери благодаря сужению сосудов и быстрому свертыванию крови. Адреналин стимулирует также секрецию АКТГ, который, в свою очередь, стимулирует выброс корой надпочечников кортизола, в результате чего увеличивается превращение белков в глюкозу, необходимую для восполнения в печени и мышцах запасов гликогена, использованных при реакции тревоги. Норадреналин вызывает схожие эффекты, но более слабые по силе.

Глюкокортикоиды влияют на обмен углеводов, белков, жиров, а также на иммунологические защитные механизмы. Наиболее важные из глюкокортикоидов – кортизол и кортикостерон.

Половые стероиды, играющие вспомогательную роль, подобны тем, что синтезируются в гонадах; это дегидроэпиандростерон сульфат, D4-андростендион, дегидроэпиандростерон и некоторые эстрогены.

Минералокортикоиды – это альдостерон и дезоксикортикостерон. Их действие связано преимущественно с поддержанием солевого баланса.

Половые железы. Семенники (яички) имеют две части, являясь железами и внешней, и внутренней секреции. Как железы внешней секреции, они вырабатывают сперму, а эндокринную функцию осуществляют содержащиеся в них клетки Лейдига, которые секретируют мужские половые гормоны (андрогены), в частности D4-андростендион и тестостерон, основной мужской гормон. Клетки Лейдига вырабатывают также небольшое количество эстрогена (эстрадиола). Сперматогенез происходит только при достаточном количестве андрогенов. Андрогены, в частности тестостерон, ответственны за развитие вторичных половых признаков у мужчин.

Яичники имеют две функции: развитие яйцеклеток и секреция гормонов. Гормоны яичников – это эстрогены, прогестерон и D4-андростендион.

Эстрогены определяют развитие женских вторичных половых признаков. Эстроген яичников, эстрадиол, вырабатывается в клетках растущего фолликула – мешочка, который окружает развивающуюся яйцеклетку. В результате действия как фолликулостимулирующего гормона, так и лактогенного гормона, фолликул созревает и разрывается, высвобождая яйцеклетку. Разорванный фолликул превращается затем в желтое тело, которое секреторирует как эстрадиол, так и прогестерон. Эти гормоны, действуя совместно, готовят слизистую матки (эндометрий) к имплантации оплодотворенной яйцеклетки. Если оплодотворения не произошло, желтое тело подвергается регрессии; при этом прекращается секреция эстрадиола и прогестерона, а эндометрий отслаивается, вызывая менструацию.

Тимус вырабатывает тимозин, тимопоэтин и тимулин. Гормоны тимуса влияют на процессы синтеза клеточных рецепторов к медиаторам и гормонам, стимулируют разрушение ацетилхолина в нервно-мышечных синапсах, регулируют состояние углеводного и белкового обмена, а также обмена кальция, функции щитовидной и половых желез, модулируют эффекты глюкокортикоидов, тироксина (подавляют) и соматотропина (усиливают).

Эпифиз выделяет мелатонин, который обеспечивает регуляцию биоритмов эндокринных функций и метаболизма для приспособления организма к разным условиям освещенности. Основным физиологический эффект мелатонина заключается в торможении секреции гонадотропинов как на уровне аденогипофиза, так и опосредованно через угнетение нейросекреции либеринов гипоталамуса. Кроме того, снижается, но в меньшей степени, секреция и других гормонов гипофиза – кортикотропина, тиреотропина, соматотропина. Секреция мелатонина подчинена суточному ритму (циркадианный ритм), определяющему ритмичность гонадотропных эффектов и половой функции, в том числе продолжительность менструального цикла у женщин.

Вопросы для самоконтроля

1. В каких органах вырабатываются гормоны?
2. Каков механизм избирательного воздействия гормонов на органы-мишени?
3. При каких состояниях может меняться влияние гормонов на органы?
4. На какие группы делятся гормоны по химическому строению?
5. Почему использование в качестве допингов гормональных препаратов является опасным для здоровья?
6. Какой орган человека регулирует деятельность желез внутренней секреции?
7. Какие гормоны выделяют надпочечники?

БИОХИМИЯ КРОВИ

Кровь – это ткань, которая отражает все биохимические особенности организма в норме и при патологии. Анализ крови может помочь тренеру скорректировать тренировочный процесс, добиваясь работы с нагрузками, адекватными функциональному состоянию спортсмена.

Общая характеристика крови

Кровь является циркулирующей по кровеносным сосудам соединительной тканью, состоящей из двух основных компонентов, – плазмы и форменных элементов. Кровь в организме человека составляет в среднем около 5 л. Различают кровь, циркулирующую в сосудах, и кровь, депонированную в печени, селезенке, коже.

Относительная плотность крови – 1,050–1,060; зависит в основном от количества эритроцитов. Относительная плотность плазмы крови – 1,025–1,034; определяется концентрацией белков.

Вязкость крови – 5 усл.ед., плазмы – 1,7–2,2 усл.ед., если вязкость воды принять за 1. Обусловлена наличием в крови эритроцитов и в меньшей степени белков плазмы.

Осмотическое давление крови в среднем составляет 7,6 атм. Оно обусловлено растворенными в ней осмотически активными веществами, главным образом неорганическими электролитами, в значительно меньшей степени – белками. Около 60 % осмотического давления создается солями натрия (NaCl). Осмотическое давление определяет распределение воды между тканями и клетками. Функции клеток организма могут осуществляться лишь при относительной стабильности осмотического давления.

Онкотическое давление крови – часть осмотического давления, создаваемого белками плазмы. Оно равно 0,03–0,04 атм, или 25–30 мм рт. ст. Онкотическое давление в основном обусловлено альбуминами. Вследствие малых размеров и высокой гидрофильности они обладают выраженной способностью притягивать к себе воду, за счет чего она удерживается в сосудистом русле. При снижении онкотического давления крови происходит выход воды из сосудов в интерстициальное пространство, что приводит к отеку тканей.

Кислотно-основное состояние крови. Активная реакция крови обусловлена соотношением водородных и гидроксильных ионов. Для определения активной реакции крови используют водородный показатель pH – концентрацию водородных ионов, которая выражается отрицательным десятичным логарифмом молярной концентрации ионов водорода. В норме pH – 7,36 (реакция слабоосновная); артериальной крови – 7,4;

венозной – 7,35. При различных физиологических состояниях рН крови может изменяться от 7,3 до 7,5. Активная реакция крови является жесткой константой, обеспечивающей ферментативную деятельность. Крайние пределы рН крови, совместимые с жизнью, равны 7,0–7,8. Сдвиг реакции в кислую сторону называется ацидозом, который обуславливается увеличением в крови водородных ионов. Сдвиг реакции крови в щелочную сторону называется алкалозом. Это связано с увеличением концентрации гидроксильных ионов ОН и уменьшением концентрации водородных ионов.

В организме человека всегда имеются условия для сдвига активной реакции крови в сторону ацидоза или алкалоза, которые могут привести к изменению рН крови. В клетках тканей постоянно образуются кислые продукты. Накоплению кислых соединений способствует потребление белковой пищи. Напротив, при усиленном потреблении растительной пищи в кровь поступают основания. Поддержание постоянства рН крови является важной физиологической задачей и обеспечивается буферными системами крови. К буферным системам крови относятся гемоглобиновая, карбонатная, фосфатная и белковая.

Буферные системы нейтрализуют значительную часть поступающих в кровь кислот и щелочей, тем самым препятствуя сдвигу активной реакции крови. В организме в процессе метаболизма в большей степени образуются кислые продукты. Для этого запасы щелочных веществ в крови во много раз превышают запасы кислых, это щелочной резерв крови.

Плазма составляет 55–60 % объема крови, форменные элементы – 40–45 %. Отношение объема форменных элементов ко всему объему крови называется гематокритным числом, или гематокритным показателем, и составляет в норме 0,40–0,45.

Биологические функции крови

1. Дыхательная функция (перенос кислорода из легких во все органы и углекислоты из органов в легкие).
2. Трофическая функция (доставка органам питательных веществ).
3. Защитная функция (обеспечение гуморального и клеточного иммунитета, свертывание крови при травмах).
4. Выделительная функция (удаление и транспортировка в почки продуктов обмена веществ).
5. Гомеостатическая функция (поддержание постоянства внутренней среды организма, в том числе иммунного гомеостаза).
6. Транспортная функция, обусловленная тем, что кровь содержит большое количество воды, которая обладает свойством текучести.

Химический состав плазмы крови

Плазма крови представляет собой жидкое (точнее, коллоидное) межклеточное вещество. Она содержит 90 % воды, около 6,6–8,5 % белков и другие органические и минеральные соединения – промежуточные или конечные продукты обмена веществ, переносимые из одних органов в другие.

Белки плазмы крови делятся на две фракции: альбумины и глобулины. Соотношение между альбуминами и глобулинами носит название альбумин-глобулиновый коэффициент, который равен 1,5–2.

Альбумины – низкомолекулярные белки с молекулярной массой около 70 тыс. Да. Они выполняют две основные функции: транспортную, перенося с током крови различные нерастворимые в воде вещества, и задерживают воду в кровяном русле.

Глобулины – высокомолекулярные белки с молекулярной массой около 300 тыс. Да. У них те же функции, что у альбуминов, кроме того, они ускоряют химические реакции, принимают участие в свертывании крови и участвуют в обеспечении иммунитета (защитная функция).

Большая часть белков плазмы синтезируется в печени. Прочие органические вещества (кроме белков) обычно делятся на две группы: азотистые и безазотистые.

Азотистые соединения – это промежуточные и конечные продукты обмена белков и нуклеиновых кислот. Из промежуточных продуктов белкового обмена в плазме крови имеются низкомолекулярные пептиды, аминокислоты, креатин. Конечные продукты метаболизма белков – это, прежде всего, мочевины, конечный продукт распада гема – билирубин – и конечный продукт распада креатинфосфата – креатинин. Из промежуточных продуктов обмена нуклеиновых кислот в плазме крови можно обнаружить нуклеотиды, нуклеозиды, азотистые основания. Конечным продуктом распада нуклеиновых кислот является мочевая кислота.

Кроме того, в крови содержатся небелковые азотистые соединения – показатель «небелковый азот».

К безазотистым веществам плазмы крови относятся углеводы и липиды, а также промежуточные продукты их метаболизма. Главным углеводом плазмы является глюкоза, а также фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза и др. Промежуточные продукты углеводного обмена в плазме представлены пировиноградной и молочной кислотами.

Липиды представлены в плазме крови жиром, жирными кислотами, фосфолипидами и холестерином. Вследствие нерастворимости в воде все липиды связаны с белками плазмы и называются липопroteидами. Из промежуточных продуктов жирового обмена в плазме всегда имеются кетоновые тела.

Минеральные вещества находятся в плазме крови в виде катионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и др.) и анионов (Cl^- , HCO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} , I^- и др.). Больше всего в плазме содержится натрия, калия, хлоридов, бикарбонатов. Отклонения в минеральном составе плазмы крови могут наблюдаться при различных заболеваниях и при значительных потерях воды за счет потоотделения при выполнении физической работы.

Характеристика клеток крови

Эритроциты (красные клетки крови)

Эритроциты у человека и млекопитающих представляют собой безъядерные клетки, утратившие в процессе фило- и онтогенеза ядро и большинство органелл. Эритроциты являются высокодифференцированными постклеточными структурами, неспособными к делению.

Формирование эритроцитов (эритропоэз) происходит в красном костном мозге. Продолжительность их жизни – 3–4 месяца, разрушение (гемолиз) происходит в печени и селезенке. Прежде чем выйти в кровь, эритроциты последовательно проходят несколько стадий пролиферации и дифференцировки в составе эритрона – красного ростка кроветворения.

Обычно эритроциты имеют форму двояковогнутого диска и содержат в основном белок гемоглобин, который осуществляет связывание с газом.

Основная функция эритроцитов – дыхательная – транспортировка кислорода и углекислоты. Кроме того, эритроциты участвуют в транспорте аминокислот, антител, токсинов и ряда лекарственных веществ, адсорбируя их на поверхности плазмолеммы.

Нормальное количество эритроцитов: у мужчин – $(4,0\text{--}5,5) \cdot 10^{12}/\text{л}$, у женщин – $(3,7\text{--}4,7) \cdot 10^{12}/\text{л}$.

Количество эритроцитов варьируется в зависимости от возраста и состояния здоровья. Повышение числа эритроцитов чаще всего связано с кислородным голоданием тканей или легочными заболеваниями, врожденными пороками сердца; может возникать при курении, нарушении эритропоэза из-за опухоли или кисты. Понижение количества эритроцитов является непосредственным указанием на анемию (малокровие). В запущенных случаях при ряде анемий отмечается неоднородность эритроцитов по величине и форме, в частности при железодефицитной анемии у беременных.

Иногда в гем включается атом трехвалентного железа вместо двухвалентного, и образуется метгемоглобин, который так прочно связывает кислород, что не способен отдавать его тканям, в результате чего возникает кислородное голодание. Образование метгемоглобина в эритроцитах может быть наследственным или приобретенным в результате воз-

действия на эритроциты сильных окислителей, таких как нитраты, некоторые лекарственные препараты – сульфаниламиды, местные анестетики (лидокаин).

Лейкоциты (белые клетки крови)

Источником лейкоцитов является красный костный мозг.

Лейкоциты различаются по структуре и назначению. Эти клетки имеют ядро. Среди них различают гранулоциты (нейтрофильные, эозинофильные, базофильные), а также лимфоциты и моноциты. Гранулоциты содержат гранулы, которые окрашиваются специальными красителями и видны под микроскопом. Гранулы нейтрофилов – серые, эозинофилов – оранжевые, базофилов – фиолетовые.

Основное назначение нейтрофилов – защита организма от инфекций. Они фагоцитируют бактерии, то есть «заглатывают» и «переваривают» их. Кроме того, нейтрофилы могут вырабатывать особые антимикробные вещества.

Эозинофилы удаляют избытки гистамина, который появляется при аллергических заболеваниях. При заражении гельминтами эозинофилы проникают в просвет кишечника, разрушаются там, в результате высвобождаются вещества, токсичные для гельминтов.

Базофилы вместе с другими лейкоцитами активно участвуют в воспалительном процессе, выделяя гепарин, гистамин, серотонин. Два последних вещества оказывают влияние на сосудистую проницаемость и тонус гладкой мускулатуры, резко изменяющийся в очаге воспаления. Гепарин связывает белки, вышедшие из клеток в межклеточное вещество, и ослабляет их неблагоприятное влияние на цитоплазматические мембраны.

Лимфоциты являются центральным звеном иммунной системы организма. Они осуществляют формирование специфического иммунитета, синтез защитных антител, лизис чужеродных клеток, реакцию отторжения трансплантата, обеспечивают иммунную память. Дифференцировку лимфоциты проходят в тканях. Лимфоциты, созревание которых происходит в вилочковой железе, называются Т-лимфоцитами (тимусзависимые). Различают несколько форм Т-лимфоцитов. Т-киллеры (убийцы) осуществляют реакции клеточного иммунитета, лизируя чужеродные клетки, возбудителей инфекционных заболеваний, опухолевые клетки, клетки-мутанты. Т-хелперы (помощники), взаимодействуя с В-лимфоцитами, превращают их в плазматические клетки, т. е. помогают течению гуморального иммунитета. Т-супрессоры (угнетатели) блокируют чрезмерные реакции В-лимфоцитов. Имеются также Т-хелперы и Т-супрессоры, регулирующие клеточный иммунитет. Т-клетки памяти хранят информацию о ранее действующих антигенах. В-лимфоциты (бурсозависимые) проходят дифференцировку у человека в лимфоидной ткани кишечника, ткани неб-

ных и глоточных миндалин. В-лимфоциты осуществляют реакции гуморального иммунитета. Большинство В-лимфоцитов являются антителопродуцентами. В-лимфоциты в ответ на действие антигенов в результате сложных взаимодействий с Т-лимфоцитами и моноцитами превращаются в плазматические клетки. Плазматические клетки вырабатывают антитела, которые распознают и специфически связывают соответствующие антигены. Различают 5 основных классов антител, или иммуноглобулинов: JgA, Jg G, Jg M, JgD, JgE. Среди В-лимфоцитов также выделяют клетки-киллеры, хелперы, супрессоры и клетки иммунологической памяти. О-лимфоциты (нулевые) не проходят дифференцировку и являются как бы резервом Т- и В-лимфоцитов.

Моноциты – недостаточно зрелые клетки. Свои основные функции они начинают выполнять, когда превращаются в макрофаги – большие подвижные клетки, которые находятся практически во всех органах и тканях. Макрофаги – своеобразные санитары. Они «поедают» бактерии, погибшие клетки, причем могут «заглатывать» частицы, почти равные им по размерам. Макрофаги, как уже указывалось, помогают лимфоцитам в осуществлении иммунных реакций.

У здорового человека число лейкоцитов в крови непостоянно. После тяжелой физической работы, приема горячей ванны, у женщин в период беременности, в процессе родов и перед началом менструации оно увеличивается. Это же происходит после приема пищи. Поэтому, чтобы результаты анализа были объективными, его нужно сдавать утром натощак, не завтракать, можно выпить только стакан воды.

В норме содержание лейкоцитов в 1 л крови взрослого человека составляет $(4,0-9,0) \cdot 10^9/\text{л}$.

Увеличение числа лейкоцитов называют лейкоцитозом, уменьшение – лейкопенией. Наиболее часто лейкоцитоз возникает у больных с инфекциями (пневмония, скарлатина), гнойными заболеваниями (аппендицит, перитонит, флегмона), сильными ожогами. Лейкоцитоз развивается в течение 1–2 ч после начала интенсивного кровотечения. Приступ подагры также может сопровождаться лейкоцитозом. При некоторых лейкозах число лейкоцитов возрастает в несколько десятков раз.

Хотя проникновение микробов в организм человека обычно стимулирует иммунную систему, в результате чего число лейкоцитов в крови увеличивается, при некоторых инфекциях отмечается противоположная картина. Если защитные силы организма истощены и иммунная система не способна бороться, число лейкоцитов снижается. Так, например, лейкопения при сепсисе свидетельствует о тяжелом состоянии больного и неблагоприятном прогнозе. Некоторые инфекции (брюшной тиф, корь, краснуха, ветряная оспа, малярия, бруцеллез, грипп, вирусный

гепатит) подавляют иммунную систему, поэтому они могут сопровождаться лейкопенией. Снижение числа лейкоцитов возможно также при системной красной волчанке, некоторых лейкозах и метастазах опухолей костей.

Тромбоциты (кровяные пластинки)

Тоже образуются из клеток красного костного мозга. Представляют собой плоские клетки неправильной округлой формы диаметром 2–5 мкм. Тромбоциты человека не имеют ядер, это фрагменты клеток, которые меньше половины эритроцита. Количество тромбоцитов в крови человека составляет $(180-320) \cdot 10^9/\text{л}$. Имеют место суточные колебания: днем тромбоцитов больше, чем ночью. Увеличение содержания тромбоцитов в периферической крови называется тромбоцитозом, уменьшение – тромбоцитопенией.

Главной функцией тромбоцитов является участие в гемостазе. Тромбоциты помогают «ремонтировать» кровеносные сосуды, прикрепляясь к поврежденным стенкам, а также участвуют в свертывании крови, которое предотвращает кровотечение и выход крови из кровеносного сосуда.

Способность тромбоцитов прилипать к чужеродной поверхности (адгезия), а также склеиваться между собой (агрегация) происходит под влиянием разнообразных причин. Тромбоциты продуцируют и выделяют ряд биологически активных веществ: серотонин (вещество, вызывающее сужение кровеносных сосудов, уменьшение кровотока), адреналин, норадреналин, а также вещества, получившие название пластинчатых факторов свертывания крови.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие структуры относятся к форменным элементам крови?
2. Что называется сывороткой крови?
3. Перечислите функции крови в организме человека.
4. Перечислите основные составные компоненты плазмы крови.
5. Какие функции выполняют глобулины плазмы крови?
6. Какова продолжительность жизни эритроцитов?
7. В каком органе образуются белые клетки крови?
8. Какова причина возникновения ацидоза крови у спортсменов при мышечной работе?
9. Назовите оптимальное значение pH крови в покое у здорового человека.

БИОХИМИЯ ПОЧЕК И МОЧИ

Моча, так же как и кровь, часто является объектом биохимических исследований, проводимых у спортсменов. По данным анализа мочи тренер может получить необходимые сведения о функциональном состоянии спортсмена, о биохимических сдвигах, возникающих в организме при выполнении физических нагрузок различного характера. Поскольку при взятии крови для анализа возможно инфицирование спортсмена (например, заражение гепатитом или СПИДом), то в последнее время все предпочтительнее становится исследование мочи. Поэтому тренер или преподаватель физического воспитания должен знать механизм образования мочи, ее физико-химические свойства и химический состав, изменения показателей мочи при выполнении тренировочных и соревновательных нагрузок.

Механизм образования мочи

О механизме мочеобразования был высказан ряд мнений и создано несколько теорий.

Большое значение в изучении вопросов, связанных с деятельностью почек, имела работа И.П. Павлова, сделанная им еще в 1883 г.

Было установлено, что мочеобразование протекает в две фазы.

Первая фаза – фильтрационная. Она протекает в капсуле и заключается в образовании первичной мочи. Как предполагается, первичная моча фильтруется из капилляров мальпигиева клубочка в полость капсулы. Для того чтобы была возможна фильтрация, необходима значительная разность давления в сосудах и капсуле. Такое сравнительно высокое давление в мальпигиевом клубочке обеспечивается тем, что почечные артерии отходят непосредственно от брюшной аорты и кровь поступает в эти сосуды под большим давлением. Измерения показали, что давление крови в мальпигиевом клубочке равно 60–70 мм ртутного столба.

Такое высокое давление в сосудах и особое строение капсулы подтверждают, что первичная моча фильтруется из крови.

Так как через стенки сосудов не могут пройти форменные элементы крови и белок, находящийся в ней, то первичная моча представляет собой плазму крови без белков.

В отличие от первичной мочи, образующейся в капсулах, моча, выводимая из организма, называется конечной мочой. Конечная моча по своему составу резко отличается от первичной: в ней уже нет сахара, аминокислот и других солей, но резко повышена концентрация вредных для организма веществ, например мочевины.

Этим изменениям моча подвергается во второй фазе образования, когда происходит всасывание воды и некоторых составных частей первичной мочи из извитых канальцев обратно в кровь – реабсорбция.

По мере протекания мочи через извитые канальцы первого и второго порядка клетки, выстилающие стенки этих канальцев, активно всасывают обратно воду, сахар, аминокислоты и некоторые соли. Отсюда усвоенные из первичной мочи вещества переходят в венозную часть капилляров, оплетающих извитые канальцы. Мочевина, креатин, сульфаты обратно не всасываются.

Помимо обратного всасывания, в канальцах происходит секретирование, то есть выделение в просвет канальцев определенного рода веществ.

Как уже было сказано, состав конечной мочи резко отличается от состава первичной. В конечной моче отсутствуют сахар, аминокислоты, уменьшается концентрация поваренной соли и т. д. Концентрация же мочевины увеличивается почти в 70 раз. Если в плазме концентрация мочевины равна 0,03, то в конечной моче ее концентрация составляет 2 %.

Конечная моча из лоханки по мочеточникам поступает в мочевой пузырь и затем удаляется из организма. В течение дня человек выделяет примерно 1,5 л мочи.

Регуляция образования мочи

Мочеобразовательная функция почек находится под контролем нервно-гормональной регуляции.

Почки обильно иннервируются вегетативной нервной системой. Они получают нервные сигналы через волокна симпатической нервной системы и блуждающего нерва.

Действие симпатического нерва можно наблюдать при раздражении чревного нерва. Следствием раздражения чревного нерва является уменьшение мочеотделения. Образование мочи уменьшается потому, что раздражение чревного нерва вызывает сужение сосудов, а следовательно, и уменьшение притока крови к почкам. Раз количество притекающей крови уменьшается, то давление в клубочках падает и уменьшается фильтрация первичной мочи.

Резкое уменьшение мочеотделения вплоть до полного прекращения наблюдается при болевом раздражении. Болевая, или рефлексорная, анурия может наступить в результате рефлексорного сужения сосудистой системы почки, что вызывает резкое уменьшение ее кровоснабжения, а следовательно, и мочеобразования. Болевое раздражение сопровождается также выделением большого количества адреналина и вазопрессина, что, в свою очередь, провоцирует анурию. Влияние нервной системы не ограничивается только влиянием на состояние сосудов.

На деятельность почки влияет центральная нервная система, в частности кора головного мозга.

Усиление образования мочи наблюдается при уколе в зрительный бугор, в серый бугор, в мозжечок и в дно IV желудочка головного мозга.

Деятельность почек меняется под влиянием гормонов, которые выделяют железы внутренней секреции организма в кровь: гормоны циркулируют в крови и, попадая с кровью в почки, изменяют их деятельность. К таким гормонам относится вазопрессин. Он секретируется задней долей гипофиза. Под влиянием вазопрессина выделение мочи резко уменьшается.

Действие вазопрессина иногда настолько сильно, что вызывает даже полное прекращение мочеобразования, тогда наступает полная анурия.

Прекращение мочеобразования происходит при ранениях, операциях и других сильных болевых раздражениях. Наступающая при сильных болях анурия является следствием появления в крови большого количества вазопрессина, который выбрасывается в кровь задней долей гипофиза. И наоборот, гормоны передней доли гипофиза способствуют резкому увеличению мочеобразования – полиурии.

Усиление мочеобразования вызывает также и гормон щитовидной железы – тироксин, между тем как адреналин – гормон надпочечников – вызывает уменьшение мочеобразования.

Больным часто с лечебной целью дают мочегонные средства – мочевины, кофеин, азотнокислый натрий и некоторые другие вещества. Под воздействием этих веществ усиливается образование мочи.

Физико-химические свойства мочи

Количество мочи (диурез). В среднем за сутки человек выделяет около 1,5 л мочи. Однако эта цифра непостоянна и колеблется в довольно широких пределах. Так, например, объем выделяемой мочи возрастает после питья большого количества жидкости, употребления значительных количеств белка, продукты распада которого усиливают деятельность почек. И наоборот, мочеобразование уменьшается, когда человек потребляет мало жидкости, когда в еде содержится мало белка или когда происходит усиленное потение и значительное количество воды теряется с потом.

Интенсивность мочеобразования меняется в течение суток. Днем моча образуется интенсивней, чем ночью, даже если ночью человек выпьет столько же воды, сколько днем.

Наименьшее количество мочи образуется в промежуток от 2 до 4 ч ночи. Уменьшение мочеобразования ночью связано со снижением деятельности органов во время сна и с некоторым падением давления крови, в связи с чем понижается также давление в почках и уменьшается фильтрация.

На образование мочи влияет также физическая работа. При длительной физической работе количество выделяемой мочи уменьшается, во-первых, потому, что капиллярная сеть мышц раскрывается и кровь приливает к мышцам, тем самым уменьшается снабжение кровью почек, а во-вторых, потому, что физическая работа обычно сопровождается потоотделением, что также ведет к уменьшению мочеобразования.

Диурез также возрастает при приеме большого количества жидкости и пищи, повышающей мочеотделение, и уменьшается при потоотделении, поносе и рвоте.

Полиурия – повышенное выделение мочи (свыше 2000 мл в сутки) – отмечается при таких заболеваниях почек, как хронические нефриты и пиелонефриты, при сахарном диабете, алиментарной дистрофии и т. д.

Олигурия – пониженное мочеотделение (не ниже 800 мл в сутки) наблюдается при таких заболеваниях почек, как острые диффузные нефриты, недостаточность кровообращения, повышенная гидрофильность тканей, задержка натрия в тканях и т. д.

Анурия – суточное выделение мочи от 200 мл и ниже является, как правило, следствием тяжелого поражения почек (паренхимы). Длительная анурия ведет к уремии, отравлению организма мочой.

Цвет мочи. Моча представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого цвета. При стоянии выпадает в осадок. Образовавшаяся муть состоит из солей и слизи.

Цвет мочи может колебаться от светло-желтого до насыщенно-желтого. Это в норме зависит от содержания пигментов: урохрома, уроэретрина, уророзеина, уробелина и др. Степень окраски меняется в зависимости от удельного веса и количества выделенной мочи. Интенсивный желтый цвет – высокий удельный вес. Бледная моча чаще имеет низкий удельный вес. В патологии цвет мочи может меняться.

Реакция мочи (рН мочи). При обычной смешанной пище моча здорового человека имеет слабокислую реакцию (рН в пределах 5,0–7,0). Реакция мочи меняется в зависимости от питания.

При употреблении преимущественно мясной пищи и других богатых белками веществ реакция мочи становится кислой; растительная же пища вызывает некоторое защелачивание, и реакция мочи делается нейтральной или даже щелочной.

Резко кислая реакция отмечается при лихорадочных состояниях, диабете, голодании, недостаточности почек и т. д. Щелочная реакция мочи наблюдается при циститах, пиелитах, гематурии, после рвоты и поноса, при рассасывании экссудатов, при приеме соды, минеральной воды. Реакцию следует определять только у нативной, т. е. свежей мочи.

Удельный вес мочи. Удельный вес мочи колеблется в зависимости от количества принятой жидкости. Большое количество потребленной воды вызывает падение удельного веса; наоборот, при ограничении по-

ступления в организм воды удельный вес мочи повышается. В среднем, удельный вес равен 1015–1020 г/см³.

Для нормальных почек отмечается широкое колебание удельного веса в течение суток, что определено приемом пищи, воды, потоотделением, дыханием. Низкие цифры удельного веса (1,005–1,012), гипоизостенурия, указывают на нарушение концентрационных функций почек, например на хронический нефрит, сморщенную почку. Как временное явление низкий удельный вес отмечается при алиментарной дистрофии, после обильного питья, при уменьшении отеков. Высокий удельный вес мочи (более 120) наблюдается при остром нефрите, образовании внутриполостных экссудатов. Интересно, что в случае сахарного диабета отмечается высокий удельный вес мочи, даже при наличии полиурии.

Химический состав мочи

В состав мочи входят вода, продукты распада белка: азотсодержащие вещества, соли и некоторые другие вещества. В среднем за сутки с мочой выделяется около 60 г солей.

Азот выделяется преимущественно в составе мочевины, на долю которой приходится примерно 90 % азота, образующегося в результате распада белка.

В нормальной моче белок не содержится, так как, будучи коллоидом, он не может проходить через стенки капилляров. Появление белка в моче говорит о заболевании почек. Белок может появиться в моче либо в результате патологического изменения проницаемости стенок капилляров, когда они начинают пропускать белок в мочу, либо при воспалительных процессах в почках.

Однако при большом физическом напряжении белок на короткое время может появиться в моче и у здорового человека. Это особенно характерно для бегунов. Появление белка в моче в этом случае является результатом изменения проницаемости сосудистой системы почек, что связано с их усиленной работой. Вскоре после снятия тяжелой физической нагрузки белок в моче у этих людей исчезает, и нормальная работа почек восстанавливается.

Появление белка в моче называется альбуминурией.

Сахар в моче может появиться как у больных, так и у здоровых людей.

У больных людей выделение сахара с мочой наблюдается при заболевании диабетом. У здоровых же людей сахар появляется в моче после употребления большого количества сахара или других веществ со значительным содержанием сахара (варенье, шоколад и т. д.), а также у спортсменов после тяжелых тренировок. Выведение сахара с мочой называется глюкозурией.

Нормальной составной частью мочи являются пигменты уробилин и урохром, придающие моче характерный цвет. Пигменты мочи образуются в кишечнике и почках из пигментов желчи, которые, в свою очередь, образуются из продуктов распада гемоглобина.

Появление крови в моче, или гематурия, наблюдается при кровоизлияниях в область почек или мочевыводящих органов.

Обнаруженные в моче эритроциты могут быть неизмененные (содержащие гемоглобин) и измененные, свободные от гемоглобина, имеющие вид одноконтурных или двухконтурных колес. Если же моча красная, то это состояние определяется как макрогематурия. При микрогематурии эритроциты обнаруживаются только микроскопически. Почечные гематурии связаны с органическим поражением почек – это острые и хронические нефриты, геморрагический диатез, злокачественные новообразования. Почечная гематурия может быть при тяжелых физических нагрузках. Внепочечная гематурия развивается при заболеваниях мочевого пузыря, лоханок, мочеточников и травмах.

Увеличение количества лейкоцитов в моче свидетельствует о воспалительных процессах в почках или мочевыводящих путях (туберкулез почки, пиелиты, циститы, пиелонефриты и т. д.).

Клетки почечного эпителия в нормальной моче не обнаруживаются, они появляются при нефритах, нефрозах, интоксикациях, лихорадочных состояниях и инфекционных заболеваниях.

Клетки, которые обнаруживают в моче, представляют собой белковые клеточные образования канальцевого происхождения, имеющие форму цилиндров. Различают гиалиновые, зернистые, восковидные, эпителиальные, эритроцитарные, пигментные, лейкоцитарные цилиндры. Появление большого количества различных цилиндров (цилиндрурия) наблюдается при органических поражениях почек (нефриты, нефрозы), при инфекционных болезнях, застойной почке, при ацидозе.

Вопросы для самоконтроля

1. По каким причинам исследование мочи предпочтительнее исследованию крови?
2. Назовите главные этапы образования мочи.
3. Как происходит регуляция процесса образования мочи?
4. Что обозначает термин «олигурия»?
5. Что может служить причиной анурии?
6. От чего зависит плотность мочи?
7. Присутствием какого соединения обеспечивается желтый цвет мочи?
8. Конечным продуктом распада каких соединений является мочевины?
9. Какие компоненты мочи относятся к патологическим?

БИОХИМИЯ МЫШЦ, МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ И РАССЛАБЛЕНИЯ

Общая характеристика мышц

У животных и человека имеются два основных типа мышц:

- поперечно-полосатые (прикрепляются к костям, т. е. к скелету, и поэтому еще называются скелетными, выделяют также сердечную мышцу, имеющую свои особенности);
- гладкие (мускулатура стенок полых органов и кожи).

Строение мышечных клеток

Поперечно-полосатая мышца состоит из многочисленных удлинённых мышечных клеток. Двигательные нервы входят в различных точках в мышечное волокно и передают ему электрический импульс, вызывающий сокращение. Мышечное волокно обычно рассматривают как многоядерную клетку гигантских размеров, покрытую эластичной оболочкой – сарколеммой. Диаметр функционально зрелого поперечно-полосатого мышечного волокна обычно составляет от 10 до 100 мкм, а длина волокна часто соответствует длине мышцы.

В саркоплазме мышечных волокон обнаруживается ряд структур: митохондрии, микросомы, рибосомы, трубочки и цистерны саркоплазматической сети, различные вакуоли, глыбки гликогена и включения липидов, играющие роль запасных энергетических материалов, и т. д.

В каждом мышечном волокне в полужидкой саркоплазме по длине волокна расположено, нередко в форме пучков, множество нитевидных образований – миофибрилл (толщина их обычно менее 1 мкм), обладающих, как и все волокно в целом, поперечной исчерченностью. Поперечная исчерченность волокна, зависящая от оптической неоднородности белковых веществ, локализованных во всех миофибриллах на одном уровне, легко выявляется при исследовании волокон скелетных мышц в поляризационном или фазово-контрастном микроскопе (рис. 2).

Повторяющимся элементом поперечно-полосатой миофибриллы является саркомер – участок миофибриллы, границами которого служат узкие Z-линии. Каждая миофибрилла состоит из нескольких сот саркомеров. Средняя длина саркомера 2,5–3,0 мкм. В середине саркомера находится зона протяженностью 1,5–1,6 мкм, темная в фазово-контрастном микроскопе. В поляризованном свете она дает сильное двойное лучепреломление. Эту зону принято называть диском А (анизотропный диск). В центре диска А расположена линия М, которую можно наблюдать только в электронном микроскопе. Среднюю часть диска А занимает зона Н более слабого двойного лучепреломления. Наконец, существуют изотропные диски,

или диски I, с очень слабым двойным лучепреломлением. В фазово-контрастном микроскопе они кажутся более светлыми, чем диски A. Длина дисков I около 1 мкм. Каждый из них разделен на две равные половины Z-мембраной, или Z-линией. Согласно современным представлениям, в дисках A расположены толстые нити, состоящие главным образом из белка миозина, и тонкие нити, состоящие, как правило, из второго компонента актомиозиновой системы – белка актина. Тонкие (актиновые) нити начинаются в пределах каждого саркомера у Z-линии, тянутся через диск I, проникают в диск A и прерываются в области зоны H.

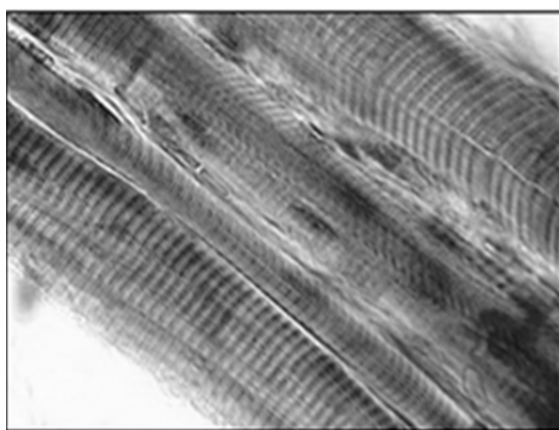


Рис. 2. Фотография микропрепарата поперечно-полосатой мышечной ткани

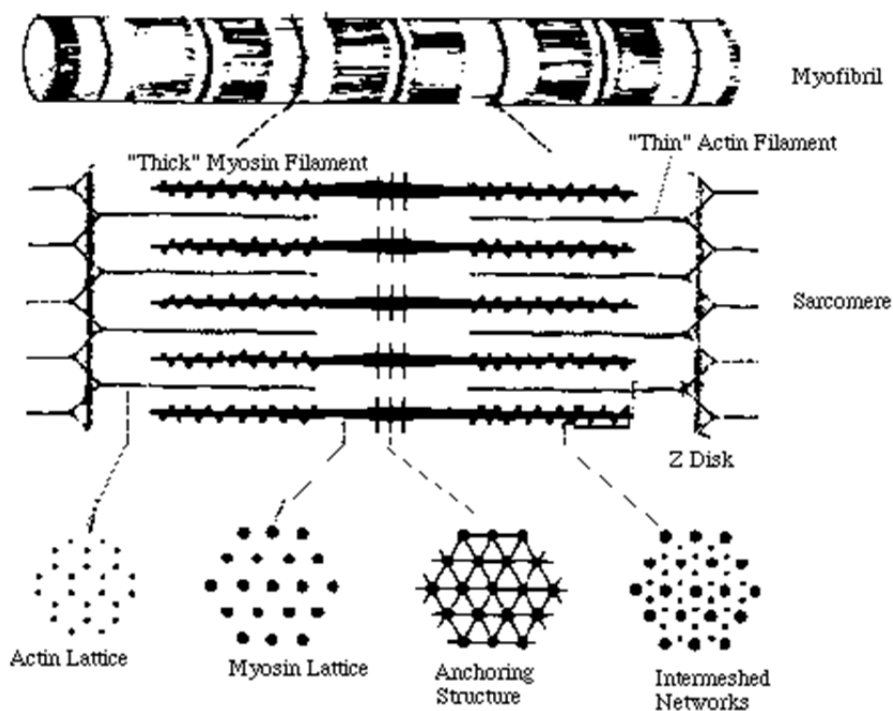


Рис. 3. Схема строения саркомера

При исследовании тонких срезов мышц под электронным микроскопом было обнаружено, что белковые нити расположены строго упорядоченно. Толстые нити диаметром 12–16 нм и длиной примерно 1,5 мкм уложены в форме шестиугольника диаметром 40–50 нм и проходят через весь диск А. Между этими толстыми нитями располагаются тонкие нити диаметром 8 нм, простираясь от Z-линии на расстояние около 1 мкм (рис. 3). Изучение мышцы в состоянии сокращения показало, что диски I в ней почти исчезают, а область перекрывания толстых и тонких нитей увеличивается (в скелетной мышце в состоянии сокращения саркомер укорачивается до 1,7–1,8 мкм).

Согласно модели, предложенной Э. Хаксли и Р. Нидергерке, а также Х. Хаксли и Дж. Хенсоном, при сокращении миофибрилл одна система нитей проникает в другую, т. е. нити начинают как бы скользить друг по другу, что и является причиной мышечного сокращения.

Механизм мышечного сокращения

Передача возбуждения с двигательного мотонейрона на мышечное волокно происходит с помощью медиатора ацетилхолина (АХ). Взаимодействие АХ с холинорецептором концевой пластинки приводит к активации АХ-чувствительных каналов и появлению потенциала концевой пластинки, который может достигать 60 мВ. При этом область концевой пластинки становится источником раздражающего тока для мембраны мышечного волокна, и на участках клеточной мембраны, прилегающих к концевой пластинке, возникает потенциал действия (ПД), который распространяется в обе стороны со скоростью примерно 3–5 м/с при температуре 36 °С.

Вторым этапом является распространение ПД внутрь мышечного волокна по поперечной системе трубочек, которая служит связующим звеном между поверхностной мембраной и сократительным аппаратом мышечного волокна. Т-система тесно контактирует с терминальными цистернами саркоплазматической сети двух соседних саркомеров. Электрическая стимуляция места контакта приводит к активации ферментов, расположенных в месте контакта, и образованию инозитолтрифосфата. Инозитолтрифосфат активирует кальциевые каналы мембран терминальных цистерн, что приводит к выходу ионов Ca^{2+} из цистерн и повышению внутриклеточной концентрации Ca^{2+} с 10^{-7} до 10^{-5} М. Совокупность процессов, приводящих к повышению внутриклеточной концентрации Ca^{2+} , составляет сущность третьего этапа мышечного сокращения. Таким образом, на первых этапах происходит преобразование электрического сигнала ПД в химический — повышение внутриклеточной концентрации Ca^{2+} , т. е. электрохимическое преобразование.

При повышении внутриклеточной концентрации ионов Ca^{2+} тропомиозин смещается в желобок между нитями актина, при этом на актиновых нитях открываются участки, с которыми могут взаимодействовать поперечные мостики миозина. Это смещение тропомиозина обусловлено изменением конформации молекулы белка тропонина при связывании Ca^{2+} . Следовательно, участие ионов Ca^{2+} в механизме взаимодействия актина и миозина опосредовано через тропонин и тропомиозин.

Следующим этапом электромеханического сопряжения является присоединение головки поперечного мостика к актиновому филаменту, к первому из нескольких последовательно расположенных стабильных центров. При этом миозиновая головка поворачивается вокруг своей оси, поскольку имеет несколько активных центров, которые последовательно взаимодействуют с соответствующими центрами на актиновом филаменте. Вращение головки приводит к увеличению упругой эластической тяги шейки поперечного мостика и увеличению напряжения. В каждый конкретный момент в процессе развития сокращения одна часть головок поперечных мостиков находится в соединении с актиновым филаментом, другая свободна, т. е. существует последовательность их взаимодействия с актиновым филаментом. Это обеспечивает плавность процесса сокращения. На четвертом и пятом этапах происходит хемомеханическое преобразование.

Последовательная реакция соединения и разъединения головок поперечных мостиков с актиновым филаментом приводит к скольжению тонких и толстых нитей относительно друг друга и уменьшению размеров саркомера и общей длины мышцы, что является шестым этапом. Совокупность описанных процессов составляет сущность теории скольжения нитей.

Механизм мышечного расслабления

Описанные механизмы укорочения мышечного волокна позволяют предположить, что для расслабления в первую очередь необходимо понижение концентрации ионов Ca^{2+} . Экспериментально было доказано, что саркоплазматическая сеть имеет специальный механизм – кальциевый насос, который активно возвращает кальций в цистерны. Активация кальциевого насоса осуществляется неорганическим фосфатом, который образуется при гидролизе АТФ, а энергообеспечение работы кальциевого насоса происходит также за счет энергии, образующейся при гидролизе АТФ. Таким образом, АТФ является вторым важнейшим фактором, абсолютно необходимым для процесса расслабления.

Кроме того, после мышечных сокращений тонкие протофибриллы стремятся вернуться в свое прежнее положение за счет упругих свойств.

Некоторое время после смерти мышцы остаются мягкими вследствие прекращения тонического влияния мотонейронов. Затем концентрация

АТФ снижается ниже критического уровня и возможность разъединения головки миозина с актиновым филаментом исчезает. Возникает явление трупного окоченения с выраженной ригидностью скелетных мышц.

Особенности строения гладких мышц

Гладкие мышцы внутренних органов по характеру иннервации, возбуждения и сокращения существенно отличаются от скелетных. Волны возбуждения и сокращения протекают в гладких мышцах в очень замедленном темпе. Развитие состояния «неутомляемого» тонуса гладких мышц связано, как и в тонических скелетных волокнах, с замедленностью сократительных волн, сливающихся друг с другом даже при редких ритмических раздражениях. Для гладких мышц характерна также способность к автоматизму, т. е. к деятельности, не связанной с поступлением в мышцы нервных импульсов из центральной нервной системы. Установлено, что способностью к ритмическому самопроизвольному возбуждению и сокращению обладают не только нервные клетки, имеющиеся в гладких мышцах, но и сами гладкомышечные клетки.

Своеобразие сократительной функции гладких мышц позвоночных животных определяется не только особенностями их иннервации и гистологического строения, но и спецификой их химического состава: более низким содержанием контрактильных белков (актомиозина), макроэргических соединений, в частности АТФ, низкой АТФ-азной активностью миозина, наличием в них водорастворимой модификации актомиозина – тоноактомиозина и т. д.

Существенное значение для организма имеет способность гладких мышц изменять длину без повышения напряжения (наполнение полых органов, например мочевого пузыря, желудка и др.).

Энергетика мышечной деятельности

Как уже указывалось, обе фазы мышечной деятельности – сокращение и расслабление – протекают при обязательном использовании энергии, которая выделяется при гидролизе АТФ.

Однако запасы АТФ в мышечных клетках незначительны (в покое концентрация АТФ в мышцах около 5 ммоль/л), и их достаточно для мышечной работы в течение 1–2 с. Поэтому для обеспечения более продолжительной мышечной деятельности в мышцах должно происходить пополнение запасов АТФ. Образование АТФ в мышечных клетках непосредственно во время физической работы называется ресинтезом АТФ и идет с потреблением энергии.

Таким образом, при функционировании мышц в них одновременно протекают два процесса: гидролиз АТФ, дающий необходимую энергию для сокращения и расслабления, и ресинтез АТФ, восполняющий потери этого вещества. Если для обеспечения мышечного сокращения и расслабления используется только химическая энергия АТФ, то для ресинтеза АТФ пригодна химическая энергия самых разнообразных соединений: углеводов, жиров, аминокислот и креатинфосфата.

Строение и биологическая роль АТФ

Аденозинтрифосфат (АТФ) является нуклеотидом. Молекула АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) состоит из азотистого основания аденина, пятиуглеродного сахара рибозы и трех остатков фосфорной кислоты, соединенных между собой макроэргической связью. При ее гидролизе высвобождается большое количество энергии. АТФ является основным макроэргом клетки, аккумулятором энергии в виде энергии высокоэнергетических химических связей.

В физиологических условиях, т. е. при тех условиях, которые имеются в живой клетке, расщепление моля АТФ (506 г) сопровождается выделением 12 ккал, или 50 кДж энергии.

Пути образования АТФ

Аэробное окисление (тканевое дыхание)

Синонимы: окислительное фосфорилирование, дыхательное фосфорилирование, аэробное фосфорилирование.

Протекает этот путь в митохондриях.

Цикл трикарбоновых кислот впервые был открыт английским биохимиком Г. Кребсом (рис. 4).

Первая реакция катализируется ферментом цитрат-синтазой, при этом ацетильная группа ацетил-КоА конденсируется с оксалоацетатом, в результате чего образуется лимонная кислота. По-видимому, в данной реакции в качестве промежуточного продукта образуется связанный с ферментом цитрил-КоА. Затем последний самопроизвольно и необратимо гидролизуетс с образованием цитрата и HS-КоА.

В результате второй реакции образовавшаяся лимонная кислота подвергается дегидратированию с образованием цис-аконитовой кислоты, которая, присоединяя молекулу воды, переходит в изолимонную кислоту (изоцитрат). Катализирует эти обратимые реакции гидратации–дегидратации фермент аконитатгидратаза (аконитаза). В результате происходит взаимоперемещение Н и ОН в молекуле цитрата.

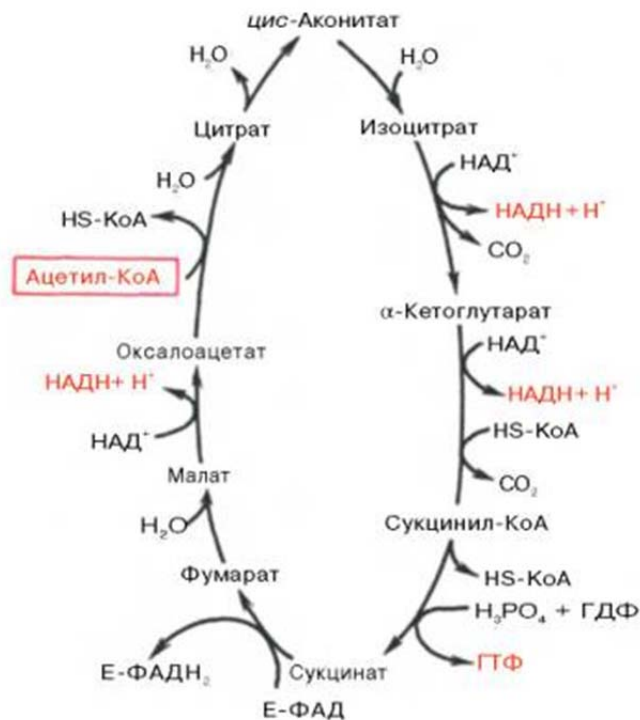


Рис. 4. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)

Третья реакция, по-видимому, лимитирует скорость цикла Кребса. Изолимонная кислота дегидрируется в присутствии НАД-зависимой изоцитратдегидрогеназы. В ходе изоцитратдегидрогеназной реакции изолимонная кислота одновременно декарбоксилируется. НАД-зависимая изоцитратдегидрогеназа является аллостерическим ферментом, которому в качестве специфического активатора необходим АДФ. Кроме того, фермент для проявления своей активности нуждается в ионах Mg^{2+} или Mn^{2+} .

Во время четвертой реакции происходит окислительное декарбоксилирование α -кетоглутаровой кислоты с образованием высокоэнергетического соединения сукцинил-КоА. По механизму эта реакция схожа с реакцией окислительного декарбоксилирования пирувата до ацетил-КоА; α -кетоглутаратдегидрогеназный комплекс напоминает по своей структуре пируватдегидрогеназный комплекс. Как в одном, так и в другом случае в реакции принимают участие 5 коферментов: ТПФ, амид липоевой кислоты, HS-КоА, ФАД и НАД⁺.

Пятая реакция катализируется ферментом сукцинил-КоА-синтетазой. В ходе этой реакции сукцинил-КоА при участии ГТФ и неорганического фосфата превращается в янтарную кислоту (сукцинат). Одновременно происходит образование высокоэнергетической фосфатной связи ГТФ за счет высокоэнергетической тиоэфирной связи сукцинил-КоА.

В результате шестой реакции сукцинат дегидрируется в фумаровую кислоту. Окисление сукцината катализируется сукцинатдегидрогеназой,

в молекуле которой с белком прочно (ковалентно) связан кофермент ФАД. В свою очередь, сукцинатдегидрогеназа прочно связана с внутренней митохондриальной мембраной.

Седьмая реакция осуществляется под влиянием фермента фумаратгидратазы (фумаразы). Образовавшаяся при этом фумаровая кислота гидратируется, продуктом реакции является яблочная кислота (малат).

Наконец, в ходе восьмой реакции цикла трикарбоновых кислот под влиянием митохондриальной НАД-зависимой малатдегидрогеназы происходит окисление L-малата в оксалоацетат.

За один оборот цикла при окислении одной молекулы ацетил-КоА в цикле Кребса и системе окислительного фосфорилирования может образоваться 12 молекул АТФ.

Анаэробное окисление

Синонимы: субстратное фосфорилирование, анаэробный синтез АТФ.

Идет в цитоплазме, отщепленный водород присоединяется к какому-то другому веществу. В зависимости от субстрата выделяют два пути анаэробного ресинтеза АТФ: креатинфосфатный (креатинкиназный, алактатный) и гликолитический (гликолиз, лактатный). В первом случае субстратом выступает креатинфосфат, во втором – глюкоза.

Эти пути протекают без участия кислорода.

Количественные критерии путей ресинтеза АТФ

Для количественной характеристики различных путей ресинтеза АТФ обычно используются следующие критерии:

- а) максимальная мощность, или максимальная скорость, – это наибольшее количество АТФ, которое может образоваться в единицу времени за счет данного пути ресинтеза;
- б) время разворачивания – это минимальное время, необходимое для выхода ресинтеза АТФ на свою наибольшую скорость;
- в) время сохранения или поддержания максимальной мощности – это наибольшее время функционирования данного пути ресинтеза АТФ с максимальной мощностью;
- г) метаболическая емкость – это общее количество АТФ, которое может образоваться во время мышечной работы за счет данного пути ресинтеза АТФ.

Аэробный путь ресинтеза АТФ

Максимальная мощность составляет 350–450 кал/мин·кг.

Время разворачивания – 3–4 мин (у хорошо тренированных спортсменов может быть около 1 мин).

Время работы с максимальной мощностью составляет десятки минут.

Преимущества: экономичность, универсальность в использовании субстратов и большая продолжительность его работы.

Недостатки: обязательное потребление кислорода, наличие неповрежденной мембраны, большое время разворачивания и небольшая максимальная мощность.

Поэтому мышечная деятельность, свойственная большинству видов спорта, не может быть полностью обеспечена этим путем ресинтеза АТФ, и мышцы вынуждены дополнительно включать анаэробные способы образования АТФ, имеющие более короткое время разворачивания и большую максимальную мощность.

В спортивной практике для оценки аэробного фосфорилирования часто используются следующие показатели:

МПК (максимальное потребление кислорода) – это максимально возможная скорость потребления кислорода организмом при выполнении физической работы.

ПАО (порог аэробного обмена) – это наибольшая относительная мощность работы, измеряемая по потреблению кислорода в процентах по отношению к МПК.

ПАНО (порог анаэробного обмена) – это минимальная относительная мощность работы, измеренная по потреблению кислорода в процентах по отношению к МПК.

Кислородный приход – это количество кислорода, использованное во время выполнения данной нагрузки для обеспечения аэробного ресинтеза АТФ.

Креатинфосфатный путь ресинтеза АТФ

Источник энергии – креатинфосфат. Он либо превращается в креатинин и выводится из организма, либо связывается с АДФ с образованием креатина и АТФ.

Синтез креатинфосфата в мышечных клетках происходит во время отдыха путем взаимодействия креатина с избытком АТФ.

Образование креатина происходит в печени с использованием трех аминокислот: глицина, метионина и аргинина.

Максимальная мощность составляет 900–1000 кал/мин·кг.

Время разворачивания всего 1–2 с.

Время работы с максимальной скоростью всего лишь 8–10 с, что связано с небольшими исходными запасами креатинфосфата в мышцах.

Преимущества: очень малое время разворачивания и высокая мощность.

Недостаток: короткое время его функционирования.

Биохимическая оценка состояния креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ обычно проводится по двум показателям: креатининовому коэффициенту и алактатному кислородному долгу.

Креатининовый коэффициент – это выделение креатинина с мочой за сутки в расчете на 1 кг массы тела.

Алактатный кислородный долг – это повышенное (сверх уровня покоя) потребление кислорода в ближайшие 4–5 мин после выполнения кратковременного упражнения максимальной мощности.

Гликолитический путь ресинтеза АТФ

Источник энергии – мышечный гликоген и глюкоза из кровяного русла.

Максимальная мощность – 750–850 кал/мин·кг.

Время разворачивания – 20–30 с.

Время работы с максимальной мощностью – 2–3 мин.

Преимущества: не требует участия митохондрий и кислорода.

Недостатки: процесс малоэкономичен, образование и накопление лактата.

Показателем работы данного пути служит определение после физической нагрузки концентрации лактата в крови и моче, рН крови, определение щелочного резерва крови и лактатного кислородного долга.

Щелочной резерв крови – это щелочные компоненты всех буферных систем крови. При поступлении во время мышечной работы в кровь молочной кислоты она вначале нейтрализуется путем взаимодействия с буферными системами крови (с их щелочными компонентами), и поэтому происходит снижение щелочного резерва крови.

Лактатный кислородный долг – это повышенное потребление кислорода в ближайшие 1–1,5 часа после окончания мышечной работы. Этот избыток кислорода необходим для устранения молочной кислоты.

Аденилаткиназная (миокиназная) реакция

Существует два мнения по поводу времени протекания данной реакции. Одно мнение сводится к тому, что эта реакция протекает в мышцах при утомлении. Второе мнение: данная реакция всегда идет параллельно с остальными путями ресинтеза АТФ. Реакция ускоряется ферментом аденилаткиназой (миокиназой). В ходе этой реакции одна молекула АДФ передает свою фосфатную группу на другую АДФ, в результате образуется АТФ и АМФ.

Соотношение между различными путями ресинтеза АТФ при мышечной работе

При любой мышечной работе функционируют все три пути ресинтеза АТФ, но включаются они последовательно. В первые секунды работы ресинтез АТФ идет за счет креатинфосфатной реакции, затем подключается гликолиз и, наконец, по мере продолжения работы на смену гликолизу приходит тканевое дыхание.

Конкретный вклад каждого из механизмов образования АТФ в энергообеспечение мышечных движений зависит от интенсивности и продолжительности физических нагрузок.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные типы мышц выделяют в организме человека?
2. Какие органоиды содержит мышечная клетка?
3. Какие соединения входят в состав миоцита?
4. Что называется миофибриллой?
5. Как выглядит под микроскопом саркомер?
6. Что служит сигналом для запуска мышечного сокращения?
7. Зачем необходима энергия АТФ при осуществлении мышечного сокращения?
8. Нужна ли энергия для расслабления мышечных волокон?
9. В строении каких органов участвуют гладкие мышцы?
10. Каким соединением по химической природе является АТФ?
11. Какие соединения называются макроэргами?
12. Сколько энергии выделяется при расщеплении одного моля АТФ при физиологических условиях?
13. Что является главными потребителями АТФ в организме человека?
14. Какие пути образования АТФ в организме человека выделяют?
15. Дайте определение термину «тканевое дыхание».
16. В какой части клетки происходят аэробный и анаэробный синтез АТФ?
17. Какое соединение является конечным продуктом анаэробного синтеза АТФ?
18. За счет каких механизмов происходит пополнение запасов АТФ?
19. Перечислите преимущества и недостатки аэробного пути ресинтеза АТФ.
20. Сколько минут составляет время работы с максимальной мощностью аэробного пути ресинтеза АТФ?
21. Перечислите преимущества и недостатки лактатного пути ресинтеза АТФ.
22. Какова максимальная мощность гликолитического пути ресинтеза АТФ?
23. Перечислите преимущества и недостатки алактатного пути ресинтеза АТФ.
24. Каково время разветывания креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ?

БИОХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

Биохимические изменения, происходящие в скелетных мышцах

Снижается содержание креатинфосфата, и накапливается креатин.

Уменьшается содержание мышечного гликогена, увеличивается концентрация молочной кислоты. За счет этого повышается кислотность и осмотическое давление, поэтому в миоциты поступает вода, и они набухают (в спортивной практике это явление нередко называют «забитостью» мышц).

Повышается скорость распада белков, особенно при выполнении силовых упражнений, причем это затрагивает в первую очередь сократительные белки, входящие в состав миофибрилл. Вследствие распада белков в мышечных клетках повышается содержание свободных аминокислот и продуктов их последующего расщепления – кетокислот и аммиака.

И, наконец, самое неприятное, что может случиться, – это повреждения внутриклеточных структур – миофибрилл, митохондрий, разнообразных биомембран.

Биохимические изменения, происходящие в головном мозге

При физической работе повышается работа мозга, затраты энергии. Мозг усиленно потребляет кислород и глюкозу из крови. При этом любое нарушение снабжения мозга кислородом или глюкозой неминуемо ведет к снижению его функциональной активности, что у спортсменов может проявляться в форме головокружения или обморочного состояния.

Биохимические изменения, происходящие в миокарде

Во время мышечной деятельности повышается работа сердца. Энергообеспечение миокарда осуществляется главным образом за счет аэробного ресинтеза АТФ.

Во время интенсивной работы миокард может извлекать из крови лактат и окислять его с образованием АТФ. Способность миокарда окислять лактат имеет большое биологическое значение. Использование лактата в качестве источника энергии позволяет дольше поддерживать в крови необходимую концентрацию глюкозы, что очень существенно для биоэнергетики нервных клеток, для которых глюкоза является почти единственным субстратом окисления. Окисление лактата в сердечной мышце также способствует нормализации кислотно-щелочного баланса, так как при этом в крови снижается концентрация этой кислоты.

Биохимические изменения, происходящие в печени

Во-первых, происходит распад гликогена до глюкозы. Во-вторых, из липидов образуются кетоновые тела. Кетоновые тела являются важ-

ными источниками энергии. С током крови они переносятся из печени в работающие органы – миокард и скелетные мышцы. В этих органах кетонные тела вновь превращаются в ацетил-КоА, который сразу же аэробно окисляется в цикле Кребса (ЦТК) до углекислого газа и воды с выделением большого количества энергии.

При нехватке глюкозы происходит ее синтез из глицерина, аминокислот и лактата.

Также в печени происходит важный процесс – обезвреживание аммиака. При физической работе усиливается распад мышечных белков, приводящий к образованию свободных аминокислот, которые далее дезаминируются, выделяя NH_3 . Аммиак является клеточным ядом, его обезвреживание происходит в печени, где он превращается в мочевины. Синтез мочевины требует значительного количества энергии. При истощающих нагрузках, несоответствующих функциональному состоянию организма, печень может не справляться с обезвреживанием аммиака, в этом случае возникает интоксикация организма этим ядом, ведущая к снижению работоспособности.

Биохимические изменения, происходящие в крови

Изменения химического состава крови является отражением тех биохимических сдвигов, которые возникают при мышечной деятельности в различных внутренних органах, скелетных мышцах и миокарде. Поэтому на основании анализа химического состава крови можно оценить биохимические процессы, протекающие во время работы. Это имеет большое практическое значение, так как из всех тканей организма кровь наиболее доступна для исследования.

В плазме крови наблюдается повышение концентрации белков. Это происходит по двум причинам. Во-первых, усиленное потоотделение приводит к уменьшению содержания воды в плазме крови и, следовательно, к ее сгущению, в результате чего возрастают концентрации всех компонентов плазмы, в том числе белков. Во-вторых, вследствие повреждения клеточных мембран наблюдается выход внутриклеточных белков в плазму крови. Однако при очень продолжительной работе возможно снижение концентрации белков плазмы. В этом случае часть белков из кровяного русла переходит в мочу, а другая часть используется в качестве источников энергии.

В начале работы повышается уровень глюкозы. Это объясняется тем, что в начале работы в печени имеются большие запасы гликогена и глюконеогенез протекает с высокой скоростью. С другой стороны, в начале работы мышцы тоже обладают значительными запасами гликогена, которые они используют для своего энергообеспечения, и поэтому не извлекают глюкозу из кровяного русла. По мере выполнения работы сни-

жается содержание гликогена как в печени, так и в мышцах. В связи с этим печень направляет все меньше и меньше глюкозы в кровь, а мышцы, наоборот, начинают в большей мере использовать глюкозу крови для получения энергии. При длительной работе часто наблюдается снижение концентрации глюкозы в крови (гипогликемия), что обусловлено истощением запасов гликогена в печени и в мышцах.

Также происходит повышение концентрации лактата, степень возрастания которой в значительной мере зависит от характера выполненной работы и тренированности спортсмена. Наибольший подъем уровня лактата в крови отмечается при выполнении физических нагрузок в зоне субмаксимальной мощности, так как в этом случае главным источником энергии для работающих мышц является анаэробный гликолиз, приводящий к образованию и накоплению молочной кислоты.

Изменяется рН крови. При выполнении физических упражнений субмаксимальной мощности рН снижается у спортсменов средней квалификации до 7,1–7,2, а у спортсменов мирового класса снижение водородного показателя может быть до 6,8.

Повышение концентрации свободных жирных кислот и кетоновых тел наблюдается при длительной мышечной работе вследствие мобилизации жира из жировых депо и последующего кетоногенеза в печени. Увеличение концентрации кетоновых тел (ацетоуксусная и бета-оксимасляная кислоты) также вызывает повышение кислотности и снижение рН крови.

В крови повышается содержание мочевины. При кратковременной работе концентрация мочевины в крови увеличивается незначительно, а при длительной физической работе уровень мочевины в крови может возрасти в 4–5 раз. Причиной увеличения содержания мочевины в крови является усиление катаболизма белков под воздействием физических нагрузок, особенно силового характера. Распад белков, в свою очередь, ведет к накоплению свободных аминокислот, при распаде которых образуется в большом количестве аммиак. В печени большая часть образовавшегося аммиака превращается в мочевину.

Биохимические изменения, происходящие в моче

Выполнение физических нагрузок приводит также к значительным сдвигам в химическом составе мочи и существенно влияет на ее физико-химические свойства.

После завершения мышечной работы наиболее характерным является появление в моче химических веществ, которые в покое практически отсутствуют. Эти соединения часто называют патологическими компонентами, так как они появляются в моче не только после физических нагрузок, но и при ряде заболеваний.

Обнаружение в моче белка. Это явление носит название протеинурия. Особенно выраженная протеинурия наблюдается после чрезмерных нагрузок, не соответствующих функциональному состоянию спортсмена. Вероятной причиной протеинурии является повреждение почечных мембран, возникающее под влиянием мышечных нагрузок, а также появление в крови во время физической работы продуктов деградации тканевых белков – различных полипептидов, легко проходящих через почечный фильтр из кровяного русла в состав мочи.

Содержание глюкозы в моче (глюкозурия). Это может быть обусловлено двумя основными причинами. Во-первых, как уже отмечалось, при выполнении физических упражнений в крови повышается уровень глюкозы (гипергликемия), и он может превысить почечный порог, вследствие чего часть глюкозы не будет подвергаться обратному всасыванию в извитых канальцах нефрона и останется в составе мочи. Во-вторых, из-за повреждения почечных мембран нарушается процесс обратного всасывания глюкозы в почках, что также ведет к развитию глюкозурии.

Кетоновые тела в моче. После соревновательных или тренировочных нагрузок с мочой могут выделяться в больших количествах кетоновые тела – ацетоуксусная и бета-оксимасляная кислоты, а также продукт их распада – ацетон. Это явление называется кетонурией, или ацетонурией. Причины кетонурии аналогичны причинам, вызывающим глюкозурию. Это повышение в крови концентрации кетоновых тел (гиперкетонемия) и снижение реабсорбционной функции почек при мышечной работе.

Появление лактата в моче. Появление молочной кислоты в моче обычно наблюдается после тренировок, включающих упражнения субмаксимальной мощности. Каждое такое упражнение приводит к резкому возрастанию концентрации лактата в крови и последующему его переходу из кровяного русла в мочу. Таким образом, происходит аккумулярование молочной кислоты в моче. В связи с этим по выделению лактата с мочой можно судить об общем вкладе гликолитического пути ресинтеза АТФ в энергообеспечение всей работы, выполненной спортсменом за тренировку.

Наряду с влиянием на химический состав физические нагрузки приводят к изменению физико-химических свойств мочи. Повышается плотность мочи вследствие повышения роли внепочечных путей выделения воды из организма и появления в моче веществ, отсутствующих в ней в состоянии покоя. В среднем плотность мочи до нагрузок колеблется в пределах 1,010–1,025 г/мл. После тренировки этот показатель может быть равен 1,030–1,035 г/мл и даже еще выше.

Также изменяется кислотность мочи вследствие выделения после тренировки с мочой молочной кислоты, а также кетоновых тел. До ра-

боты при обычном питании рН мочи равен 5–6. После работы, особенно при интенсивных нагрузках, рН мочи может быть в пределах 4–5, что соответствует примерно десятикратному увеличению концентрации в моче ионов водорода.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие системы организма человека регулируют мышечную деятельность?
2. Какие биохимические изменения происходят в скелетных мышцах при физической работе?
3. Какие биохимические сдвиги наблюдаются в головном мозге при мышечной работе?
4. Назовите биохимические изменения, происходящие в печени при физической работе.
5. Как изменяется уровень глюкозы в крови во время физической активности?
6. В результате каких процессов в крови при мышечной работе появляются кетоновые тела?
7. Почему после физической работы в моче появляется лактат?
8. Как изменяется величина рН мочи при физической работе?

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ УТОМЛЕНИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

В физиологии принято различать понятия утомление и усталость. Утомление – состояние организма, возникающее вследствие работы и объективно характеризующееся снижением работоспособности; усталость – это субъективная сторона проявления утомления, психическое переживание, связанное с утомлением, чувство утомления.

Развитие охранительного (запредельного) торможения

Утомление организма при мышечной работе прежде всего связано с утомлением центральной нервной системы, так как интенсивная мышечная деятельность является в то же время и интенсивной деятельностью нервных центров. Последняя в результате длительной напряженной работы нарушается. Выражением этого нарушения является изменение нормального взаимоотношения процессов возбуждения и торможения, причем тормозной процесс начинает преобладать. В результате расстраивается нормальное течение рефлекторных процессов, нарушаются регуляция вегетативных функций и координация движений, двигательный аппарат постепенно приходит в недеятельное состояние.

Нервная система наиболее чувствительна к изменениям внутренней среды. Такие факторы утомления, как накопление в крови продуктов работы клеток, уменьшение содержания в крови сахара, недостаток при некоторых условиях кислорода в крови, понижают работоспособность организма не прямо, а главным образом опосредствованно – через центральную нервную систему.

Работа, связанная с преодолением сверхдлинных дистанций в различных видах спорта, совершается длительное время, в течение которого нервные центры постепенно утомляются. Интенсивная деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем в течение длительного срока приводит к снижению функциональных свойств их нервных регуляторных аппаратов. Таким образом, понижение работоспособности организма при длительной нагрузке, обусловленное расстройством деятельности соответствующих нервных центров, связано и с постепенным изменением функций кровообращения и дыхания.

Важным фактором утомления при напряженной работе умеренной мощности (бег и плавание на сверхдлинные дистанции, лыжные переходы и т. п.) следует считать снижение концентрации сахара в крови – гипогликемию. Уменьшение количества сахара в крови является сигналом начинающегося существенного изменения внутренней среды организма и в то же время причиной развития компенсаторных реакций по мобилизации углеводов из депо и по превращению в углеводы жиров и белков, а в дальнейшем и причиной такого изменения деятельности центральной нервной системы, которое может привести к полному прекращению работы. Прием углеводов (50–100 г сахара) при длительной работе оказывает положительное влияние на функциональное состояние центральной нервной системы, повышая тем самым работоспособность организма, снижая утомление или отдаляя время его острого развития.

Помимо уменьшения концентрации сахара в крови, в развитии утомления при длительной напряженной работе может играть роль нарушение теплорегуляции. Потоотделение, если оно не сопровождается испарением пота с поверхности тела или одежды, не ведет к увеличению теплоотдачи. Отставание же теплоотдачи от уровня теплопродукции при мышечной работе приводит к повышению температуры тела, что может отрицательно повлиять на работоспособность (если повышение температуры значительно). Особенно это может иметь место при высокой влажности среды и малой проницаемости одежды.

Напряженная деятельность нервных центров при мышечной работе большой мощности быстрее приводит к их истощению, чем при работе умеренной мощности. Также быстрее, чем при работе умеренной мощности, снижается работоспособность органов дыхания и кровообращения.

Работа большой мощности совершается в условиях ложного устойчивого состояния. Потребление кислорода достигает максимальной величины, на которую способен организм (до 4,5–5 л у хорошо тренированного человека), и в то же время значительно отстает от кислородного запроса. Следовательно, работа выполняется в условиях недостатка кислорода, и кислородный долг во время работы неуклонно увеличивается. Следствием этого является накопление в организме недоокисленных продуктов. Таким образом, существенными факторами утомления при выполнении работы большой мощности являются растущая кислородная задолженность и связанное с ней накопление в организме недоокисленных продуктов, что приводит к угнетению деятельности нервных центров.

Утомление при работе максимальной и субмаксимальной мощности в первую очередь связано с изменением функционального состояния центральной нервной системы. Мышечные сокращения большой частоты и силы вызываются интенсивной деятельностью нервных центров. В то же время центральная нервная система подвергается воздействию мощного потока идущих от периферии двигательного аппарата центростремительных проприоцептивных импульсов. В результате этого в нервных центрах развивается состояние парабииотического торможения, функциональная подвижность их понижается, что исключает возможность воспроизведения центростремительных импульсов в первоначальном ритме, и движения бегуна, пловца и т. д. замедляются, «сковываются».

Механизмы восстановления после мышечной работы

Еще И.П. Павловым был вскрыт ряд закономерностей течения восстановительных процессов, не потерявших значения в настоящее время.

1. В работающем органе наряду с процессами разрушения и истощения происходит процесс восстановления, он наблюдается не только после окончания работы, но уже и в процессе деятельности.
2. Взаимоотношения истощения и восстановления определяются интенсивностью работы; во время интенсивной работы восстановительный процесс не в состоянии полностью компенсировать расход, поэтому полное возмещение потерь наступает позднее, во время отдыха.
3. Восстановление израсходованных ресурсов происходит не до исходного уровня, а с некоторым избытком (явление избыточных компенсаций).

Взгляды И.П. Павлова развил его ученик Ю.В. Фольборт (1951), который заключил, что повторные физические нагрузки могут вести к развитию двух противоположных состояний: если каждая последующая нагрузка приходится на ту фазу восстановления, в которой организм до-

стиг исходного состояния, то развивается состояние тренированности, возрастают функциональные возможности организма; если же работоспособность еще не вернулась к исходному состоянию, то новая нагрузка вызывает противоположный процесс – хроническое истощение. Постепенное исчезновение явлений утомления, возвращение функционального статуса организма и его работоспособности к дорабочему уровню либо превышение последнего соответствует периоду восстановления. Продолжительность этого периода зависит от характера и степени утомления, состояния организма, особенностей его нервной системы, условий внешней среды. В зависимости от сочетания перечисленных факторов восстановление протекает в различные сроки: от минут до нескольких часов или суток при наиболее напряженной и длительной работе.

В зависимости от общей направленности биохимических сдвигов в организме и времени, необходимого для их возвращения к норме, выделяются два типа восстановительных процессов: срочное и отставленное. Срочное восстановление распространяется на первые 0,5–1,5 часа отдыха после работы; оно сводится к устранению накопившихся за время упражнения продуктов анаэробного распада и восполнению образовавшегося кислородного долга. Отставленное восстановление распространяется на многие часы отдыха после работы. Оно заключается в усиливающихся процессах пластического обмена и реставрации нарушенного во время упражнения ионного и эндокринного равновесия в организме. В период отставленного восстановления завершается возвращение к норме энергетических запасов организма, усиливается синтез разрушенных при работе структурных и ферментных белков. В целях рационального чередования нагрузок необходимо учитывать скорость протекания восстановительных процессов в организме спортсменов после отдельных упражнений, их комплексов, занятий, микроциклов.

Отличительной особенностью протекания восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок является неодновременное (гетерохронное) возвращение после проделанной тренировочной нагрузки различных показателей к исходному уровню.

Синтез гликогена протекает в мышцах и в печени из глюкозы, поступающей в организм с пищей. Предельное время восстановления в организме запасов гликогена – 24–36 ч.

Синтез жиров осуществляется в жировой ткани из пищи. Для восполнения запасов жира необходимо не более 36–48 ч.

Синтез белков в основном идет в мышечной ткани. Часть аминокислот (незаменимых) обязательно должна поступать с пищей. Максимальное время синтеза белков – 48–72 ч.

Отставленное восстановление также включает и восстановление (репарацию) поврежденных внутриклеточных структур. Это касается миофибрилл, митохондрий, различных клеточных мембран. По времени это самый длительный процесс, он требует до 72–96 ч.

Методы ускорения восстановления

В практике наиболее часто используется деление восстановительных средств на три основные группы, комплексное использование которых и составляет систему восстановления: педагогические, медико-биологические и психологические.

Педагогические средства можно считать наиболее действенными, поскольку, какие бы эффективные медико-биологические и психологические ни применяли, они могут рассматриваться только как вспомогательные, содействующие ускорению восстановления и повышению спортивных результатов только при рациональном построении тренировки. Для достижения адекватного возможностям организма тренировочного эффекта необходимо:

- рациональное планирование тренировки, т. е. соответствие нагрузок функциональным возможностям организма;
- рациональное сочетание общих и специальных средств;
- оптимальное построение тренировочных и соревновательных микро-, макро- и мезоциклов;
- широкое использование переключений деятельности спортсмена;
- введение восстановительных микроциклов;
- использование тренировки в среднегорье и высокогорье;
- рациональное построение общего режима жизнедеятельности;
- правильное построение отдельного тренировочного занятия, создание эмоционального фона тренировки;
- индивидуально подобранная разминка и заключительная часть занятий;
- использование активного отдыха и расслабления.

В спортивной тренировке помимо педагогических широко используются и медико-биологические средства восстановления, к числу которых относятся: рациональное питание, физио- и гидропроцедуры; различные виды массажа; прием белковых препаратов, спортивных напитков; использование бальнеотерапии, локального отрицательного давления (ЛОД, баровоздействие), бани-сауны, оксигенотерапии, кислородных коктейлей, адаптогенов и препаратов, влияющих на энергетические процессы, электростимуляции, аэризации и др. Действие этих средств направлено на восполнение затраченных при нагрузке энергетических и

пластических ресурсов организма, восстановление витаминного баланса, микроэлементов, терморегуляции и кровоснабжения, повышение ферментной и иммунной активности и тем самым не только облегчение естественного течения процессов восстановления, но и повышение защитных сил организма, его устойчивости по отношению к действию различных неблагоприятных и стрессовых факторов. Кроме всего вышеуказанного к медико-биологическим средствам восстановления специалисты относят сбалансированное питание, фармакологические препараты (исключая запрещенные) и витамины. Большое значение имеет соблюдение гигиенического режима дня, последовательное чередование его составляющих (сон, питание, работа, спортивные занятия).

Для управления психическим состоянием и снятия нервно-психического напряжения спортсменов специалисты рекомендуют следующие средства: внушение, сон-отдых, аутогенную тренировку, психорегулирующую тренировку, активирующую терапию, приемы мышечной релаксации, специальные дыхательные упражнения, комфортные условия быта с введением отвлекающих факторов и исключением отрицательных эмоций, разнообразные виды интересного досуга с учетом индивидуальных наклонностей спортсмена, особенно при комплектовании команд в предсоревновательном периоде и др.

Биохимические закономерности адаптации к мышечной работе

Адаптация организма к постоянно изменяющимся условиям среды (внешним и внутренним) – безостановочно происходящий процесс приспособления организма к данным изменениям, призванный сохранять в нем гомеостатическое равновесие. В данном разделе будет рассмотрена адаптация организма спортсмена к мышечной работе, так как в ее проявление существенный вклад вносят биохимические механизмы.

Общепринятым определением такой адаптации является следующее. Адаптация к мышечной работе – это структурно-функциональная перестройка организма, позволяющая спортсмену выполнять физические нагрузки большей мощности и продолжительности, развивать более высокие мышечные усилия по сравнению с нетренированным человеком.

Срочная (экстренная) адаптация

Срочная адаптация – это ответ организма на однократное воздействие тренировочной нагрузки, выражающийся в «аварийном» приспособлении к изменившемуся состоянию внутренней среды. Ответ этот сводится преимущественно к изменениям в энергетическом обмене и к активации высших нервных центров, ответственных за регуляцию энергетического обмена.

К основным изменениям катаболических процессов, приводящих к усилению энергообеспечения физических нагрузок, можно отнести следующие:

- ускорение распада гликогена в печени с образованием свободной глюкозы (стимулируется адреналином);
- усиление аэробного и анаэробного окисления мышечного гликогена, обеспечивающее выработку большого количества АТФ под влиянием адреналина;
- повышение скорости тканевого дыхания в митохондриях. Это происходит по двум причинам. Во-первых, увеличивается снабжение митохондрий кислородом, во-вторых, повышается активность ферментов тканевого дыхания;
- увеличение мобилизации жира из жировых депо под влиянием симпатической нервной системы и адреналина;
- повышение скорости окисления жирных кислот и образования кетонных тел;
- замедление анаболических процессов затрагивает в первую очередь синтез белков и вызывается глюкокортикоидами.

Долговременная (хроническая) адаптация

Что же касается долговременной адаптации, то она формируется постепенно на основе многократной реализации срочной адаптации путем суммирования следов повторяющихся нагрузок.

Можно выделить следующие основные направления долговременной адаптации:

- повышение скорости восстановительных процессов, особенно ускорение синтеза белков и нуклеиновых кислот;
- увеличение содержания внутриклеточных органоидов – миофибрилл, митохондрий, саркоплазматической сети, в конечном счете эти изменения вызывают мышечную гипертрофию;
- совершенствование механизмов нервно-гормональной регуляции, при этом возрастают синтетические возможности эндокринных желез, что позволяет при выполнении физических нагрузок дольше поддерживать в крови высокий уровень гормонов, обеспечивающих мышечную деятельность;
- развитие резистентности к биохимическим сдвигам. Это касается устойчивости организма к повышению кислотности, вызванному накоплением лактата. Предполагается, что нечувствительность к росту кислотности у адаптированных спортсменов обусловлена образованием у них молекулярных форм белков, сохраняющих свои биологические функции при пониженных значениях pH.

Срочная и долговременная адаптация оказывают друг на друга взаимное влияние. Срочная адаптация приводит к возникновению в организме глубоких биохимических и функциональных сдвигов, которые запускают механизмы долговременной адаптации. А долговременная адаптация увеличивает возможности срочной адаптации. Такое взаимодействие срочной и долговременной адаптаций постепенно ведет к росту работоспособности спортсмена.

Тренировочный эффект

В спортивной практике для оценки влияния тренировочного процесса на формирование адаптации к мышечной работе используются три разновидности тренировочного эффекта: срочный, отставленный и кумулятивный.

Срочный тренировочный эффект характеризует срочную адаптацию. По своей сути срочный тренировочный эффект представляет собой биохимические сдвиги в организме спортсмена, вызываемые процессами, составляющими срочную адаптацию. Эти сдвиги фиксируются во время выполнения физической нагрузки и в течение срочного восстановления.

Отставленный тренировочный эффект представляет собой биохимические изменения, возникающие в организме спортсмена в ближайшие дни после тренировки, т. е. в период отставленного восстановления. Главным проявлением отставленного тренировочного эффекта является суперкомпенсация веществ, используемых во время физической работы. К ним прежде всего следует отнести мышечные белки, креатинфосфат, гликоген мышц и печени.

Кумулятивный тренировочный эффект отражает биохимические сдвиги, постепенно накапливающиеся в организме спортсмена в процессе длительных тренировок. В частности, кумулятивным эффектом можно считать прирост в ходе длительных тренировок показателей срочного и отставленного эффектов.

Кумулятивный эффект обладает специфичностью, его проявление в большей мере зависит от характера тренировочных нагрузок.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему возникает утомление с биологической точки зрения?
2. К чему приводит развитие охранительного торможения в головном мозге?
3. В чем отличие локальной и общей усталости?
4. За счет чего можно снизить усталость?
5. Назовите причины возникновения охранительного торможения.

6. Какие процессы происходят в организме в период срочного восстановления?
7. Какие биохимические процессы являются основными при отставленном восстановлении?
8. За какое время восполняются запасы белка в организме?
9. В чем заключается суть явления суперкомпенсации?
10. От чего зависит высота суперкомпенсации?
11. Какие медико-биологические методы используются для ускорения процессов восстановления?
12. Какие психологические методы используются для ускорения процессов восстановления?
13. Существуют ли разрешенные лекарственные препараты, ускоряющие восстановление организма?
14. Каким образом осуществляется поддержание энергетических ресурсов в организме человека при выполнении продолжительной физической работы?
15. Какие два вида адаптации выделяют?
16. Когда происходят процессы срочной адаптации?
17. Чем регулируется процесс адаптации?
18. Какие процессы происходят в период срочной адаптации?
19. Какие процессы происходят в период долговременной адаптации?
20. К чему в конечном итоге приводит хроническая адаптация?
21. Какие выделяют виды тренировочного эффекта?

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Работоспособность проявляется в поддержании заданного уровня деятельности в течение определенного времени и определяется двумя группами факторов – внешними и внутренними.

Внешние факторы – это информационная структура сигналов, т. е. количество и форма представления информации, характеристика рабочей среды (удобство рабочего места, температура, освещенность, наличие вредных факторов и т. п.), взаимоотношения в коллективе.

Внутренние факторы – уровень подготовки, тренированность, выносливость, эмоциональная устойчивость.

Компоненты спортивной работоспособности

Спортивная работоспособность (специальная работоспособность) – это состояние организма спортсмена, позволяющее ему выполнять специфические физические нагрузки определенной мощности и продолжительности.

Проявление спортивной работоспособности зависит от многих факторов, но в данном разделе будет обсуждаться состояние биоэнергетики, так как невозможно выполнить какую-либо работу без затраты энергии.

Как известно, энергообеспечение мышечной работы осуществляется главным образом за счет трех путей ресинтеза АТФ: креатинфосфатного (алактатного), гликолитического (лактатного) и аэробного (тканевого дыхания). В зависимости от доминирования того или иного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечении выполняемой работы выделяют три компонента работоспособности: алактатная, лактатная и аэробная работоспособности.

Алактатная работоспособность

Максимальная алактатная мощность, с одной стороны, зависит от концентрации и активности фермента креатинкиназа (переносящего фосфатную группу с креатинфосфата на АДФ) и собственно креатинфосфата, с другой стороны, мощность данной реакции зависит от потребности мышц в энергии, соответственно, определяется максимальной скоростью расхода АТФ, развиваемой мышцами. Максимальная длительность удержания алактатной мощности составляет 6–12 с. Алактатная емкость зависит от запасов креатинфосфата в мышце.

Увеличить запасы креатинфосфата возможно за счет использования физических упражнений, приводящих к его быстрому расходованию в мышцах.

Применяют интервальный метод тренировки. Спортсмену предлагается сделать серию из 4–5 упражнений максимальной мощности продолжительностью 8–10 с. Отдых между упражнениями в каждой серии равен 20–30 с. Продолжительность отдыха между сериями составляет 5–6 мин.

При выполнении каждого упражнения в мышцах происходит снижение запасов креатинфосфата. Во время отдыха между упражнениями включается гликолитический путь ресинтеза АТФ. Однако суперкомпенсация не развивается, так как отдых сменяется новой серией упражнений. В результате этого в мышцах постепенно происходит исчерпание запасов креатинфосфата. Как только будет достигнута критическая величина снижения концентрации креатинфосфата в работающих мышцах, сразу же уменьшится мощность выполняемых нагрузок. Обычно такое состояние достигается после 8–10 серий упражнений.

Во время отдыха после тренировки наблюдается выраженная суперкомпенсация креатинфосфата. Многократное применение таких тренировок должно привести к повышению в мышцах запасов креатинфосфата и положительно сказаться на развитии скоростно-силовых качеств спортсмена.

Кроме того, алактатная работоспособность характерна для упражнений максимальной мощности (силовых), а развиваемая сила напрямую связана с объемом мышечных волокон.

Для развития мышечной гипертрофии применяют физические нагрузки, приводящие к повреждению миофибрилл и последующей их суперкомпенсации. С этой целью используются различные упражнения с отягощением.

Наиболее эффективное отягощение – 85 % от максимальной силы. Каждое упражнение (на определенные мышцы) выполняется сериями, количество которых колеблется от 5 до 10, а интервал отдыха между ними несколько минут. Скорость выполнения упражнений определяется целью тренировки. Для преимущественного увеличения мышечной массы упражнения выполняются в медленном или умеренном темпе. Для одновременного развития силы и быстроты упражнения проводят во взрывчато-плавном режиме: начальная фаза движения выполняется с большой скоростью, а завершается оно как можно плавней.

Время восстановления после скоростно-силовой тренировки составляет 2–3 дня. Меняя мышечные группы, на которые направлены нагрузки, тренировочные занятия можно проводить через меньшие интервалы отдыха.

Для восполнения разрушенных при работе белков необходимо поступление во время восстановления повышенного количества аминокислот. Это делает необходимым использование рациона с повышенным содержанием белков, составляющих 150–200 г в сутки.

Лактатная работоспособность

Максимальная лактатная мощность определяется главным образом концентрацией и активностью ключевых ферментов гликолиза. Время удержания максимальной мощности данного метаболического процесса составляет 30–60 с и определяется, с одной стороны, устойчивостью ферментов гликолиза к понижению pH среды (повышение кислотности среды ингибирует активность гликолитических ферментов, что подавляет энергопроизводство) и устойчивостью кислотно-щелочного равновесия внутренней среды мышц в условиях усиленной выработки лактата. С другой стороны, время удержания максимальной гликолитической мощности лимитируется факторами утомления мышцы, снижающими интенсивность сокращения.

Из вышесказанного следует, что для запуска адаптационных процессов, направленных на увеличение максимальной гликолитической мощности, длительность нагрузки должна соответствовать времени удержания максимальной мощности данного метаболического процесса,

что составляет 30–60 с. Отдых между подходами должен быть достаточно длительным для обеспечения вывода продуктов метаболизма из мышцы и развития высокой мощности гликолиза в следующем подходе. Устойчивость рН среды мышечных волокон к выбросу молочной кислоты и устойчивость ключевых ферментов к снижению рН вырабатывается в ходе тренировок, сопровождающихся максимальным накоплением лактата в мышцах. Это могут быть нагрузки высокой интенсивности длительностью 1–1,5 мин до наступления отказа мышц, вызванного сильным закислением, либо более короткие нагрузки длительностью 20–40 с, со столь же коротким интервалом отдыха, приводящие к кумулятивному накоплению лактата в мышцах.

Аэробная работоспособность

Максимальная аэробная мощность зависит главным образом от плотности митохондрий в мышечных волокнах, концентрации и активности окислительных ферментов, скорости поступления кислорода вглубь волокна. Объем кислорода, доступного для окислительных реакций, лимитируется, как факторами общей работоспособности организма, так и рядом локальных внутримышечных факторов, среди которых можно выделить капилляризацию мышц, концентрацию миоглобина, диаметр мышечного волокна (чем меньше диаметр волокна, тем лучше оно снабжается кислородом и тем выше его относительная аэробная мощность). Скорость производства АТФ за счет окисления достигает максимальных значений на 2–3-й минуте работы, что связано с необходимостью развертывания множества процессов, обеспечивающих доставку кислорода к митохондриям.

Тренировки, направленные на развитие аэробной выносливости, должны обеспечить повышение работоспособности кардиореспираторной системы, способствовать увеличению количества эритроцитов в крови и содержанию в них гемоглобина, росту концентрации миоглобина в мышечных клетках, лучшему обеспечению работающих органов энергетическими субстратами.

С этой целью применяются различные варианты повторной и интервальной тренировки, а также непрерывная длительная работа равномерной или переменной мощности.

Например, используют циркуляторную интервальную тренировку, которая представляет собой серии более коротких высокоинтенсивных нагрузок длительностью от 30 до 90 с, чередующихся со столь же короткими интервалами отдыха. Эффективность метода заключается в том, что потребление кислорода в первые минуты отдыха после прекращения нагрузки сохраняется на высоком уровне, так как происходит так называ-

емый возврат кислородного долга (получение окислительным путем энергии, необходимой для восполнения запасов АТФ и креатинфосфата, а также для вывода молочной кислоты из мышц). Таким образом, в период короткого отдыха уровень потребления кислорода снижается не существенно, в то время как мышцы восстанавливают свои силы, восполняя запасы АТФ и креатинфосфата, избавляясь от продуктов метаболизма, после чего получают возможность вновь развить высокое усилие и вновь создать высокую потребность в кислороде. Поэтому в течение всей «циркуляторной» тренировки уровень потребления кислорода совершает незначительные колебания возле максимальных значений.

Для повышения содержания в мышцах миоглобина может быть использована миоглобиновая интервальная тренировка. Спортсменам предлагаются очень короткие (не более 5–10 с) нагрузки средней интенсивности, чередуемые с такими же короткими промежутками отдыха. Выполняемые кратковременные нагрузки в основном обеспечиваются кислородом, который депонирован в мышечных клетках в форме комплекса с миоглобином. Короткий отдых между упражнениями достаточен для восполнения запасов кислорода.

Для увеличения кислородной емкости крови, а также для повышения концентрации миоглобина хороший эффект дают тренировки в условиях среднегорья.

Специфичность спортивной работоспособности

Для каждого вида спорта характерна своя работоспособность. При этом более специфичны те виды спорта, которые тренируют анаэробную работоспособность, так как при выполнении упражнений, свойственных конкретному виду спорта, в основном функционируют только определенные группы мышц. Поэтому за счет тренировок именно у этих мышечных групп повышается работоспособность.

Аэробная работоспособность менее специфична. Спортсмен, имеющий высокий уровень аэробной работоспособности, может проявить ее не только в том виде деятельности, где он прошел специализированную подготовку, но и в других видах мышечной работы. Например, квалифицированный лыжник может показать хорошие результаты в беге на длинные дистанции и т. д.

Возрастные особенности работоспособности

По мере роста и увеличения массы тела работоспособность возрастает, но развитие отдельных компонентов работоспособности происходит неодинаково.

Алактатная работоспособность ребенка низкая, потому что у детей содержание креатинфосфата в мышцах значительно ниже, чем у взрослых. В 15–17 лет алактатный путь начинает развиваться и достигает максимума к 19–20 годам, сохраняется до 30-летнего возраста, после чего снижается.

Лактатная работоспособность у детей и подростков тоже находится на более низком уровне, так как у них меньше запасы гликогена в мышцах и высокая чувствительность организма к повышению кислотности вследствие накопления лактата. С 15–16 лет этот путь развивается, и максимум отмечается в 20–22 года, а затем быстро снижается.

Аэробная работоспособность у детей тоже невысокая, так как рост и развитие детского организма требуют значительных энергозатрат. С 9–10-летнего возраста наблюдается интенсивное развитие аэробного пути, максимум отмечается только к 20–25 годам, который можно сохранить до 40–45 лет.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термину «спортивная работоспособность».
2. От каких факторов зависит проявление спортивной работоспособности?
3. При выполнении каких физических упражнений проявляется алактатная работоспособность?
4. В чем отличие тонических и фазических мышечных волокон?
5. В чем отличие лактатной и алактатной работоспособности?
6. Перечислите факторы, влияющие на аэробную работоспособность.
7. В чем заключается специфичность спортивной работоспособности?
8. В каком возрасте начинает развиваться аэробная, лактатная и алактатная работоспособности?
9. С помощью какого метода тренировки можно повысить алактатную работоспособность?
10. Какие тренировки можно использовать для увеличения кислородной емкости крови?

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИТАНИЯ

Рацион качественно и количественно должен обеспечивать потребность организма в веществах, из которых в клетках и тканях могут синтезироваться собственные структуры, необходимые для процессов жизнедеятельности, приспособительных и защитных реакций.

Исходным материалом для создания живой ткани и ее постоянного обновления, а также единственным источником энергии для человека и

животных являются органические и неорганические вещества, поступающие в организм вместе с пищей.

Принципы составления рациона

Исходя из концепции рационального сбалансированного питания, разработанной А.А. Покровским и другими учеными, при составлении рациона (т. е. количества и состава продуктов питания, необходимых человеку в сутки) следует соблюдать ряд принципов:

1. Калорийность рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма на все виды жизнедеятельности.
2. Необходимо учитывать питательную ценность пищевых веществ. В рационе должно содержаться оптимальное для данного индивидуума или профессиональной группы количество белков, жиров и углеводов, минеральных веществ, витаминов и воды.
3. Важно правильное распределение калорийности рациона по отдельным приемам пищи в течение суток в соответствии с биоритмами, режимом и характером труда и иных видов деятельности.
4. Применение методов технологической обработки, обеспечивающей удаление вредных веществ, не вызывающей уменьшение биологической ценности пищи, а также не допускающей образования токсических продуктов.
5. Обеспечение органолептических достоинств пищи, способствующих ее перевариванию и усвоению.
6. Наличие в рационе пищевых волокон, способствующих выведению токсических продуктов распада из организма.

Калорийность рациона

Запас энергии в пище определяется в калориметрической бомбе – замкнутой камере, погруженной в водяную баню. Точно взвешенную пробу помещают в эту камеру, наполненную чистым кислородом, и поджигают. Количество выделившейся энергии определяется по изменению температуры воды, окружающей камеру.

При окислении:

- 1 г углеводов выделяется 17,17 кДж (4,1 ккал);
- 1 г жира – 38,96 кДж (9,3 ккал);
- 1 г белка – 22,61 кДж (5,4 ккал).

Слишком скудное питание, когда энергетическая ценность суточного рациона не покрывает производимые в течение суток затраты энергии, приводит к возникновению отрицательного энергетического баланса. При этом организм мобилизует все свои ресурсы на покрытие образовавшегося дефицита энергии. Организм начинает, во-первых,

использовать как источник энергии все поступающие пищевые вещества, в том числе и белки, а во-вторых, сжигать накопленные энергетические запасы, причем не только жировые, но и белок тканей, что приводит к развитию белковой недостаточности.

Положительный энергетический баланс, когда калорийность суточного рациона существенно превышает расход энергии, также приводит к неприятным последствиям – возникновению ожирения и связанных с ним болезней: атеросклероза, гипертонии и многих других.

Таким образом, как положительный, так и отрицательный энергетический баланс неблагоприятно отражается на состоянии здоровья, вызывая нарушения обмена веществ, функциональные и морфологические изменения различных систем организма.

Любая деятельность человека сопровождается затратой энергии, ее количество от видов деятельности представлено в табл. 3.

Таблица 3

Энерготраты человека при различных видах деятельности

Вид деятельности	Ккал/кг/ч
Сон	0,9
Умывание, одевание	2,0
Утренняя зарядка	4,0
Быстрая ходьба	4,0
Прослушивание лекций	1,5
Выполнение лабораторных работ	2,4
Устная подготовка к занятиям	1,4
Письменная подготовка к занятиям	1,5
Прогулка (медленная ходьба)	2,7
Бег	8,0
Плавание	7,1
Коньки	10,0
Игра в футбол	8,5
Теннис	6,1
Волейбол	3,0
Езда на велосипеде	9,0
Езда на машине	2,4
Игра на музыкальных инструментах	2,2
Просмотр ТВ	1,3
Стирка, уборка, глажение	3,4
Приготовление еды	2,4

Кроме того, существует условная классификация трудовой деятельности, каждому виду соответствует определенный суточный расход энергии (табл. 4).

Таблица 4

Суточный расход энергии в зависимости от выполняемого труда

Группа	Особенности профессии	Коэффициент физической активности	Суточный расход энергии, кДж (ккал)
Первая	Умственный труд	1,4	9799–10265 (2100–2450)
Вторая	Легкий физический труд	1,6	10475–11732 (2500–2800)
Третья	Физический труд средней тяжести	1,9	12360–13827 (2950–3300)
Четвертая	Тяжелый физический труд	2,2	14246–16131 (3400–3850)
Пятая	Особо тяжелый физический труд	2,5	16131–17598 (3850–4200)

Сбалансированность рациона

Современные данные о потребности организма в пищевых веществах и взаимосвязи между ними обобщены в учении о сбалансированном питании. Согласно этому учению, для хорошего усвоения пищи и жизнедеятельности организма необходимо его снабжение всеми пищевыми веществами в определенных соотношениях между собой.

При оценке рациона учитывают его сбалансированность по многим показателям. Так, соотношение между белками, жирами и углеводами в норме принято за 1:1,1:4,1 для мужчин и женщин молодого возраста, занятых умственным трудом, и за 1:1,3:5 – при тяжелом физическом труде. При расчетах за единицу принимают количество белков.

При оценке сбалансированности белков учитывают, что на белки животного происхождения должно приходиться 55 % общего количества белка. Из общего количества жиров в рационе растительные масла, как источники незаменимых жирных кислот, должны составлять до 30 %. Ориентировочная сбалансированность углеводов: крахмал – 75–80 %, легкоусвояемые углеводы – 15–20 %, клетчатка и пектины – 5 % от общего количества углеводов. Сбалансированность основных витаминов дана из расчета на 4,184 мДж (1000 ккал) рациона: витамин С – 25 мг, В1 – 0,6 мг, В2 – 0,7 мг, В6 – 0,7 мг, РР – 6,6 мг. В лечебном питании эти величины более высокие.

Лучшее для усвоения соотношение кальция, фосфора и магния – 1:1,5:0,5.

Содержание витаминов и минеральных элементов в основных продуктах представлено в табл. 5.

Таблица 5

*Содержание витаминов и минеральных элементов
в основных продуктах питания (мг на 100 г продукта)*

Пищевые продукты	Витамины					Минеральные элементы				
	В ₁	В ₆	РР	С	Е	К	Са	Mg	Р	Fe
Хлеб ржаной	0,18	0,12	0,67	–	2,2	245	35	47	158	3,9
Хлеб пшеничный	0,11	0,03	0,92	–	1,7	93	20	47	65	3,9
Молоко коровье натуральное	0,04	0,05	0,1	1,5	0,1	146	120	14	90	0,07
Молоко сухое	0,27	0,2	0,7	4	0,45	1200	1000	119	790	0,5
Мороженое сливочное	0,03	0,07	0,05	0,6	0,3	158	140	22	108	0,15
Творог жирный	0,04	0,11	0,45	0,5	0,38	112	150	23	216	0,46
Сыр голландский	0,03	0,11	0,2	2,8	0,31	100	1040	50	540	1,2
Говядина (вырезка)	0,1	0,42	5,4	–	–	355	10	22	188	1,9
Куры	0,07	0,5	7,7	1,8	0,2	217	17	20	180	1,6
Яйцо куриное	0,07	0,14	0,19	–	2,0	140	55	12	192	2,5
Треска	0,09	0,17	2,3	1	0,92	340	25	30	210	0,65
Картофель	0,12	0,3	1,3	20	0,1	568	10	23	58	0,9
Капуста	0,03	0,14	0,74	45	0,06	185	48	16	31	0,6
Свекла	0,02	0,07	0,2	10	0,14	288	37	22	43	1,4
Лимон	0,04	0,06	0,1	40	–	163	40	12	22	0,6
Яблоки	0,03	0,08	0,3	16	0,63	278	16	9	11	2,2

Режим питания

Чтобы процессы всасывания могли протекать с максимальной интенсивностью и организм мог полностью использовать поступающие с пищей вещества, необходимо не только построить питание в соответствии с возрастом и видом деятельности, но и обеспечить правильный режим питания.

Пищу следует принимать в определенные часы. Это имеет большое значение, т. к. деятельность пищеварительных желез в таких случаях начинается еще до принятия пищи. Несоблюдение режима питания приводит к расстройству этой налаженной деятельности пищеварительных желез. Для взрослого человека наиболее рациональным признан четырехразовый прием пищи или как минимум трехразовый. Чем более калориен рацион, тем больше кратность приемов пищи. Для спортсменов допустимо шести–восемьразовое питание.

При трехкратном питании, которое может быть допущено для взрослого человека, пищу следует распределять следующим образом: на зав-

трак 30 % суточной нормы калорий, на обед 45–50 % и на ужин 20–25 %. Распределение пищи при четырехкратном питании: первый завтрак – 25 %, второй завтрак – 10 %, обед – 45 %, ужин – 20 % суточного рациона.

Особенности питания спортсменов

Роль питания в подготовке высококвалифицированных спортсменов трудно переоценить. Уровень рекордов современного спорта требует и соответствующей подготовки спортсменов. Повышение тренировочных нагрузок и интенсификация соревновательной деятельности, частая смена климатических условий и временных поясов, проведение тренировок в среднегорье, а также повышение технической оснащенности спортсменов – все это входит в понятие спорта высших достижений и требует от спортсменов колоссального напряжения физических и моральных сил. Одним из важнейших компонентов обеспечения высокого уровня функционального состояния спортсменов является рациональное сбалансированное питание. Диеты, рекомендованные для спортсменов различных дисциплин, составлены с учетом этапа подготовки, времени года (в зимнее время потребность в энергии выше приблизительно на 10 %) и климатических условий, а также возраста, пола, веса, спортивного стажа и других индивидуальных показателей спортсмена. При этом рацион спортсмена должен:

- 1) соответствовать его энергозатратам в данный момент времени;
- 2) быть сбалансированным, т. е. содержать все необходимые питательные вещества (белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные соли, биологически активные вещества) в необходимых пропорциях;
- 3) содержать продукты как животного, так и растительного происхождения;
- 4) легко усваиваться организмом.

Весьма важной для спортивных диет является кулинарная обработка пищи. Особое внимание здесь должно уделяться максимальному сохранению естественных свойств продуктов, их разнообразию и оформлению блюд. Для высококвалифицированных спортсменов предпочтительно 4-х или 5-разовое питание.

Калорийность питания должна соответствовать энергозатратам спортсмена, которые, в свою очередь, определяются возрастом, полом, спортивным стажем и квалификацией и, в особенности, видом спорта. Количественное соотношение основных пищевых компонентов является строго индивидуальным для представителей различных видов спорта в зависимости от направленности их тренировочной и соревновательной деятельности. В табл. 6 представлены показатели суточной потребности в энергии и основных пищевых веществах для различных видов спорта

на 1 кг массы тела. Спортсменам, специализирующимся в видах с преимущественным проявлением выносливости, рекомендуется рацион, при котором белки обеспечивают 14–15 % энергозатрат, в скоростно-силовых видах спорта – 17–18 %, в отдельных случаях до 20 % (культуризм, штанга).

Таблица 6

Показатели суточной потребности в энергии и основных пищевых веществах для различных видов спорта на 1 кг массы тела

Вид спорта	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, кКал
Гимнастика, фигурное катание	2,5	1,9	9,75	66
Легкая атлетика, спринт, прыжки	2,5	2	9,8	67
Марафон	2,9	2,2	13	84
Плавание, водное поло	2,5	2,4	10	72
Тяжелая атлетика, культуризм, метания	2,9	2	11,8	77
Борьба, бокс	2,8	2,2	11	75
Игровые виды спорта	2,6	2,2	10,6	72
Велоспорт	2,7	2,1	14,3	87
Лыжный спорт, короткие дистанции	2,5	2,2	11	74
Лыжный спорт, длинные дистанции	2,6	2,4	12,6	82
Конькобежный спорт	2,7	2,3	10,9	74

Прием белка в количестве более чем 3 г/кг не рекомендуется даже для спортсменов таких видов спорта, как тяжелая атлетика, метания, атлетическая гимнастика, т. к. организм, как правило, не в состоянии справиться с расщеплением и усвоением такой массы протеина. Но и недостаточный прием белка (менее чем 2 г на кг веса тела) также не способствует нормализации обменных процессов, т. к. при этом может наблюдаться повышение выведения из организма таких важных витаминов, как витамин С, тиамин, рибофлавин, пиридоксин, ниацин, а также солей калия. Наряду со своей пластической функцией, белки могут использоваться организмом как энергоносители. Так, 10–14 % поступающего в организм белка может окисляться и давать необходимую энергию. При этом особые требования предъявляются к качеству потребляемого белка, его аминокислотному составу, наличию в нем незаменимых аминокислот (табл. 7).

Таблица 7

*Рекомендуемое суточное потребление незаменимых аминокислот
(в мг на кг веса тела)*

Аминокислоты	Подростки	Мужчины	Женщины
Изолейцин	28	11	10
Лейцин	49	14	13
Лизин	59	12	10
Метеонин (цистеин, фениламин)	27	14	13
Тирозин	27	14	13
Треонин	34	6	7
Триптофан	4	3	3
Валин	33	14	11

Считается, что наиболее оптимальным является содержание в рационе 55–65 % белков животного происхождения.

Перед интенсивными тренировками и соревнованиями количество жиров в рационе должно быть снижено, т. к. они плохо усваиваются при высоких физических и эмоциональных нагрузках. В период нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности энергоснабжение организма осуществляется в основном за счет углеводов, для углеводного насыщения организма рекомендуется фруктоза. Ее преимущество по сравнению с глюкозой заключается в том, что прием фруктозы не сопровождается значительными колебаниями содержания сахара (глюкозы) в крови и не требует поэтому увеличения выброса инсулина поджелудочной железой. При этом содержание гликогена в скелетных мышцах снижается в значительно меньшей степени, чем при употреблении глюкозы.

Одним из важнейших компонентов сбалансированности питания является получение с пищей (или дополнительно с фармакологическими препаратами) соответствующего количества витаминов и минеральных веществ. Следует отметить, что приведенные в табл. 8 показатели в 1,5–2 раза превышают данные американских авторов, что, очевидно, связано с характером питания и качеством продуктов в США.

Необходимость дополнительного приема витаминов (помимо содержащихся в пище) отнюдь не означает, что их повышенный прием ведет к улучшению спортивных результатов. Напротив, передозировка витаминных препаратов может приводить к очень тяжелым последствиям для организма.

Таблица 8

*Суточная потребность спортсменов
различных дисциплин в витаминах (в мг)*

Вид спорта	С	В1	В2	В3	В6	ВС	В12	РР	А	Е
Гимнастика, фигурное катание	120	3,5	4	16	7	0,5	0,003	35	3	30
Легкая атлетика: спринт, прыжки	200	3,6	4,2	18	8	0,5	0,008	36	3,5	26
Бег на средние и длинные дистанции	250	4	4,8	17	9	0,6	0,01	42	3,8	40
Марафон	350	5	5	19	10	0,6	0,01	45	3,8	45
Плавание	250	3,9	4,5	18	8	0,5	0,01	45	3,8	45
Культуризм	210	4	5,5	20	10	0,6	0,009	45	3,8	35
Борьба, бокс	250	4	5,2	20	10	0,6	0,009	45	3,8	30
Игровые виды	240	4,2	4,8	18	9	0,55	0,008	40	3,7	35
Велотрек	200	4	4,6	17	7	0,5	0,01	40	3,6	35
Велошоссе	350	4,8	5,2	19	10	0,6	0,01	45	3,8	45
Лыжный спорт, короткие дистанции	210	4	4,6	18	9	0,5	0,008	40	3,6	40
Лыжный спорт, длинные дистанции	350	4,9	4,4	18	9	0,55	0,009	40	3,5	40
Конькобежный спорт	200	4	4,4	18	9	0,55	0,009	40	3,5	40

Таким образом, можно с уверенностью считать, что полноценное сбалансированное питание является одним из важнейших компонентов медико-биологического обеспечения тренировочного процесса и соревновательной деятельности. Весьма важным для рационального фармакологического обеспечения является вопрос о взаимодействии лекарственных препаратов с компонентами пищи, а также выбор оптимального времени приема препаратов. Весьма важными факторами растворения и всасывания лекарств являются состав и температура пищи, наличие в кишечнике здоровой микрофлоры.

Часто лекарственные препараты смешивают с фруктовыми или овощными соками в попытке замаскировать их неприятный вкус или же для облегчения их приема внутрь. Однако соки содержат ряд органических кислот, в присутствии которых происходит разрушение некоторых соединений, в частности антибиотиков. Общей рекомендацией может быть назначение лекарств (если это не оговаривается особо) натощак, что позволяет исключить взаимодействие лекарственных средств с компонентами пищи и значительно ограничивает отрицательное воздействие пищеварительных соков, исключает задерживающее влияние пищи на всасывание препаратов. Этим обеспечивается максимальная доступность фармакологических препаратов для орга-

низма. Желчегонные средства целесообразно назначать за 5–10 минут до еды с тем расчетом, чтобы они стимулировали желчеотделение к моменту поступления пищи в двенадцатиперстную кишку. После еды, как правило, назначают препараты, нерастворимые в воде и растворимые в жирах (например, жирорастворимые витамины А, D, Е, К), а также препараты, содержащие соли калия, брома, натрия, восстановленное железо. При поступлении лекарств в организм до еды иногда возможно раздражение слизистой оболочки желудка, что может быть устранено запиванием лекарства водой, крахмальной слизью, молоком.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается роль питания?
2. Перечислите принципы рационального питания.
3. Какие существуют методы для определения калорийности продуктов питания?
4. Что обозначает термин «основной обмен»?
5. Какими методами можно оценить энергозатраты человека?
6. Сколько рекомендуется употреблять белка в сутки спортсменам?
7. Можно ли полностью отказаться от поглощения жиров?
8. Какие из органических веществ наиболее выгодны в энергетическом плане?
9. Зачем необходимо употребление балластных веществ?
10. От чего зависит кратность приемов пищи за сутки?
11. Какие существуют причины особенного питания спортсменов?
12. Какие условия предъявляются к рациону спортсмена?
13. От чего зависят энергозатраты спортсмена?
14. Какое количественное соотношение основных пищевых компонентов является оптимальным для таких видов спорта, как гимнастика, марафон, велоспорт?
15. Почему существует ограничение в количестве поглощаемого белка?
16. Какие аминокислоты относятся к незаменимым?
17. Почему предпочтительнее потреблять жиры растительного происхождения и молочные?
18. Чем рекомендуется запивать принимаемые лекарственные препараты?

ЧАСТЬ 2

ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

Последние 10–15 лет характеризуются внедрением в спортивную практику огромного количества фармакологических препаратов, применяемых с целью повышения общей и специальной физической работоспособности спортсменов и ускорения восстановления. Спортивная фармакология, как отрасль спортивной медицины, в настоящее время представляет собой полностью сформировавшееся и бурно развивающееся направление так называемой фармакологии здорового человека, задачами которой является коррекция функционального состояния организма здорового человека, находящегося в осложненных (экстремальных) условиях функционирования. Речь идет о применении лекарственных средств, облегчающих переносимость таких факторов, как жара и холод, работа в высокогорье и на глубине океана, голодание, физические нагрузки, специализированная деятельность космонавта, летчика или авиадиспетчера и т. п. Спортивная фармакология изучает особенности действия лекарственных препаратов при их приеме здоровыми тренированными людьми в условиях физической нагрузки. Дело в том, что эффекты и специфика применения огромного количества используемых в спортивной медицине лекарственных средств весьма отличаются от известных в клинической фармакологии, разработанных для больного человека (тем более не находящегося в условиях интенсивной мышечной деятельности). Принципы и достижения «обычной» фармакологии не могут быть, таким образом, механически перенесены на спортсменов, даже при использовании ими «традиционных» лекарств из аптеки. Ориентированность на широкое использование лекарств для облегчения переносимости физических нагрузок и повышения тем самым работоспособности и спортивного результата характеризует в настоящее время все уровни спортивной и даже физкультурной деятельности.

Как у юниоров, так и у профессионалов с большим стажем велик интерес к продуктам спортивной фармакологии, нередко принимаемой за панацею. Иногда происходит поиск «чудодейственных» лекарств, позволяющих якобы в самые короткие сроки вывести спортсмена на уровень рекордных достижений. Отмечаются попытки оттеснить на второй план или даже полностью подменить целенаправленный и упорный тренировочный процесс таблетками или шприцами с лекарством. Подчас спортсмены идут на прием мало того что неэффективных, но и заведомо вредных и опасных для здоровья препаратов (зачастую прямо

противоположного действия). Такой подход к спортивной фармакологии с морально-этических позиций должен быть решительно осужден.

Вместе с тем обоснованное с медико-биологических позиций рациональное применение ряда лекарственных средств (не относящихся к группе допингов и не наносящих ущерба здоровью спортсмена) расширяет функциональные возможности организма здорового человека, открывает новые рубежи спортивных достижений в различных видах спорта и позволяет совершенствовать методику тренировочного процесса. Такое оправданное с этических и медицинских позиций фармакологическое обеспечение спортивной деятельности может наряду с педагогическими, психологическими, социальными подходами стать одним из важных элементов общей системы воздействия на адаптацию организма к максимальным физическим нагрузкам. Нарушение разумного использования фармакологических препаратов спортсменами, особенно в спорте высших достижений, в последние два десятилетия по существу подвело физиологические возможности организма к предельному уровню. В этих условиях дальнейший прогресс в ряде спортивных дисциплин требует дополнительных средств, способствующих расширению пределов адаптации организма к нагрузке. Следует только подчеркнуть полную подчиненность фармакологического обеспечения спортсменов решению педагогических задач, то есть обеспечению полноценной тренировочной программы и соревновательной деятельности.

Спортивная фармакология базируется на основных общеклинических медицинских принципах использования лекарственных средств:

1. Необходимость избегать применения несовместимых друг с другом препаратов, а также препаратов, ослабляющих действие друг друга.
2. Передозировка или одновременное применение большого количества препаратов могут приводить к аллергическим реакциям, с трудом поддающимся медикаментозному лечению.
3. В соревновательном и предсоревновательном периоде (а без достаточных медицинских показаний и в течение всего годичного цикла подготовки) невозможно применение фармакологических препаратов, недопустимых по критериям антидопингового контроля (запрещенных Медицинской комиссией МОК).
4. У спортсменов существует высокая вероятность возникновения устойчивого привыкания (физиологического или психологического) к отдельным фармакологическим препаратам, что сопровождается снижением или потерей активности препаратов.

Общими задачами современной спортивной фармакологии являются:

1. Повышение спортивной работоспособности спортсменов, т. е. расширение возможностей адаптации (приспособления) организма спортсмена к физическим нагрузкам.

Решение этой генеральной задачи фармакологическими средствами возможно непосредственно за счет применения соответствующих препаратов, а также за счет решения частных задач спортивной фармакологии (2–5).

2. Ускорение восстановления функций организма спортсмена, нарушаемых вследствие утомления.
3. Ускорение и повышение уровня адаптации организма спортсменов к необычным условиям тренировочной и соревновательной деятельности (среднегорье, влажный и жаркий климат, резкая смена часового пояса при перелетах и вследствие этого возникновение состояния острого десинхроноза и т. п.).
4. Коррекция иммунитета, угнетаемого при интенсивных физических нагрузках.
5. Лечение различного рода заболеваний, травм, нарушений функций организма, т. е. лечебные цели.

Используемые для решения задачи 5 препараты – это «обычные» фармсредства из аптеки, применяемые по лечебным показаниям. Для решения задач 1–4 также используются препараты самых различных групп и механизмов действия, объединенные общим требованием удовлетворять антидопинговому принципу (безвредность, отсутствие побочных эффектов, разрешенность к применению Медицинской комиссией МОК).

Основные препараты, используемые спортсменами:

1. Аминокислотные препараты и белковые продукты повышенной биологической ценности.
2. Витамины.
3. Анаболизующие средства.
4. Гепатопротекторы и желчегонные средства.
5. Иммунокорректирующие средства.
6. Адаптогенты растительного и животного происхождения, а также препараты некоторых других групп (например, энергизирующие средства (субстраты энергетического обмена), антиоксиданты, электролиты и минералы, углеводные насыщенные смеси, комбинированные препараты и др.).

Вопросы для самоконтроля

1. Почему существует необходимость приема лекарственных средств спортсменами?
2. Какие принципы лежат в основе использования лекарственных препаратов спортсменами?
3. Перечислите задачи спортивной фармакологии.
4. Перечислите основные группы разрешенных препаратов для использования спортсменами.

НЕДОПИНГОВЫЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

На сегодняшний день сформировано четкое представление о группах недопинговых фармакологических препаратов, которые могут быть использованы в спортивной медицине для решения ее основных задач. Необходимо отметить, что способность этих средств воздействовать на многочисленные механизмы, лимитирующие работоспособность, позволяет использовать их как профилактические препараты для повышения качества жизни здоровых людей (для спортсменов, в фитнесе и профессиональной медицине), а также в клинической практике в период физической реабилитации пациентов с использованием средств спортивной тренировки.

Суммируя данные литературы, можно отметить, что к основным группам недопинговых фармакологических препаратов относятся лекарственные вещества, представленные в Регистре лекарственных средств России за 2001 г. (табл. 9).

Адаптогены как перспективные биологически активные вещества

Адаптогены имеют тысячелетнюю историю, они довольно широко были представлены в фармакопее стран Дальнего Востока (Японии, Китая, Кореи) и Юго-Восточной Азии. Еще недавно в Европе о них не знали ничего да и сейчас, судя по публикациям, знают не очень много. В материалах Олимпийского конгресса 1996 года в Атланте появились первые серьезные исследования о влиянии элеутерококка на физическую работоспособность высококвалифицированных спортсменов США, в то время как в СССР в 1960 году И.И. Брехманом была опубликована книга об элеутерококке как новом стимулирующем и тонизирующем средстве.

Таблица 9

Недопинговые фармакологические препараты

№ фарм. группы по РЛС	Название фармакологической группы	Фармакологические препараты
8.8	Общетонизирующие, адаптогены	Женьшень, лимонник китайский, родиола розовая (золотой корень), левзея сафлоровидная (маралий корень), элеутерококк колючий, аралия манчжурская, заманиха, соласодин, эскузан, дибазол, алоэ, апилак, милайф, ФиБС, бальзам Биттнера, пантокрин, геримакс и пр.
8.10	Ноотропы	Аминалон, гинко билоба, глицин, глутаминовая кислота, пикамилон, актовегин, ноотропил, пирацетам, энцефабол, фенибут, пантогам
7.2	Антигипоксанта и антиоксиданты	Бемитил, левокарнитин, милдронат, олифен, предуктал, цитохром С, мексидол, реамберин, янтарная кислота, церупоплазмин, супероксиддисмутаза, дибунол, токоферол, эссенциале, актовегин
7.4	Витамины и витаминоподобные средства	Комплексные препараты: аевит, аскорутин, аэровит, ван-э-дэй максимум, витамин 15 солко, витамкур, витрум, гексавит, декамеvit, дуовит, квадевит, кальцинова, макровит, мульти-табс, сана-сол, супрадин, ундевит, юникал, геримакс, кальций Д3 и др.
5.5	Иммуномодуляторы	Пролейкин, интерферон, левамизол, вобэнзим, иммунал, рибомунил, эхинация, Т-активин, тимоген
13.8	Средства для энтерального (включая пищевые добавки) и парентерального питания	Аланин, аспартам, сорбит, фруктоза, аминосол, бодиформ, детокс +, лайфпак, аминон, альвезин
2.5, 7.1	Препараты пластического и энергетического действия (метаболики)	Калия оротат, метилурацил, экдистен и препараты левзеи, рибоксин (инозин), L-карнитин, аденозинмонофосфат АМФ, ноотон, панангин (аспаркам), милдронат, актовегин, липоевая кислота, сукцинат натрия (соль янтарной кислоты)

Наиболее изученные препараты адаптогенов растительного происхождения: женьшень, лимонник китайский, родиола розовая (золотой корень), левзея сафлоровидная (маралий корень), элеутерококк колючий, аралия маньчжурская, стеркулия платанолистная, заманиха (эхино-

панакс высокий), клопогон даурский, соланин, соласодин, препарат эскузан (вытяжка из конского каштана), препараты из различных водорослей (стеркулин, моринил-спорт) и многие другие. Эти действующие начала входят в состав комбинированных препаратов, которые выпускаются в виде лекарственных средств и биологически активных добавок к пище, например элтон, леветон, фитотон и адаптон и многие другие. Чаще всего они выпускаются фармацевтической промышленностью в виде настоек, экстрактов, драже, таблеток и других лекарственных форм для энтерального (таблетки, драже, капсулы, порошки, экстракты, настойки, отвары) и парэнтерального введения (в ампульных растворах), а также в виде биологически активных добавок к пище. В последние годы наметилась явная тенденция создавать комбинированные препараты, содержащие адаптогены, витамины, продукты пчеловодства, океана и другие ингредиенты. Предполагается, что составные компоненты усиливают действие друг друга.

К адаптогенам животного происхождения относятся: липоцеребрин (препарат мозговой ткани крупного рогатого скота), пантокрин, пантогематоген (экстракт из неокостенелых рогов марала, изюбра или пятнистого оленя), рог носорога (в Африке), порошок из костей тигров и медведя, свежая и консервированная кровь, мышцы змей и других рептилий (в Юго-Восточной Азии), продукты пчеловодства – перга, цветочная пыльца, маточковое молочко, сотовый мед из рамок многолетней экспозиции, препараты из морских и океанических животных – кукумарий, морских львов, мидий, морского гребешка, морских черепах и т. д.

Адаптогены – лекарственные средства, повышающие неспецифическую устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды. К этой группе относятся лекарственные средства растительного и животного происхождения или синтезированные химическим путем. И.И. Брехман считает, что:

- 1) адаптогены должны быть совершенно безвредными для организма, обладать широтой терапевтического действия, вызывать минимальные сдвиги в нормальном функционировании организма (или вовсе не вызывать их) и проявлять свое адаптогенное действие только на соответствующем фоне;
- 2) неспецифическое действие адаптогена определяется повышением сопротивляемости к вредному воздействию весьма широкого спектра факторов физической, химической и биологической природы;
- 3) адаптогенам свойственно нормализующее действие независимо от направленности предшествующих сдвигов.

По мнению А.В. Лупандина, действие адаптогена должно быть неспецифично и универсально, т. е. под его влиянием должна повышаться

устойчивость к действию основных природных (физическая нагрузка, гипоксия, холод и т. д.) и техногенных (кинетозы, вибрации) экстремальных факторов. Положительные эффекты при его применении должны осуществляться не за счет стимуляции каких-либо процессов, а за счет оптимизации обменных процессов, защиты тканевых структур от деструкции. Оптимизация его эффекта должна проявляться при изменении гомеостаза и быть максимальной при комфортных условиях. Повторные введения его должны приводить к формированию системного структурного следа адаптации.

Концепция о состоянии неспецифического повышения сопротивляемости организма, сформулированная Н.В. Лазаревым, явилась теоретической основой учения об адаптогенах. Было установлено, что при повторных воздействиях на организм подопытных животных малых доз некоторых ядов, а также при физической тренировке и введении в организм некоторых лекарственных веществ повышается сопротивляемость животных к различным повреждающим воздействиям. Автор считает, что с помощью адаптогена организм можно ввести в особое состояние, характеризующееся увеличением работоспособности и повышением устойчивости к широкому кругу неблагоприятных факторов.

Из лекарственных средств этой группы первым был изучен женьшень, а позже была доказана высокая эффективность препаратов элеутерококка и других адаптогенов растительного происхождения при комбинированном их применении с продуктами пчеловодства и между собой. Они повышают работоспособность спортсменов, что позволяет по-новому оценить показания к их применению в спортивной и общей медицине.

Основные фармакологические свойства адаптогенов приведены в табл. 10.

Как видно из таблицы, адаптогены имеют сложную химическую структуру, и их действие не представляется возможным объяснить за счет одного из компонентов. Так, если анаболизирующий эффект левзеи можно трактовать как следствие действия фитоэкдистероида-экдистена, то тонизирующий эффект с ним никак не связан. Поэтому не следует стремиться разделить действующие начала растительных препаратов на составные части, так как многие их свойства могут быть утрачены.

*Структура, фармакологическое действие и практическое применение
основных адаптогенов растительного происхождения*

Название	Действующие начала	Действие в организме
Женьшень обыкновенный <i>Panax Ginseng C.F.Mey</i>	Тритерпеновые гликозиды (панаксозиды А, В, С, D, Е, F), эфирное масло (панацен), панаксовая кислота, пектиновые вещества, панаквилон, углеводы, даукостерин, слизь, смолы, алкалоиды, калий, марганец, цинк, алюминий, бор, панаксин, гинзеноиды и др.	Стимулирующее, тонизирующее, общеукрепляющее, повышает резистентность к стрессу, физическую и умственную работоспособность, уменьшает утомление, антиоксидантное и иммуномоделирующее влияние. Настои, отвары, настойки, мельчайший порошок используют в течение 2–3 недель. Настойки корня женьшеня и «Биоженьшеня» по 20–30 капель 3 раза в день. Не забывать, что спирт – допинг в ряде федераций
Родиола розовая (золотой корень) <i>Rhodiola Rosea L.</i>	Дубильные вещества пирогалловой группы, антрагликозиды, эфирное масло, органические кислоты, сахар, белки, жиры, стеарины, воски, третичные спирты, непредельные соединения, фенольные вещества, гликозиды, флавоноиды, марганец, оксифенил-бета-этанол, тирозол, радолозид и др.	Повышает адаптацию к экстремальным факторам, оказывает стимулирующее и тонизирующее влияние, увеличивает объем динамической и статической работы, ускоряет процессы восстановления, повышает умственную работоспособность. Жидкий экстракт используют по 5–10 капель в день в течение курса
Аралия маньчжурская <i>Aralie Mandshurica Rupr ET Maxim</i>	Аралозиды А, В, С, тритерпеновые сапонины, алкалоиды, минеральные вещества, эфирные масла, углеводы, крахмал, белки и др.	Повышает умственную и физическую работоспособность, тонизирует и стимулирует нервную систему, антигипоксическое и антиоксидантное действие, иммуномодулирующее, стресс-протекторное влияние. Настойка применяется по 30–40 капель в день. Препараты сапарал и сафинор (комбинированный препарат в таблетках) назначают в течение одного месяца
Заманиха (эхинопанакс высокий) <i>Echinopanax elatus nacaï</i>	В корнях и корневищах: эфирные масла, тритерпеновые гликозиды, фенольные соединения, алкалоиды, минеральные вещества и др.	Тонизирует нервную систему, повышает физическую работоспособность, оказывает общевозбуждающее, антиоксидантное, иммуномодулирующее действие. Настойка применяется курсом по 30 капель до 30 дней

Название	Действующие начала	Действие в организме
Левзея сафлоровидная (маралий корень) Rhaponticum carthamoides	В корневищах: фитостероид-экдистен, органические кислоты, смолы, эфирные масла, дубильные и красящие вещества, алкалоиды, витамины, каротин, инулин и др.	Возбуждающее, тонизирующее действие на центральную нервную систему, анаболизующее влияние на мышцы, повышает синтез белка и нуклеиновых кислот, оказывает антиоксидантное и антигипоксантное действие, нормализует функцию иммунной системы, повышает физическую работоспособность и восстановление. Экстракт левзеи применяют по 20 капель, курс – 20 дней. Экдистен – по 1 таблетке 3 раза в день 20 дней
Эхинококк колючий Eleutherococcus senticosus RuPR.ET/Maxim	В корнях: элеутерозиды А, В, С, D, Е, эфирные масла, глюкоза, сахар, крахмал, воск, смолы, пектины, производные кумаринов, микроэлементы и др.	Ускоряет восстановление спортсменов, тонизирует ЦНС. Экстракт принимают по 2 мл в течение месяца каждый день
Лимонник китайский Schizandrae chinensis Baill	Плоды: лигнаны (гомозины А, В, С, D, Е, Н, схизандрин, дезоксисхизандрин и др.), сесквитерпеноиды (геланген, альфа-и бета-хамигрен и др.), дубильные вещества, витамины С, Р, Е, калий, Se и др.	Ускоряет адаптацию к экстремальным факторам (физическая нагрузка, жара, холод, климатическо-поясная адаптация), оказывает стимулирующее и тонизирующее действие на ЦНС, иммуномодулирующее, антиоксидантное действие, нормализует обмен веществ. Назначается курсом по 20 капель настойки 3 раза в день при интенсивных физических нагрузках.
Эхинококк – препарат, содержащий эхинококк	Мельчайший порошок эхинококка, витамины Е и С, формообразующие вещества	Ускоряет процессы восстановления после истощающих физических нагрузок, тонизирует ЦНС. Прием в течение 30 дней по 1 таблетке 3 раза в день
Левзея – препарат, содержащий левзею	Мельчайший порошок корней левзеи, витамины Е и С, формообразующие вещества	Повышает физическую работоспособность и восстановление спортсменов при курсовом приеме в течение 20 дней по 2 таблетки 3 раза в день. Появилась новая лекарственная форма, удобная в применении

Название	Действующие начала	Действие в организме
Апивит – препарат, содержащий цветочную пыльцу	Комплекс всех жиро- и водорастворимых витаминов, нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, гормоны растений, электролиты и микроэлементы, углеводы, богатые энергией и др.	Ускоряет процессы восстановления у спортсменов, способствует восполнению энергетических запасов в печени и мышцах, оказывает иммуномодулирующее и антиоксидантное действие при курсовом приеме по 3 таблетки в течение 20–30 дней
Элтон Eltonum	Мельчайший порошок корней элеутерококка, витамины Е и С, цветочная пыльца, прополис, формообразующие вещества в одной таблетке по 0,42 г	Ускоряет процессы восстановления после физических нагрузок, обладает тонизирующим действием. Нормализует титры сниженных антител, антиоксидант при курсовом приеме по 3 таблетки 3 раза в день в течение 20 дней
Леветон Levetonum	Мельчайший порошок корней левзеи, витамины Е и С, цветочная пыльца, прополис, формообразующие вещества в одной таблетке по 0,42 г	Анаболизующий эффект благодаря экдистену. Центральное тонизирующее действие. Иммуномоделирующий и антиоксидантный эффекты. Принимать курсом по 2–3 таблетки 3 раза в день в течение 20–30 дней
Адаптон Adaptonum	Мельчайший порошок левзеи, плодов китайского лимонника, витамины Е и С, цветочная пыльца и формообразующие вещества в таблетке по 0,42 г	Повышает физическую работоспособность (выносливость) и процесс восстановления за счет центрального и периферического действия на мышцы

Примечание. Адаптогены используются как средства восстановления и повышения работоспособности в спортивной, военной медицине, геронтологии, на тяжелых производствах, в операторской деятельности многие десятилетия.

Суммируя данные об адаптогенах, можно считать, что они действуют в организме следующим образом:

- 1) тонизируют центральную нервную систему, улучшают память, процессы обучения, условнорефлекторную деятельность, синаптическую передачу в симпатических и парасимпатических волокнах периферической нервной системы;
- 2) нормализуют функцию эндокринной системы организма (анаболическую и катаболическую);
- 3) контролируют процесс образования и расхода энергии в исполнительных клетках мышц, печени, почек, мозга и других органов;
- 4) восстанавливают иммуносупрессивный эффект как следствие тренировочного и соревновательного процессов, влияя на гуморальный и клеточный иммунитет;

- 5) способствуют антиоксидантному действию, предотвращая токсические эффекты свободнорадикального окисления ненасыщенных жирных кислот, последний активизируется при истощающей физической нагрузке;
- 6) предотвращают гипоксию, которая почти всегда является спутником интенсивной физической работы;
- 7) обладают анаболизирующими эффектами, которые необходимо поддерживать при интенсивной физической работе (тренировке) во избежание падения массы тела и деструкции белков у спортсменов при превалировании катаболических процессов;
- 8) улучшают микроциркуляцию сосудов головного мозга и работающих мышц за счет улучшения реологических свойств крови (наличие в структуре витаминов Е и С, кумариновых производных, экдистена и других ингредиентов).

Таким образом, адаптогены можно считать перспективным классом биологически активных препаратов, которые повышают границы адаптации к физической нагрузке, не являясь токсическими и допинговыми соединениями.

Препараты пластического и энергетического действия

В результате больших физических нагрузок, значительной интенсификации обмена веществ создается функциональная недостаточность витаминов, электролитов, микроэлементов, глюкозы, гликогена, L-карнитина, АТФ, креатинфосфата. В первую очередь значительно уменьшается количество углеводов, затем жиров и белков. Это приводит к развитию катаболической фазы, когда масса тела начинает падать и требуется активизировать анаболическую фазу при помощи анаболизирующих веществ, в том числе препаратами нестероидного происхождения, которые поддерживают или увеличивают мышечную массу (экдистен, аденин, гуанин, метилурацил, оротат калия и др.).

Оротат калия является исходным продуктом для биосинтеза уридинфосфата, входящего в состав нуклеиновых кислот. В спортивной медицине эта группа препаратов применяется при нарушении обмена белков и стимуляции обменных процессов, особенно в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости в период больших физических нагрузок, для профилактики и лечения перенапряжения миокарда, профилактики печеночного болевого синдрома и ускорения процессов восстановления.

Метилурацил стимулирует синтез белка в организме, повышает усвояемость и синтез гликогена, повышает эффективность спортивной

тренировки, повышает тонус организма, работоспособность и восстановление.

Пуриновые производные – рибоксин (инозин, инозин-F) – повышают активность ферментов цикла Кребса. Фосфаден-аденозин-5-монофосфат вызывает прирост мышечной массы, увеличение синтеза белка и нуклеиновых кислот. Он улучшает микроциркуляцию в сердечной мышце и является средством профилактики перенапряжений миокарда. Синтез АТФ осуществляется быстрее. Препараты энергетического действия способствуют восстановлению и созданию энергетических депо, повышают запасы гликогена, транспорт жирных кислот из цитоплазмы в митохондрии (L-карнитин), активируют ферментные системы, участвующие в окислении, повышают устойчивость организма спортсменов к гипоксии. Такие препараты, как АТФ, креатинфосфат и глюкоза, являются источниками энергии в организме в анаэробно-аэробной зоне производительности. При длительной работе они активируют липолиз.

Лецитин и глютаминовая кислота усиливают активность АТФ-азы. ГАМК (гаммааминомасляная кислота) повышает адаптационные возможности ЦНС, ускоряет процесс восстановления.

Дозы и сроки применения препаратов пластического и энергетического действия представлены в табл. 11.

Таблица 11

Основные препараты пластического и энергетического действия

Препарат	Дозы и сроки	Применение
Калия оротат	0,5–2,0 г в сутки 30–40 дней	Для стимуляции обменных процессов, повышения синтеза белка и нуклеиновых кислот в скоростно-силовых видах и выносливости
Метилурацил	1,5–2,5 г в сутки 20 дней	Увеличивает синтез белка и РНК, особенно в катаболической фазе, ускоряет усвоение углеводов, повышает работоспособность и ускоряет восстановление
Экдистен и препараты, содержащие левзею (леветон, адаптон, левзея).	0,005–0,01 г 3 раза в день в течение 15–20 дней	Эффективен при сниженном синтезе белка и нуклеиновых кислот в катаболической фазе тренировки, повышает прирост мышечной массы и силы у спортсменов
Рибоксин (инозин)	0,4 г 2 раза в день в течение 1–2 месяцев	Способствует протекторному действию на миокард, особенно при перенапряжениях, стимулирует сниженный синтез белка, ускоряет процессы восстановления спортсменов

Препарат	Дозы и сроки	Применение
L-карнитин	4,0 г в день в течение 3 недель или однократно перед соревнованиями	Является кофактором системы окисления жирных кислот, транспортирует жирные кислоты через внутреннюю мембрану митохондрий, где расположена система бета-окисления. Освобождаемая энергия во много раз превосходит гликолиз и окисление метаболитов цикла Кребса. Антиоксидант
Аденозинмонофосфат АМФ	0,025 г дважды в день 3 недели	Участвует в регуляции процессов энергообеспечения, ускоряет восстановление работоспособности спортсменов
Ноотон	1 ампулу за 40 мин до выступления	Восстанавливает энергетический метаболизм за счет креатина в видах спорта с проявлением выносливости
Панангин-магниевая и калиевая соли аспарагиновой кислоты	По 1 таблетке 3 раза в день в течение 1 месяца	Нормализует сниженный энергетический потенциал в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости
Милдронат – структурный аналог, предшественник карнитина	1 г за 3 часа до соревнований	Стимулирует реакции гликолиза в цикле трикарбоновых кислот, является протектором при перенапряжениях организма из-за физических перегрузок
Актовегин-форте (солкосерил)	1 –3 драже 2 раза в день в течение 2–3 недель	Улучшает перенос кислорода к субстратам, активирует энергозависимые процессы при повышенном потреблении энергии
Липоевая кислота	2 таблетки 3 раза в день 2-3 недели	Играет важную роль в образовании энергии в организме. Участвует в регуляции липидного и углеводного обмена, улучшает функцию печени. Рекомендуется с лецитином (0,5 г в день)
Сукцинат натрия (соль янтарной кислоты)	2 таблетки 2 раза в день в течение 3 недель	Улучшает микроциркуляцию, активизирует энергетический обмен, повышение баланса богатых энергией соединений, улучшает функцию сердечно-сосудистой системы, печени, обладает антиацидотическими свойствами, ускоряет процесс восстановления
Адаптогены растительного и животного происхождения. Женьшень, заманиха, левзея, родиола розовая, лимонник и др.	Дозы индивидуальные	Повышают синтез нуклеиновых кислот и белка, стабилизируют мышечную массу, увеличивают синтез АТФ, повышают утилизацию гликогена

Примечание. Существуют и другие препараты пластического и энергетического действия.

Для перевода катаболической фазы в анаболическую чрезвычайно важным фактором является питание спортсменов.

Обоснованным считается проведение углеводного насыщения в период восстановления или перед длительной и интенсивной физической работой (марафонские дистанции), которое широко используется в спортивной медицине.

Ноотропы

К препаратам, не являющимся допингом как по химической структуре, так и по фармакологическому действию, относятся ноотропы. Это сравнительно новый класс фармакологических препаратов, которые стимулируют обучение, улучшают память, умственную деятельность, облегчают передачу информации между полушариями головного мозга и внутри них (от греческих слов «ноос» – разум, ум, мысль, душа, память и «тропос» – направление, стремление, сродство). Их также называют нейрометаболическими стимуляторами. Совершенно не обязательно констатировать стимулирующий эффект на центральную нервную систему (ацефен, пирацетам, аминалон и другие), так как имеются и препараты с седативными свойствами (фенибут, пикамилон, пантогам и мексидол). С.Б. Середенин и Т.А. Воронина считают, что ноотропы активизируют высшую интегративную деятельность мозга, восстанавливают нарушения памяти и мыслительные функции и повышают резистентность организма к экстремальным воздействиям. В нашей стране используется классификация ноотропов, предложенная Т.А. Ворониной:

1. Пирролидоновые ноотропные вещества (пирацетам, этирацетам, анирацетам, оксирацетам и др.).
2. Холинэргические вещества (холин, лецитин, такрин, амиридин и др.).
3. Нейропептиды, их аналоги и фрагменты (эбиратид, N-ацилпролилдипептиды и др.).
4. Активаторы метаболизма мозга (L-карнитин, ацетил-L-карнитин и др.).
5. Церебральные вазодилататоры (винкамин и др.).
6. Антагонисты кальция (нимодипин и др.).
7. Антиоксиданты (мексидол, дибунол и др.).
8. Вещества, влияющие на системы возбуждающих и тормозных аминокислот (гаммалон, никотиноил-ГАМК, милацемид, нооглютил и др.). Для спортивных врачей необходимо помнить, что II и III группы ноотропов (холиномиметики и нейропептиды) могут быть отнесены к допингам.

Ноотропные препараты корректируют нарушения процесса обучения и памяти, вызванных экстремальными воздействиями (гипоксия, электрошок, ишемия, действие химических веществ, нарушение сна),

повышают устойчивость мозга к вредным воздействиям (гипоксия, повышение или снижение температуры), улучшают специфические гемореологические показатели и нормализуют мозговое кровообращение. Это связано с их способностью влиять на энергетические процессы мозга – усиление синтеза макроэргических фосфатов, белков, нуклеиновых кислот, утилизацию глюкозы, синтез АТФ и дыхание в митохондриях.

Ноотропы являются лучшими препаратами, корригирующими процессы обучения и памяти при экстремальных воздействиях.

Если учесть, что физическая нагрузка является экстремальным воздействием, а также и то, что тренировка представляет собой выработку определенных навыков и их запоминание, то ноотропы представляют собой перспективный класс недопинговых фармакологических препаратов, которые могут воздействовать на центральное звено путей реализации функции движения и предотвращать «центральную усталость».

В случаях фармакологической коррекции состояния спортсменов видов дисциплин, относящихся к единоборствам, особенно для профилактики травм мозга, целесообразно применение психоэнергизаторов (гамалона, ноотропила, энцефабола, церебролизина и др.), которые могут рассматриваться как средства восстановления измененного обмена веществ и мозгового кровотока.

Антиоксиданты и антигипоксанты

Образование свободных радикалов в неумеренных количествах может быть причиной снижения работоспособности спортсменов, специализирующихся в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости. Свободные радикалы в виде гидроперекисей ненасыщенных жирных кислот оказывают токсическое действие на биологические мембраны, нарушая их функциональную лабильность. Это приводит к нарушению энергетического метаболизма и проницаемости мембран работающих мышечных клеток и к снижению работоспособности, что требует фармакологической коррекции антиоксидантами, приводящей к повышению двигательной активности человека. Среди них изучены альфа-токоферол, аскорбиновая кислота, полифенольные растительные адаптогены, дибунол, ионол и др. Показано, что антиоксидантные свойства биологически активных препаратов (адаптогенов растительного происхождения, комбинированных препаратов, содержащих адаптогены и антиоксиданты: элтон, леветон, адаптон и фитотон) способствуют повышению спортивной работоспособности.

В исследованиях *in vitro* и *in vivo* установлено, что комбинированные адаптогены обладают явным антиоксидантным действием. Наблюдается спонтанное снижение сверхслабого свечения при воздействии

исследованными препаратами. Наиболее активным оказался адаптол, и менее выражено действовал элтон.

При изучении состояния хемилюминесценции мочи спортсменов, прежде всего, обнаружена зависимость от спортивной квалификации. У студентов-добровольцев при активной физической нагрузке повышается интенсивность хемилюминесценции мочи на 60 % к 20-му дню исследования и на 40 % к 10-му дню в условиях ежедневных тренировок и введений препаратов.

Другие данные получены при определении исследуемых показателей у высокотренированных спортсменов. Однократные физические нагрузки максимальной мощности вызывают снижение хемилюминесценции мочи спортсменов. В группе высококвалифицированных спортсменов на 20-й день тренировок светосумма свечения в целом снизилась. Выявлена связь между уровнем тренированности организма человека и его реакцией на мощные физические нагрузки, подтверждающаяся изменением сверхслабого свечения мочи.

На 20-й день более активно уменьшал хемилюминесценцию адаптол. Он же в большей степени, чем другие, увеличивал время педалирования до отказа на 27 %. Имеется четко выраженная корреляция между его антиоксидантным действием и свойством повышать физическую работоспособность, а именно выносливость спортсменов при преодолении утомления. Это может быть связано с наличием в композициях витаминов Е и С, которые являются классическими антиоксидантами, блокирующими процесс перекисления жирных кислот и обладающими антирадикальным действием. Такое же влияние может оказывать и цветочная пыльца, в которой содержатся эти же витамины, имеются свои фенольные антиоксиданты и в структуре адаптогенов – элеутерококка, левзеи, родиолы розовой и китайского лимонника (табл. 12).

Отмечается удовлетворительная корреляция между повышением работоспособности под действием курсового приема препаратов и их антиоксидантным действием. Однако степень выраженности этих явлений гораздо ниже, чем при введении комбинированных адаптогенных препаратов, которые включают в свой состав исследованные ингредиенты в отдельности. Витамины Е и С достоверно не влияют на физическую работоспособность, но направленность тенденции к тонизирующему действию есть. То же можно сказать о цветочной пыльце и экстракте элеутерококка. Все остальные адаптогены действуют на хемилюминесценцию и физическую работоспособность. Это подтверждается изменениями малонового диальдегида в сыворотке крови спортсменов, которые получали препараты адаптогенов комбинированного действия.

Таблица 12

Влияние витаминов Е и С, цветочной пыльцы, экстрактов и настойки адаптогенов на физическую работоспособность и сверхслабое свечение мочи на 20-й день ежедневного их введения (при контроле 100 %)

№	Препараты	Физическая работоспособность (%)	Сверхслабое свечение (%)
1	Витамин Е (0,1 г), 4 капли в день	100,6 + 9,8	81,5 + 11,8*
2	Витамин С (0,5 г), 2 г в день	106,8 + 10,3	92,7 + 8,8
3	Цветочная пыльца, 2,4 г в день	110,9 ± 9,8	91,6 + 8,1
4	Экстракт элеутерококка	109,6 + 10,7	89,7 + 14,8
5	Экстракт левзеи	112,7 + 8,2*	85,4 + 10,6*
6	Экстракт родиолы	109,8 + 9,9	87,6 + 6,8*
7	Настойка лимонника	114,9 + 8,6*	69,7 + 8,1*

Примечание. * – данные статистически достоверны.

Можно считать, что накопление гидроперекисей в организме спортсмена является фактором, лимитирующим работоспособность, а антиоксиданты способствуют нормализации этого процесса и оптимизации выносливости при чрезмерной физической нагрузке.

Выполнение почти всех видов упражнений связано с гипоксией как в работающих мышцах, мозге, так и в других органах. Профилактическое применение антигипоксантов может рассматриваться как восстановление спортсменов. Н.И. Волков с соавторами считает, что можно выделить четыре диапазона упражнений, отличающихся по скорости развития и тяжести развивающейся тканевой гипоксии: скрытая (латентная), компенсированная, выраженная гипоксия с наступающей декомпенсацией и декомпенсированная тканевая гипоксия. Эта классификация полезна для диагностики гипоксических состояний спортсменов во время напряженной мышечной деятельности, а также для отбора средств и методов гипоксической подготовки спортсменов. Гипоксическая нагрузка возникает в тех участках мышц, которые выполняют большую работу. Она является причиной резкого утомления. При резковыраженной гипоксии наблюдается нарушение энергетического обмена, проницаемости биологических мембран и другие изменения. Из фармакологических препаратов, рекомендуемых при гипоксическом синдроме могут быть названы: коэнзим композитум, натрия оксibuтират (запрещен в стрельбе), убихинон композитум и церебрум композитум (РЛС). Антигипоксантами свойствами обладает ряд адаптогенов растительного и животного происхождения (сайтарин – спиртовой экстракт из чехлов рогов сайги), ноотропы, антиоксиданты и другие препараты.

Иммуномодуляторы

Иммунодефицитное состояние у спортсменов и его профилактика является весьма актуальной задачей, так как спортсмены представляют собой группу риска в силу переездов в климатическо-поясных зонах, высокого травматизма, снижения иммунологической реактивности, чрезмерных физических нагрузок. При снижении иммунологической реактивности снижается также работоспособность спортсменов. А иммуномодулирующие средства не только восстанавливают, но и повышают работоспособность. Поэтому иммуностимулирующие фармакологические средства могут рассматриваться как корригирующие препараты, особенно при выполнении длительной и интенсивной работы с проявлением выносливости.

Фармацевтическая промышленность предлагает иммуномодулирующие препараты: галиум хель, галстена, мультисаностол, олигогал-Se, сант-е-гал, витабекс, витрум атеролитин, витрум лайф, витрум центури, диакиванад-N, иммуноглобулин, интраглобин, кальцевита, капли Береш плюс, компливит, левамизол-эбеве, мега вите, мультитест ки, ортомол-иммун, ортомолиммунюниор, пентаглобин, поливит гериатрик, ретровир, рибасан форте, стресс формула 600, стресс формула с цинком, сулотрим, Т-активин, целаскон эффервесценс, циклоферон, эндобулин, эндур-ВМ, эстифан, эхинацин ликвидум и другие, которые зарегистрированы в России и представлены в РЛС. Такие продукты пчеловодства, как прополис и его препараты, цветочная пыльца в чистом виде (апивит) и в комбинированных адаптогенных препаратах являются иммуномодуляторами. Они зарегистрированы как биологически активные добавки к пище МЗ РФ и имеют антидопинговые сертификаты. Это элеутерококк, левзея, элтон, леветон, фитотон и адаптон, которые рекомендуются к применению в спортивной медицине. Врачу предоставляется возможность выбрать из этого арсенала средств наиболее подходящие, но предпочтение следует отдавать растительным малотоксичным препаратам.

Витамины и витаминные комплексы

Витамины и коферменты представляют важнейшую группу фармакологических препаратов метаболического действия, применяемых в спортивной медицине. Это обусловлено тем, что в процессе выполнения интенсивной физической работы, резкой активации метаболизма может возникнуть функциональная витаминная недостаточность, которая лимитирует работоспособность спортсменов. Витамины сами по себе не вызывают повышения работоспособности, а могут рассматриваться лишь как факторы, способствующие процессам восстановления спор-

тивной работоспособности. Показанием к применению витаминов является профилактика гиповитаминозов в весенний период, изменение климатическо-поясных зон, а также необходимость направленного контроля анаболических и катаболических процессов.

Уменьшение поступления витаминов в организм или их повышенный расход в результате нарушения всасывания и интенсивного обмена витаминов может привести к их недостаточности и снижению физической работоспособности. Гипервитаминозы, при чрезмерном назначении витаминов, отрицательно влияют на спортивный результат.

Белковый обмен контролируется витаминами В12, В6, В5, А, Е, К.

На углеводный обмен действуют витамины В1, В2, С, РР, В5, липоевая кислота.

Липидный обмен положительно поддерживают витамины В6, В12, РР, В5, холин, L-карнитин, липоевая кислота.

Биокаталитическая активность принадлежит не самим витаминам, а коферментам – продуктам их биотрансформации, которые, соединяясь с белковыми молекулами, образуют ферменты-катализаторы биохимических реакций. Коферменты обладают малой токсичностью и достаточной широтой фармакологического действия (кокарбоксилаза, рибофлавин, пиридоксальфосфат, кобамид). В спортивной медицине также применяются препараты, созданные на основе витаминов (пиридитол, пантогам, оксикобаламин, дипромоний, убинон и другие).

Как показывает практика, комплексные витаминные препараты лучше использовать в сочетании с адаптогенами животного и растительного происхождения, ноотропами, антиоксидантами, препаратами пластического и энергетического действия. Так, эффективным в восстановительном периоде оказался препарат супрадин (12 витаминов и 8 микроэлементов) в сочетании с элтоном или леветоном, которые расширяют спектр его действия в организме как антиоксиданта, иммуномодулятора. Рекомендуются принимать по 1 капсуле 2 раза в день после еды в течение трех недель с элтоном или леветоном по 2 таблетки 3 раза в день. Результат – повышение адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам (скоростно-силовые виды, выносливость, психическая устойчивость). Маринил-спорт (по 2 таблетки 3 раза в день в течение 3 недель) лучше комбинировать с адаптоном (по 2 таблетки 2 раза в день 3 недели). Отмечено ускорение процесса восстановления и повышение спортивной работоспособности пловцов и легкоатлетов.

Современные поливитаминные комплексы включают в свой состав важные добавки – электролиты и микроэлементы, концентрация которых в процессе интенсивной физической работы может существенно снижаться.

Поэтому предпочтение может быть отдано именно витаминным комплексам, сбалансированным по этим важным ингредиентам. Не следует забывать также и о потере жидкости, которая может выделяться с потом в больших количествах (до 1–2 литров) в процессе тренировок и соревнований, что приводит к обезвоживанию организма. В физиологических условиях выделение воды из организма осуществляется следующими путями:

с мочой	1000–1500 мл
через кожу	500 мл
через легкие	400 мл
через кишечник	100 мл
Итого:	2000–2500 мл

Вместе с потерей воды существенно изменяется концентрация солей и микроэлементов.

Общее количество натрия хлорида в организме составляет: натрия – 100 г, хлора – 80–100 г в экстрацеллюлярной жидкости. Названные минералы поддерживают осмотическое давление в организме, необходимы для нормальной возбудимости нервов и мышц, а также активируют различные ферменты. Суточная потребность натрия хлорида 10–20 г, а при потере с потом из-за физических нагрузок увеличивается до 15–25 г.

Калия в организме человека содержится 150 г (90 % в интрацеллюлярной жидкости). Калий нужен для передачи электрических сигналов в нервных клетках, активации некоторых ферментов, для образования креатин-фосфата, обеспечения сократительной способности сердечной и скелетной мускулатуры. Суточная потребность калия составляет 2 г.

В скелете человека утилизировано 1000–1500 г кальция (90 %) и 500–800 г фосфора (80 %). Кальций необходим для мышечных сокращений, а фосфор – составная часть богатых энергией фосфатов (АТФ, креатинфосфат). В форме буферных систем (фосфатный буфер) фосфор регулирует кислотно-щелочное равновесие. Оба минерала необходимы в количестве по 1,5–2 г.

Как обязательный минерал, магний находится в организме в количестве 20–30 г, распространенном во всех клетках. Он нужен для синтеза АТФ и креатин-фосфата, а также для мышечных сокращений. В скелете находится 50 % всего магния. Суточная потребность составляет 0,3–0,4 г. При потере с потом, белковом питании, повышении концентрации кальция и фосфора количество магния увеличивают.

Микроэлементы – железо, цинк, медь, марганец, кобальт, селен, молибден, йод, кремний, ванадий, хром, никель, кадмий и свинец – содержатся в организме в низких концентрациях. Они обязательны для

нормального метаболизма, так как являются составными частями ферментов (железо, медь, цинк, молибден, селен), витаминов (кобальт) и гормонов (йод).

При нарушении водно-солевого обмена рекомендуются следующие препараты: дианил, инфезол-40, левулоза, лимфо-миозот, остеопан, плазмалит-148 водный раствор, раствор глюкозы, раствор натрия хлорида 0,9 %, раствор натрия хлорида с глюкозой 5 %, раствор Рингера, раствор Хартмана, составной натрия лактат, ревитал-лайз-мульти-М АДС (РЛС 1998).

При ацидозе целесообразно использовать щелочное питье или препараты: калинор, раствор Хартмана и стиламин.

Дефицит железа в организме может быть причиной снижения кислородтранспортной функции крови, что недопустимо при интенсивной физической нагрузке, так как может развиваться тканевая гипоксия. Для профилактики рекомендуются препараты: актиферрин, витрум суперстресс, витрум циркус, сорбифер дурулес, тардиферон, ферртаб комп, ферронал, феррум Лек, хеферол, энфамил-2, энфамил с железом и другие.

Биологически активные добавки к пище

Комбинированные биологически активные добавки к пище представляют собой сложные композиции для коррекции какой-либо определенной функции организма. Так, глюкоза, витамины и коферменты, электролиты, микроэлементы, АМФ, АТФ, креатин-фосфат, тканевые экстракты, L-карнитин, липидно-белково-углеводные смеси и многие другие являются одновременно продуктами питания и лекарственными средствами. Если они в ампулах и флаконах, то это лекарства, а если в порошках – продукты питания. В настоящее время для спортсменов их зарегистрировано в НИИ питания РАМН РФ более 500. В рекламе СМИ допускаются излишне оптимистичные прогнозы. Спортивному врачу следует быть начеку, так как реклама не всегда бывает добросовестной (информация о регуляции массы тела, иммунитета, физической работоспособности, реабилитации, о лечении импотенции, злокачественных заболеваний, слуха, зрения и т. д.). По данным службы допингового контроля ВНИИФК, в некоторых партиях Гербалайфа, модного в свое время, были обнаружены производные амфетаминов. Амфетамины добавляют в состав комбинированных фармакологических препаратов, направленных на снижение массы тела пациентов, желающих срочно похудеть. Они создают комфортное настроение и уменьшают чувство голода. В гериатрических препаратах поливитаминов выявлены анаболические стероиды. Не зная того, что фирмами-производителями допускаются такие «сюрпризы», можно попасть в неприятную ситуацию и

придется доказывать свою непричастность к назначению допингов. Наличие антидопингового сертификата обезопасит и спортсмена, и врача. Ознакомление с сертификатом соответствия и гигиеническим сертификатом у реализующей организации уменьшит вероятность приема допинга.

Таблица 13

Последовательность применения недопинговых групп препаратов, повышающих физическую работоспособность и адаптацию к возрастающей физической нагрузке (примерная схема фармакологической поддержки за 3 месяца до соревнований)

Недели цикла подготовки	Фармакологические группы препаратов					
	Адаптогены	Витамины	Энергодающие вещества	Пластические препараты	Ноотропы	Антиоксиданты
1	+	+	-	+	-	-
2	+	++	-	+	-	-
3	+	++	-	+	-	-
4	+	+	+	+	+	+
5	++	+	+	+	+	+
6	++	+	+	++	+	+
7	+	+	+	++	+	-
8	+	++	+	+	-	+
9	+	+	-	-	-	-
10	+	++	-	+	-	+
11	+	+	-	++	+	-
12	++	+	+	+	+	+
13	++	+	+	++	+	++
14	+++	++	+	+	+	+
15	+++	++	++	++	+	+

Примечание. Средние терапевтические и поддерживающие дозы препаратов с учетом возраста, массы тела и конституции (+); увеличение дозы препарата (++); короткие курсы или однократно перед стартом в высокой дозе (+++).

Биологически активные добавки к пище обладают гораздо меньшей токсичностью, чем синтетические фармакологические препараты. В ряде случаев они состоят из лекарственных средств – витаминов, адаптогенов из экзотических растений (иохимбе) и животных (акул и хрящ), энергетических продуктов углеводной направленности, белков и др. Так, биологически активные добавки к пище элтон, леветон, фитотон содержат в своем составе адаптогены: элеутерококк, левзею, родиолу розовую и китайский лимонник соответственно. Адаптон включает все

вышеперечисленные компоненты. Кроме того, все эти БАДы богаты такими ценнейшими энергетическими продуктами, как цветочная пыльца и прополис, а также антиоксидантными витаминами Е и С. Благодаря этой композиции БАДы имеют уникальные фармакологические свойства: повышение работоспособности и ускорение восстановления, антиоксидантный и иммуномодулирующий эффекты, а также улучшение реологических свойств крови. Имеются патенты на изобретения, сертификаты гигиенические (МЗ РФ), антидопинговые (АДЦ) и соответствия. Препараты одобрены Институтом питания РАМН и Федерацией спортивной медицины России для применения в спортивной медицине. Они эффективны в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, в скоростно-силовых, игровых и единоборствах, так как обладают довольно широким спектром фармакологического действия от влияния на ЦНС до исполнительных органов. Препараты левзея, элеутерококк, апивит также пригодны для решения конкретных вопросов спортивной фармакологии. В настоящее время на российский рынок выходит большое количество фирм, внедряющих препараты спортивного питания, которые не прошли квалифицированного контроля как на эффективность, так и на безвредность. Список некоторых таких препаратов опубликован С. Малютиным и С. Самариным в книге «Академия спортивного питания» (Москва, 1997). Количество их впечатляет, а цены просто «убивают». Биологически активные добавки к пище следует применять в спортивной медицине осмотрительно. Нужно быть уверенным в их эффективности и безвредности.

Предполагается, что соревнования проводятся к 15 неделе.

Существенную роль в выборе схемы фармакологической коррекции играет направленность тренировочного процесса. Большинство исследователей выделяют три основные группы видов спорта: преимущественная тренировка выносливости, силы и быстроты. Беря за основу три названных качества, можно органично сблизить классификацию, предложенную А.Г. Дембо (1980) и выделяющую девять групп по видам спорта, с современной классификацией видов спорта, предложенной Дж. Митчеллом (1985). Согласно последней, все виды спорта делятся на 4 группы в зависимости от интенсивности статических и (или) динамических нагрузок:

- Большая интенсивность как статических, так и динамических нагрузок, например, бокс, велоспорт. Данная группа развивает быстроту и силу.
- Большая интенсивность динамических и малая интенсивность статических нагрузок, например, марафон, теннис, баскетбол. Эта группа преимущественно тренирует выносливость.

- Большая интенсивность статических и малая интенсивность динамических нагрузок, например, гимнастика, тяжелая атлетика, карате и др. Данная группа преимущественно тренирует силу.
- Малая интенсивность как статических, так и динамических нагрузок, например, гольф, стрельба. Эта группа близка к группе 9 по классификации А.Г. Дембо.

Универсальных схем применения недопинговых фармакологических препаратов в зависимости от направленности тренировочного процесса не выработано. Это зависит от очень многих причин: постоянное обновление и расширение спектра препаратов; необходимость учета этапа тренировочного процесса и условий, в которых он проводится, состояния спортсмена и прочее.

В то же время в качестве ориентира можно привести общие подходы по использованию недопинговых фармакологических препаратов в видах спорта с развитием различных физических качеств вне связи с этапами подготовки спортсмена (табл. 14).

Учитывая повышенный интерес специалистов и самих спортсменов к витаминным препаратам, целесообразно привести дозировки основных витаминов, наиболее широко рекомендуемых специалистами спортивной медицины. Необходимо отметить, что при отсутствии заболеваний и сбалансированном питании потребность в большинстве витаминов может быть восполнена при использовании профилактических доз таких комплексов, как глютамевит, компливит, селмевит, геримакс, ревивона, санасол.

Таблица 14

Использование недопинговых фармакологических препаратов в видах спорта с развитием различных физических качеств

	Фармакологические группы препаратов							
	Адап-тоге-ны	Ви-тами-ны	Энерго-дающие веще-ства	Пласти-ческие препа-раты	Ноот-отро-ро-пы	Анти-окси-данты	Имму-номоду-ляторы	Анти-гипо-ксанты
Выносли-вость	++	+++	++	++	—	++	+	+
Скоростно-силовые	+++	++	+++	++	—	—	—	—
Едино-борства	+	+	+	+	+++	—	—	—
Игровые	++	++	++	+	++	—	—	—
Координа-ционные	++	+	+	—	++	—	—	—

Таблица 15

Средние дозы витаминов (мг), рекомендуемые на отдельных этапах подготовки при различной направленности тренировочного процесса

Вита- мины	Неспортс- мены	Группировка видов спорта			
		Скоростно-силовые		Выносливость	
		трениро- вочный период	соревнова- тельный период	трениро- вочный период	соревнова- тельный период
A	1,5	2	2–3	3	3–6
B1	1,5	2–4	2–4	3–5	4–8
B2	2	2	3	3–4	4–8
PP	20	30	30–40	30–40	40
C	70	100–140	140–200	140–200	200–400
E	7–10	14–20	24–30	20–30	30–50

Гели, мази, кремы, растирки

В комплексе средств восстановления физической работоспособности широко применяются различные лечебные мази и гели, а также спортивные кремы для массажа и растирки. Они способствуют улучшению мышечного крово- и лимфообращения, расслаблению скелетных мышц и повышению их эластичности, восстановлению в них нормального обмена веществ, выведению накопившихся в мышцах продуктов метаболизма и снятию болевых ощущений в суставах, мышцах и связках.

Возникающие иногда после физических нагрузок мышечные и суставные боли, отеки являются следствием микротравм сосудов, мышечных волокон, растяжений сухожилий и связок.

Лечебное и восстановительное действие мазей, гелей и кремов обусловлено свойствами входящих в их составы компонентов. Некоторые мази вызывают гиперемию (разогревание) тканей, другие, наоборот, охлаждают мышцы и связки или снимают отек и воспаление.

Применение этих средств направлено на локальное обезболивание, уменьшение отеков и воспалительных процессов, рассасывание гематом, восстановление нарушенного кровотока и физической работоспособности в целом.

При острых травмах (по крайней мере в первые двое суток) нельзя применять разогревающие мази и компрессы. В этих случаях показаны средства, оказывающие обезболивающее и противовоспалительное действие. Обычно при свежих травмах используют гели (троксевазин, вено-рутон и др.), которые, не разогревая ткани, хорошо всасываются и охлаждают место аппликации. Некоторые мази и кремы используют в виде компрессов на болезненные участки. Вместе с тем необходимо знать, что

каждый человек может по-разному реагировать на различные мази. На одних людей применяемые средства оказывают выраженный лечебный эффект, на других – менее выраженный, а у некоторых эти средства могут вызвать аллергическую реакцию. Поэтому во всех случаях применения препаратов местного действия обязательно проконсультируйтесь с врачом и внимательно прочитайте прилагаемую инструкцию по применению!

В практике физической подготовки и спорта наиболее часто применяют следующие отечественные и зарубежные препараты.

1. *Апизартрон*

Мазь, содержащая пчелиный яд. Обладает противовоспалительным и легким разогревающим эффектом. Показана при ушибах, воспалении мышц (миозитах), радикулитах, невралгиях. Мазь наносят на поврежденный участок тела и втирают с массажем. Аналогами являются вирапин и випросал.

2. *Випратокс*

Мазь, содержащая змеиный яд. Применяется в тех же случаях, что и апизартрон.

3. *Бальзам «Санитас»*

Мазь на жировой основе, в состав которой входит метилсалицилат, обладающий обезболивающим и противовоспалительным действием, а также эфирные масла, скипидар, камфара. Применяется при миозитах, невралгиях, радикулитах. Мазь накладывают на болезненное место и втирают с легким массажем.

4. *Мазь тигровая*

В ее состав входят различные эфирные масла и ароматические вещества на жировой основе и парафине. Применяется в тех же случаях, что и бальзам «Санитас».

5. *Гимнастогал*

Обладает обезболивающим, разогревающим и противовоспалительным действием. Применяется при ушибах, растяжениях сухожилий и связок, миозитах, радикулитах и т. д. На болезненное место наносится 1–2 г мази и втирается с массажем.

6. *Гепариновая мазь*

Обладает рассасывающим, противоотечным эффектом, оказывает противовоспалительное и сосудорасширяющее действие. Применяется при воспалительных процессах, ушибах, для рассасывания гематом. Мазь (3–5 см) накладывают на поврежденное место и осторожно втирают или накладывают повязку.

7. *Гепароид*

Мазь на основе гепарина. Применяется в тех же случаях, что и гепариновая мазь.

8. *Гевкамен*

Мазь, состоящая из ментола, камфары, эфирных масел, а также парафина и вазелина. Применяют для растирания в качестве отвлекающего и обезболивающего средства при невралгиях, болях в мышцах и т. п.

9. *Эфкамон*

Мазь, обладающая обезболивающим и разогревающим действием. Применяется при миозитах, ушибах и т. п. На болезненный участок накладывают 1–3 см мази и втирают с массажем.

10. *Никофлекс*

Крем для спортсменов. Обладает легким разогревающим действием. Применяется при ушибах, мышечных болях, перенапряжениях мышц, спазмах и судорогах. На болезненное место наносят 1–3 см крема и втирают с массажем.

11. *Рихтофит-спорт*

Крем на травах. Обладает противовоспалительным и рассасывающим эффектом, способствует заживлению после небольших повреждений и воспалений кожи. Применяется при ушибах, растяжениях, миозитах, болях в мышцах, спазмах и судорогах. Крем накладывают на болезненный участок и втирают с массажем.

12. *Финалгон*

Мазь, вызывающая сильное разогревание. Применяется при растяжениях мышц, сухожилий и связок, при миозитах, радикулитах и т. п. На болезненный участок наносят 0,5–1,0 см мази и осторожно втирают пластиковым аппликатором. Мазь не должна попадать на слизистые и ссадины.

13. *Венорутон*

Гель, содержащий активные растительные компоненты. Оказывает обезболивающий эффект, слегка охлаждает место аппликации, снимает напряжение в мышцах. При использовании этого средства не применять одновременно тепловые процедуры и разогревающие средства. Гель наносят на болезненный участок тела несколько раз в день. Аналог – троксевазин.

14. *Мазь скипидарная*

применяют в качестве отвлекающего и противовоспалительного средства. Оказывает местное раздражающее, обезболивающее и антисептическое действие. Применяют для ускорения восстановления мышц после больших физических нагрузок.

15. *Меновазин*

Растирка, состоящая из ментола, новокаина, анестезина и этилового спирта. Оказывает обезболивающий и охлаждающий эффект. Применяется при невралгиях, миалгиях, болях в суставах. Болезненные участки

кожи растирают препаратом 2–3 раза в день. Не рекомендуется применять длительное время.

16. *Препараты на основе настойки стручкового перца* – камфоцин, капситрин, линименты перцово-камфорный и сложноперцовый.

Оказывают раздражающее и отвлекающее действие, вызывают местную гиперемию. Применяют для растираний болезненных мест при невралгиях, миозитах, радикулитах, люмбаго, ушибах и для ускорения восстановления.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите группы разрешенных к применению недопинговых средств, повышающих работоспособность.
2. Какие препараты относятся к группе адаптогенов?
3. Какие препараты относятся к группе пластического и энергетического действия?
4. Какие эффекты оказывают ноотропные препараты?
5. Какие механизмы лежат в основе действия антиоксидантов?
6. С чем связана необходимость применения иммуномодуляторов спортсменами?
7. Существуют ли ограничения по приему витаминных препаратов?
8. Какое действие на организм оказывают биологически активные добавки к пище?
9. Для чего применяются различные гели, мази, кремы и растирки?

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ, ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ СОСТОЯНИЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА

Известно, что любая физическая нагрузка приводит в конечном счете к утомлению (комплексу защитных реакций организма различного характера, ограничивающих возникающие при выполнении работы чрезмерные функциональные и биохимические изменения). Профилактика и лечение состояния острого утомления спортсменов является одной из важнейших задач спортивной фармакологии.

До настоящего времени не существует единой общепризнанной теории утомления. Механизмы его включают, по-видимому, биохимические, нервно-мышечные, психо-эмоциональные процессы. Решающее значение в механизмах развивающегося утомления при физической нагрузке, безусловно, играют, с одной стороны, накопление продуктов энергетического обмена (молочная кислота) и фрагменты распадающихся при мышечной деятельности структурных элементов клеток (со-

кратительные и ферментные белки), а с другой стороны – дефицит энергетических субстратов, т. е. недостаток источников энергии для выполнения работы мышц (нехватка креатинфосфата, АТФ, глюкозы, гликогена).

Применение лекарственных средств для лечения утомления подразумевает ускорение восстановления работоспособности организма спортсмена в целом и различных его органов, систем, тканей и клеток, в частности посредством воздействия фармакологического препарата на отдельные звенья механизма этого интегрального процесса.

При использовании лекарственных средств для ускорения восстановления спортсменов на первый план выходит принцип дозированного восстановления. Дело в том, что утомление носит и благотворный характер. Именно утомление и вызываемые им биохимические и физиологические сдвиги способствуют повышению адаптации организма спортсмена к физической нагрузке, это увеличивает уровень спортивной работоспособности, оказывает собственно тренирующее воздействие. Безоглядное использование восстановительных средств способствует снижению эффективности тренировок и не позволяет спортсмену достигнуть пика спортивной формы. Постоянное применение сильнодействующих восстановителей может не только снижать эффект тренировки, но и приводить к утере приобретенных навыков.

Кроме того, постоянное применение таких препаратов, как инозин, рибоксин, эссенциале, фосфаден, может приводить к значительному снижению эффективности их приема и в конце концов к наступлению полной невосприимчивости к препарату.

Одновременно с тем запредельное утомление (переутомление, перенапряжение) способствует срыву адаптационных (приспособительных) возможностей организма к нагрузке и резкому снижению спортивной работоспособности. Теория дозированного восстановления подразумевает, что восстановительные мероприятия у спортсменов должны быть «дозированы» как по интенсивности (не слишком много и не слишком мало, а в меру), так и (что очень важно) по времени, не должны проводиться непрерывно, а лишь только в определенные периоды времени в тренировочном процессе. Таков общий принцип, а о подробностях будет сказано ниже. Объективно оценить степень утомления организма спортсмена можно только по ряду биохимических показателей крови, таких как содержание молочной кислоты, образуемой при гликолитическом (анаэробном) распаде глюкозы в мышцах, концентрации пировиноградной кислоты (пирувата), фермента креатинфосфокиназы, мочевины и некоторых других. Используемые в спортивной медицине средства восстановления и восстановительные мероприятия можно

условно разделить на три группы: педагогические, психологические и медико-биологические. Однако необходимо напомнить, что это деление во многом условно и только комплексное применение перечисленных методов позволяет достигнуть эффекта в максимально короткие сроки.

Педагогические средства восстановления включают в себя: индивидуализацию процесса тренировки и построения тренировочных циклов, адекватную интенсивность и направленность нагрузки, рациональный режим тренировки и отдыха. Кроме того, весьма важным является постоянный контроль и коррекция тренировочных занятий в зависимости от функционального состояния спортсмена.

К психологическим методам восстановления спортсмена можно отнести: психолого-педагогические методы, учитывающие индивидуальность каждого спортсмена, его эмоциональный уровень и степень контактности, обеспечение психологической разгрузки и полноценный отдых, а также специальную регуляцию психического состояния – регуляцию сна, сеансы гипноза, аутотренинг, приемы мышечной релаксации.

К медико-биологическим методам восстановления относятся: полноценность и сбалансированность пищи, режим питания, прием дополнительного количества витаминов, незаменимых аминокислот и микроэлементов; факторы физического воздействия – различные виды мануальной терапии, использование бани, различных ванн и физиотерапевтических процедур, а также прием естественных и фармакологических препаратов, способствующих нормализации самочувствия и физической подготовленности спортсмена. Следует отметить, что основные группы фармакологических препаратов, применяемые в спортивной медицине, можно условно разделить на средства тактические и стратегические, позволяющие решать те или иные задачи.

К первой группе относятся витамины и поливитаминные комплексы, энергонасыщенные препараты, некоторые промежуточные продукты обмена веществ, специализированные белковые препараты различной направленности действия, антиоксиданты, иммуномодуляторы, средства предотвращения нарушений деятельности печени (гепатопротекторы), а также препараты, назначаемые по медицинским показаниям (т. е. лечебные).

Ко второй группе можно отнести анаболизующие средства нестероидной структуры (не путать с анаболическими!), актопротекторы, некоторые психомодуляторы и некоторые другие. Медикаментозное (фармакологическое) воздействие на скорость восстановления спортсменов заключается, как уже указывалось, в профилактике и лечении острых и хронических перенапряжений. Физическое перенапряжение организма – это патологические реакции, возникающие в ответ на чрез-

мерный уровень функционирования того или иного органа или системы органов. Перенапряжение является общей болезненной реакцией всего организма, но всегда характеризуется преимущественным подтверждением той или иной системы организма.

В зависимости от выраженности нарушения деятельности систем и органов выделяют четыре клинические формы:

- 1) перенапряжение центральной нервной системы;
- 2) сердечно-сосудистой системы;
- 3) печени (печеночно-болевой синдром);
- 4) нервно-мышечного аппарата (мышечно-болевой синдром).

Лечение перенапряжений направлено на регуляцию и стимуляцию обменных процессов, причем происходит заметное увеличение доз принимаемых препаратов и продолжительности курса.

Синдром перенапряжения центральной нервной системы (ЦНС)

Встречается, как правило, в сложнокоординационных видах спорта в период наработки технических навыков, в специальном подготовительном периоде, а также в предсоревновательном и соревновательном периодах учебно-тренировочного процесса. При этом может наблюдаться как угнетение, так и перевозбуждение ЦНС. В случае угнетения ЦНС, при ощущении слабости, нежелании тренироваться, апатии, снижении артериального давления назначают тонизирующие и стимулирующие средства – адаптогенные препараты животного и растительного происхождения (пантокрин, женьшень, родиола розовая, элеутерококк, аралия, стеркулия, заманиха и др.), тонизирующие растительные препараты импортного производства (вигорекс, бренто и др.). При повышенной возбудимости, нарушениях сна, раздражительности применяют легкие снотворные и седативные (успокаивающие) средства: препараты валерианы, пустырника, пассифлоры, оксибутират натрия. При приеме оксибутирата натрия можно назначать аминолон, гаммалон или пирацетам (оксибутират натрия по 30–35 г 5 % сиропа на ночь, аминолон, гаммалон или пирацетам по 1–2 таблетки 3 раза в день; продолжительность курса 10–12 дней). В комбинации с указанными препаратами могут назначаться глутаминовая кислота и глицерофосфат кальция.

Синдром перенапряжения сердечно-сосудистой системы

Объективными показателями перенапряжения сердечно-сосудистой системы являются изменения в электрокардиограмме спортсмена. При наличии признаков перенапряжения сердечно-сосудистой системы следует немедленно ограничить объем физических нагрузок, а также проводить

соответствующие бальнеологические, физиотерапевтические и фармакологические мероприятия. Фармакотерапия синдрома перенапряжения миокарда при наличии выраженных нарушений функции сердца включает прием рибоксина (инозина), оротата калия, сафинора, а также препаратов аминокислот и витаминов (пиридоксина, цианкобаламина, фолиевой кислоты). Целесообразно также сочетанное применение препаратов фосфора, АТФ, холина хлорида и карнитина (15–30 дней). На поздних стадиях перенапряжения сердечно-сосудистой системы, особенно с выраженными признаками дистрофии миокарда, показана терапия верошпироном, альдактоном. Перед курсовым лечением необходимо установить индивидуальную чувствительность к препарату и эффективную его дозу.

Синдром перенапряжения печени (печеночно-болевой)

Печеночно-болевой синдром развивается обычно при тренировках на выносливость, особенно в видах спорта, требующих вынужденного положения (конькобежный спорт, гребля). Он развивается, как правило, после однократной чрезмерной физической нагрузки и проявляется остро, без предвестников. Особое внимание спортсмена при возникновении перенапряжения печени должно быть уделено контролю над питанием (рацион должен содержать достаточное количество углеводов на фоне уменьшенного количества животных жиров, а также растительные и молочные продукты).

Для усиления желчеотделения целесообразно назначение минеральных вод, препаратов некоторых лекарственных растений (настой бессмертника, кукурузных рылец, шиповника), желчегонных препаратов (аллохол, легалон, карсил) и гепатопротекторов (эссенциале). При спастических явлениях показано назначение спазмолитических средств. Эффективно также комбинирование указанных средств с оротатом калия, рибоксином (инозином). Прием желчегонных и гепатопротекторов рекомендуется проводить после еды в течение длительного времени, особенно в периоды наиболее интенсивных и продолжительных тренировок.

Синдром перенапряжения нервно-мышечного аппарата (мышечно-болевой)

Напряженная мышечная деятельность в анаэробном режиме у спортсменов невысокой квалификации или при форсированной тренировке может приводить к развитию болевого синдрома в мышцах. При этом следует снижать тренировочные нагрузки, особенно в анаэробном режиме (силовые). Целесообразно назначение бальнеопроцедур, массажа с согревающими мазями, локальной барокамеры.

Из лекарственных средств лечения мышечно-болевого синдрома показано назначение спазмолитических, сосудорасширяющих и улучшающих процессы микроциркуляции препаратов: ксантинол, никотинат, никошпан, грентал. Продолжительность приема 2–5 дней. При повышенной вязкости крови с нарушением адгезии тромбоцитов и эритроцитов прием грентала целесообразно сочетать с сосудорасширяющими препаратами типа ношпы и фосфагена. Хороший эффект дает назначение оксibuтирата натрия как средства профилактики перед планируемыми нагрузками в аэробной зоне, а также при развившемся синдроме «забитости» мышц. В случае упорного болевого синдрома для снижения мышечного тонуса может быть целесообразным применение скутамила-С (1–2 дня) или мидокалма (1–2 приема). Поскольку в чистом виде указанные синдромы перенапряжения у спортсменов, как правило, не встречаются, а комбинируются, восстановительный комплекс препаратов обычно включает в себя средства, направленные на профилактику и лечение различных синдромов. При этом в зависимости от особенностей нагрузки в конкретных видах спорта на первый план выходят наиболее выраженные проявления реакции утомления и, соответственно, те или иные специфические средства по лечению и профилактике различных синдромов перенапряжения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую задачу решает использование лекарственных препаратов спортсменами?
2. Какие механизмы лежат в основе утомления?
3. К чему приводит возникновение запредельного утомления?
4. Какие педагогические средства используются для ускорения восстановления?
5. Какие выделяют формы перенапряжения?
6. В чем заключается сущность синдрома перенапряжения центральной нервной системы?
7. Какие лекарственные препараты показаны при возникновении синдрома перенапряжения миокарда?
8. Какие используются средства для усиления желчеотделения?
9. С чем связано возникновение синдрома перенапряжения нервно-мышечного аппарата?

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Известно, что адаптация организма в процессе спортивной деятельности (тренировочной и соревновательной) разбивается на ряд этапов. Спортивно-педагогические дисциплины разработали представление о периодичности (цикличности) развития адаптации к нагрузкам для достижения максимального спортивного результата. При этом годичный цикл подготовки спортсменов разбивается на ряд менее продолжительных этапов, т. е. мезоциклов, каждый из которых ставит конкретные задачи в отношении развития или закрепления уровня адаптации (как правило, мезоцикл соответствует одному учебно-тренировочному сбору). В соответствии с этим каждый мезоцикл включает ряд повторяющихся интервалов с более частными задачами, так называемые микроциклы (как правило, протяженностью 7–10 дней). Последний день микроцикла является днем отдыха и восстановления. Развитие адаптационных изменений в каждом микроцикле может быть закреплено или ускорено соответствующим дозированным фармакологическим воздействием. При этом суть принципа заключается в том, что фармакологическое воздействие на организм спортсмена должно осуществляться не постоянно, а совпадать по времени с моментом, когда нагрузка уже вызвала определенные адаптационные изменения в организме (например, путем соответствующего изменения обмена веществ в виде накопления определенных продуктов обмена). Этому моменту, по-видимому, соответствует первая половина микроцикла. Дальнейшее воздействие нагрузки и накопление токсических метаболитов теперь способствует не развитию адаптации, а лишь истощению ресурсов (энергетических и пластических) организма. С этого момента должно начинаться комплексное восстановительное воздействие, в том числе и фармакологическое. Действие лекарственных препаратов при этом должно быть направлено, во-первых, на поддержание энергетических и пластических ресурсов, а во-вторых, на частичную элиминацию или детоксикацию продуктов метаболизма. Таким образом, начиная со второй половины микроцикла, фармакологическая коррекция адаптации к нагрузке должна достигать максимума ко дню отдыха.

Указанный принцип может быть расширен и на мезоцикл в целом. Объем и интенсивность фармакологических воздействий должны усиливаться к концу учебно-тренировочного сбора. В целом в годичном цикле подготовки спортсменов в зависимости от решаемых задач выделяют этапы: подготовительный, базовый, предсоревновательный, соревновательный, восстановительный.

Основной задачей фармакологического обеспечения спортсменов на восстановительном этапе является выведение из организма шлаков, образующихся при тяжелой физической нагрузке, а также медикаментозная терапия перенапряжений различных систем и органов. В период интенсивной физической нагрузки (развивающие тренировки) на первый план выдвигается задача усиления синтеза белка в организме, насыщение рациона питания полноценными белками и углеводами. В предсоревновательном и соревновательном периодах наиболее важны задачи создания энергетических депо в организме, профилактики инфекционно-простудных заболеваний, поддержания иммунологического статуса.

Таким образом, основные задачи фармакологического обеспечения в тот или иной период подготовки спортсмена диктуются направленностью и объемом тренировочных и соревновательных нагрузок, степенью напряжения тех или иных систем организма.

Совершенно недопустимо постоянное применение любых фармакологических препаратов без учета периодичности подготовки спортсмена, так как это может привести к отрицательному эффекту и выработке устойчивого привыкания спортсмена к тому или иному препарату. Как применение фармакологических препаратов, стимулирующих рост мышечной массы при отсутствии интенсивной физической нагрузки, приводит к увеличению массы тела, но не способствует увеличению силы и выносливости, так и наоборот, недостаточное содержание в диете белков, углеводов, незаменимых аминокислот, микроэлементов и витаминов в период развивающих нагрузок сдерживает прирост мышечной массы и силы. Создание энергетических депо осуществляется в основном за счет углеводного и липидного насыщения организма продуктами повышенной биологической ценности (ППБЦ), такими как мед, перга, орехи, курага, фейхоа, белковые и аминокислотные. Целесообразно также применение энергонасыщенных фармпрепаратов (АТФ, фосфаден, неотон, креатинфосфат и др.). Поддержание иммунологического статуса организма спортсменов осуществляется при помощи универсальных препаратов, условно называемых адаптогенами (как растительного, так и животного происхождения). К ним относятся сухие и жидкие экстракты, настойки и другие лекарственные формы женьшеня, родиолы розовой, лимонника китайского, левзеи сафлоровидной, клопогона даурского, аралии маньчжурской, элеутерококка, заманихи, пантокрина. Сочетанное применение различных адаптогенов, их комбинации значительно усиливают тонизирующий и адаптогенный эффект. В спортивной фармакологии адаптогены обычно применяются для ускорения адаптации и восстановления организма при подготовке к главному стар-

ту и при интенсивных развивающих нагрузках, когда существует реальная опасность возникновения инфекционно-простудных заболеваний на фоне ослабления иммунной системы. В настоящем издании авторы поставили своей целью более подробно осветить конкретные вопросы научно-обоснованного применения разрешенных (недопинговых) фармакологических препаратов для регуляции процессов восстановления, профилактики перенапряжений, сокращения сроков адаптации (как к физической нагрузке, так и изменяющимся условиям среды), повышения психической устойчивости и работоспособности спортсменов. Ниже приведены схемы фармакологического обеспечения спортсменов на различных этапах подготовки.

Восстановительный период

Как мы уже отмечали, основными задачами фармакологического обеспечения спортсменов на восстановительном этапе годичного цикла учебно-тренировочного процесса являются:

- 1) выведение метаболических шлаков из организма;
- 2) лечение перенапряжений различных систем и органов;
- 3) подготовка к восприятию интенсивных физических и психо-эмоциональных нагрузок.

Для решения указанных задач применяются фармакологические препараты. Витамины А и Е – либо порознь, либо совмещенные – способствуют стимуляции некоторых окислительно-восстановительных процессов и синтезу ряда гормонов. Витамин С применяют для ускорения адаптации к физическим нагрузкам и с целью профилактики авитаминоза. Для девушек можно рекомендовать препарат «Ферроплекс» (Венгрия), содержащий наряду с аскорбиновой кислотой (витамин С) ионы железа. Наиболее целесообразно принимать «Ферроплекс» в первую половину менструального цикла.

Одни витаминные комплексы способствуют нормализации течения биохимических реакций в организме, предотвращают развитие авитаминоза. Другие являются специализированными спортивными препаратами, содержащими наряду с комплексом витаминов сбалансированный микроэлементный состав, поэтому их применение именно в подготовительном периоде является наиболее предпочтительным.

Ускорению адаптации к тяжелой физической нагрузке и нормализации функционального состояния систем и органов способствует прием адаптогенов, таких как «Сафинор», женьшень, элеутерококк, заманиха, пантокрит и др. Как правило, их принимают в виде настоек по 2–3 раза в день – утром и перед обедом натошак. «Сафинор» и «Пантокрин» принимают по 1 таблетке 3 раза в день на протяжении 10 дней. Прием адап-

тогенов следует начинать за 3–4 дня до начала тренировок, продолжительность курса приема препаратов обычно составляет 10–12 дней. Успокаивающие и снотворные средства используют в этот период в основном для купирования (подавления) и лечения синдрома перенапряжения ЦНС после значительных психо-эмоциональных перегрузок. Можно использовать корни валерианы (как в таблетированной форме, так и в виде настойки), настой пустырника, оксибутикар и некоторые другие седативные препараты.

С целью нормализации обмена веществ в восстановительный период, для регуляции функционального состояния систем и органов, для ускорения реабилитации спортсменов назначают, как правило, следующие препараты: рибоксин (инозин), кокарбоксилазу, эссенциале, гепатопротекторы (аллохол, легалон и др.).

Диета в этот период рекомендуется богатая углеводами и жирами, в меньшей степени это относится к белкам. Абсолютно необходимо присутствие в рационе свежих фруктов и овощей, соков, а также продуктов повышенной биологической ценности. Особое внимание следует обратить на вес спортсмена, который не должен превышать в этот период обычного (так называемого боевого веса) более чем на 2–3 кг.

Во второй половине восстановительного периода рекомендуется прием иммуномодуляторов, предпочтительно неспецифических, таких как мумие, мед с пергой, препараты цветочной пыльцы, «Поллитабс», «Цернелтон» (Швеция). Лекарственные препараты из группы иммуномодуляторов (левамизол, Т-активин и др.) могут назначаться только по медицинским показаниям.

Подготовительный период (базовый этап подготовки)

В этот период продолжается прием витаминов, хотя целесообразно сделать 8–10-дневный перерыв в курсовом приеме поливитаминных комплексов. Хорошо, если у спортсмена имеется возможность начать принимать новый препарат. Из витаминов целесообразно назначение кобамамида и комплекса витаминов группы В, что способствует усилению синтеза и предотвращению распада мышечных белков.

В подготовительном периоде рекомендуется назначение некоторых препаратов, обладающих антиоксидантными свойствами, – энцефабола, убиона, альфа-токоферола ацетата, гаммалона, липоевой кислоты, сукцината натрия. Прием этих препаратов способствует синтезу АТФ в мозге, стимулирует процессы клеточного дыхания, оказывает антигипоксическое действие (что особенно полезно при проведении подготовки в условиях среднегорья), повышает эмоциональную устойчивость и физическую работоспособность спортсменов. Во время развивающих фи-

зических нагрузок весьма полезен прием препаратов, регулирующих пластический обмен, т. е. стимулирующих синтез белка в мышечных клетках, способствующих увеличению мышечной массы. К этой группе так называемых анаболизующих препаратов относятся: экдистен, милдронат, карнитина хлорид и некоторые другие.

Подготовительный этап тренировочного цикла характеризуется значительными объемами и интенсивностью тренировочных нагрузок. Именно поэтому прием иммуномодуляторов в этот период является необходимым условием предотвращения срыва иммунной системы. Наиболее доступными и распространенными у нас в стране являются такие неспецифические иммуномодуляторы, как мумие, мед (сотовый, причем желательно в старых темных сотах), цветочная пыльца. Наиболее важным условием их применения является их прием натощак (желательно утром).

На подготовительном этапе рекомендуется назначение гематопротекторов, при наличии медицинских показаний целесообразно применять рибоксин (инозин), солкосерил (актовегин) (т. е. препараты, применяемые для профилактики и лечения синдромов перенапряжения печени и перенапряжения миокарда соответственно). Направленность диеты в этот период – белково-углеродная. В пище должно присутствовать достаточное количество полноценного белка (мясо, рыба, творог, сыр, бобовые), витаминов и микроэлементов. Количество белка, принимаемого дополнительно к поступающему с пищей, не должно превышать 40–50 г (в пересчете на чистый протеин).

Предсоревновательный период подготовки

Этот период отличается значительным сужением количества применяемых фармакологических препаратов. Рекомендуется снизить прием поливитаминов до 1–2 таблеток или драже в день (по возможности лучше сменить применяемый препарат). Из витаминов и коферментов целесообразно назначение кобамамида (для предотвращения падения мышечной массы) и кокарбоксилазы (с целью регуляции обмена углеводов и липидов), а также витамина С. В начале предсоревновательного периода можно рекомендовать такие препараты, как экдистен, милдронат, хлорид карнитина, сукцинат натрия и другие, хотя дозировка не должна превышать 1/2 дозы подготовительного периода. За 5–7 дней до соревнований эти препараты должны быть отменены.

Во второй половине предсоревновательного периода (за 8–10 дней до старта) рекомендуется прием адаптогенов и энергетически насыщенных препаратов (АТФ, фосфобион, креатинфосфат, фосфаден, неотон и др.). Если адаптогены способствуют ускорению процессов адаптации к

изменяющимся условиям среды (т. к. соревнования, как правило, происходят на выезде из страны, республики, города и т. д.) и ускорению процессов восстановления, то энергонасыщенные продукты и препараты позволяют создать энергетическое депо, способствуют синтезу АТФ и улучшению сократительной способности мышц. В предсоревновательный период необходимым условием является назначение иммуномодулирующих препаратов. Направленность диеты в этот период подготовки – преимущественно углеводная, причем наиболее целесообразно потребление фруктозы. Американские врачи рекомендуют следующий способ углеводного насыщения для спортсменов, специализирующихся в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости: за 10–12 дней до старта начинают снижать потребление углеводов с пищей и к 5-му дню доводят их потребление до минимума. Затем плавно увеличивают потребление углеводов (лучше фруктозы) до максимума в день старта. Что касается особенностей фармаобеспечения девушек, то им рекомендуется прием ферроплекса, конферона или других железосодержащих препаратов на протяжении всего менструального цикла. Довольно часто случается так, что день главного старта приходится на дни менструации. Несколько отсрочить срок ее наступления (на 2–3 дня) может прием аскорутин по 1 таблетке 3 раза в день за 10–14 дней до соревнований.

Соревновательный период

В этот период количество применяемых фармакологических препаратов еще более сокращается. Из всех вышеперечисленных групп в фармакологическом обеспечении соревновательного периода сохраняются только адаптогены, энергетические продукты, интермедиаты (АТФ, фосфадена, фосфобион, инозин, неотон, креатинфосфат, энерджикс) и минимальные дозы витаминов (обязательно должны присутствовать витамины С, Е, В1). Комплексное применение названных фармакологических препаратов позволяет ускорять процессы восстановления между стартами, обеспечивает высокую сократительную способность мышечных волокон, способствует стимуляции процессов клеточного дыхания.

К чисто соревновательным фармакологическим средствам относятся актопротекторы – препараты, лишь недавно попавшие в арсенал спортивной фармакологии, но уже получившие признание. Из отечественных препаратов к ним относятся сукцинат натрия, лимонтар (производное лимонной и янтарной кислот), броментан. Актопротекторы препятствуют возникновению нарушений метаболизма (обмена веществ) в организме в момент физической нагрузки, стимулируют кле-

точное дыхание, способствуют усиленному синтезу энергонасыщенных соединений (АТФ, креатинфосфат).

Таким образом, говоря о фармакологическом обеспечении тренировочного процесса и соревновательной деятельности спортсмена в годичном цикле подготовки, следует отметить, что наибольший удельный вес фармаобеспечения приходится на восстановительный и особенно подготовительный периоды, плавно уменьшаясь при переходе к предсоревновательному и соревновательному периодам.

Коррекция состояния спортсменов при перемещениях

При перемещениях спортсменов на значительные расстояния (сопровождающиеся, как правило, резкой переменой климатогеографических условий, высоты над уровнем моря, значительным изменением часовых поясов) нередко требуется специальная фармакологическая коррекция их функционального состояния.

Известно, что резкое изменение поясного времени сопровождается синдромом комплексом острого десинхроноза, в основе которого лежат нарушения так называемых суточных (циркадных) ритмов синхронизации основных процессов жизнедеятельности. Острый десинхроноз проявляется выраженными нарушениями ритма сон–бодрствование, изменениями психического статуса и вегето-сосудистыми сдвигами. При этом в 90 % случаев у спортсменов, не подвергавшихся специальной коррекции, наблюдается острый срыв адаптационных возможностей вплоть до 7–10 дня после перемещения в новый часовой пояс. А в конечном итоге это приводит к существенному снижению функциональной готовности спортсменов и невозможности полноценной подготовки к предстоящим стартам. При перемещениях с запада на восток десинхроноз в целом протекает в более острой форме и более длительное время.

Следует подчеркнуть, что фармакологическая коррекция указанных нарушений должна являться составной частью комплекса известных в настоящее время медико-биологических и педагогических методов разрешения проблемы временной адаптации. При этом фармакологические мероприятия должны рационально сочетаться с заблаговременным выездом на место проведения соревнований и возможностью постепенной адаптации к изменению времени (однако, с учетом возможного отрицательного влияния на психологическое состояние спортсменов при длительном ожидании старта на месте проведения соревнований), с психологической подготовкой спортсменов к переезду (существенно не акцентировать внимание спортсменов на предстоящем сдвиге времени) и соответствующей коррекцией тренировочного процесса.

Мероприятия по коррекции десинхроноза должны начинаться непосредственно в период перелета. При этом существенным становится выбор наиболее удобного времени вылета. В случае перемещения с востока на запад оптимальным является вылет в утренние часы. Основной задачей в этих условиях становится воспрепятствовать засыпанию спортсменов во время полета. С этой целью рекомендуется назначение тонизирующих препаратов через 1–1,5 часа после вылета. Наилучшие результаты обычно достигаются после дробного приема психостимулирующего средства «Сиднокарб» по 10–15 мг через каждые 4 часа полета. Дальнейшего предотвращения сна следует добиваться вплоть до вечера по местному времени. За 40–60 минут до сна целесообразно назначить 5 % сироп оксибутирата натрия (30–35 мл) с добавлением 30–40 капель жидкого экстракта пасифлоры. Этим обеспечивается быстрое и качественное засыпание без последующей релаксации в утренние часы. Курс приема сиропа оксибутирата натрия (на ночь) продолжают в течение последующих 3–4 дней. Примерно в одной четверти случаев имеющие место при значительных перелетах аффективные нарушения в виде снижения настроения, повышенной раздражительности и неадекватных реакций у спортсменов могут приобретать более или менее устойчивый характер через 3–5 дней после прибытия, что требует назначения дневных транквилизаторов типа фенибута или мебикара в течение нескольких дней.

При перелетах в направлении с запада на восток оптимальным является вылет в вечерние часы. Основной задачей при этом становится нормализация сна в ночное время полета (слабые снотворные типа радедор-ма в дозе до 10 мг). Особо следует обратить внимание на отсутствие переедания в самолете. В первые двое–трое суток после прибытия днем назначают легкие тонизирующие средства типа настойки женьшеня, жидкого экстракта элеутерококка и т. п., а в вечерние часы за 1 час до сна – сироп оксибутирата натрия 5 % с добавлением жидкого экстракта пасифлоры. Помимо непосредственных проявлений острого десинхроза (главным образом в виде расстройства ритма сон–бодрствование) последний, по-видимому, вызывает и более глубокие нарушения регуляторных процессов в организме. Так, при анализе динамики дезадаптации спортсменов при смене часового пояса более чем в 50 % случаев наблюдаются дестабилизация артериального давления, изменения мышечного тонуса, отдельные нарушения функции сердца (изменения ритма и проводимости) и другие нарушения. Поэтому нормализация ритма сон–бодрствование и купирование аффектных реакций еще не означает оптимизации функционального состояния спортсменов, перенесших перелет со значительной сменой часового пояса. С этой целью рекомендуется применение сукцината натрия (10 дней по 0,3 г за 1,5 часа до тренировок)

на фоне комбинированного приема настойки женьшеня (25 капель), жидких экстрактов элеутерококка (20 капель) и родиолы розовой (20 капель) по 2–3 раза в день до еды. Возможно также применение других адаптогенов растительного и животного происхождения.

В настоящее время хорошо известен комплекс явлений дезадаптации организма, наблюдающийся в первые дни после перемещения спортсменов в условия среднегорья (высоты вплоть до 700 м над уровнем моря). Поскольку сейчас среднегорная подготовка является в ряде видов спорта неизменным этапом годичного цикла подготовки, а также в связи с нередким проведением ответственных соревнований в этих условиях, фармакологические методы ускорения процессов адаптации организма в среднегорье приобретают подчас исключительное значение. При перемещении в условия среднегорья начиная со 2–3-го и вплоть до 10-го и даже более дня с момента прибытия наблюдается существенное снижение показателей функционального состояния систем кровообращения и дыхания, а также ЦНС, что вызывает ощущение повышенной трудности выполнения физических нагрузок. Объективно это выражается в нарушениях ночного сна, немотивированном перевозбуждении или, наоборот, депрессии, электрокардиографических симптомах перенапряжения миокарда, затруднении миокарда, затруднении дыхания, снижении аппетита, повышенной утомляемости. Весь этот симптомокомплекс острого срыва адаптации организма спортсменов в среднегорье нередко ставит под угрозу выполнение задач учебно-тренировочных сборов, а также возможность мобилизации всех ресурсов спортсменов в период проведения ответственных соревнований.

Фармакологическая тактика коррекции этих нарушений заключается в комплексном подходе к лечению и профилактике двух основных синдромов: перенапряжения ЦНС и перенапряжения сердечно-сосудистой системы. Поскольку перемещение в среднегорье, как правило, сопровождается также и резкой сменой часового пояса, бывает целесообразно использовать описанную выше фармакологическую тактику коррекции острого десинхроза.

Для комплексной адаптации организма спортсменов к условиям среднегорья назначается обычно комбинированный растительный адаптогенный препарат сафинор (3 раза в день за полчаса до еды, продолжительность курса 10–12 дней). Состав сафинора (рибоксин, сапарал, фловирин, калия оротат) обеспечивает одновременно нормализующее действие на функции ЦНС (психотонизирующее действие сапарала) и оптимизацию функций сердечно-сосудистой системы (за счет рибоксина и фловерина). Прием препарата следует начинать за 3–4 дня до переезда в среднегорье, что обеспечивает нарастание кумулятивного действия сафинора в течение

3–5 дней после приезда, как правило, практически полностью устраняет симптомы острого срыва адаптации. В последующем оптимальный уровень функционального состояния спортсменов в условиях среднегорья следует поддерживать применением комплекса растительных адаптогенов, включающего 2 мл жидкого экстракта элеутерококка, 30 капель пантокрина, 15 капель жидкого экстракта родиолы розовой (2 раза в день за полчаса перед завтраком и обедом). Возможно применение и других адаптогенных препаратов растительного, животного и синтетического происхождения (женьшень, аралия, дибавол).

Вопросы для самоконтроля

1. С какого момента тренировочного периода необходимо привлечение лекарственных препаратов?
2. В чем заключается задача лекарственных препаратов на восстановительном этапе, в период интенсивной физической нагрузки, в предсоревновательный и соревновательный периоды?
3. Что может привести к отрицательному эффекту применяемых лекарственных препаратов?
4. Что относится к продуктам повышенной биологической ценности?
5. Какие препараты рекомендованы для применения в восстановительный период?
6. Какие препараты необходимо принимать в подготовительном периоде для предотвращения срыва иммунной системы?
7. Какие препараты рекомендованы в предсоревновательный и соревновательный периоды?
8. Почему при перемещениях спортсменов на значительные расстояния необходимо проводить медикаментозную коррекцию их состояния?
9. Какие препараты рекомендуются для коррекции десинхроза?

ДОПИНГИ

Применение допинга отнюдь не является открытием XX в. Его история гораздо более продолжительна, чем можно было бы ожидать. Допинги существуют столь же долго, сколько существует спорт. Видимо, это заложено в природе человека – стараться выиграть у соперника, быть победителем любой ценой, часто даже за счет собственного здоровья.

Использование различного рода стимуляторов для повышения физической и психической работоспособности отмечалось еще в древности. Так, во II в. до н. э. греческие атлеты принимали протеин, семена кунжута, употребляли перед соревнованиями некоторые виды психотропных грибов. Гладиаторы знаменитого Большого цирка в Риме

(V в. до н. э.) принимали стимуляторы для того, чтобы не чувствовать усталости и боли. В средние века норманнские воины берсеркеры одурманивались перед битвой настоем мухомора и некоторых других психотропных грибов, что приводило их в состояние агрессивности и делало нечувствительными к боли и утомлению. XX век «вооружил» человека такими препаратами, как анаболические стероиды, амфетамин и его производные, и многими другими достижениями фармакологической науки. Ко времени первых современных Олимпийских игр, которые состоялись в 1896 г., спортсмены обладали достаточно широким арсеналом средств фармакологической поддержки от кодеина до стрихнина (в околосмертельных дозах он является мощным стимулятором). Реальным же началом современной эры допинга нужно считать 1935 г., когда был создан инъекционный тестостерон, выделенный, а затем и синтезированный югославским химиком Леопольдом Ружичкой. Сначала назначаемый нацистскими докторами для повышения агрессивности у солдат (как раз тогда появилось такое понятие как «легальный допинг» – различного рода стимуляторы, употреблявшиеся летчиками, разведчиками, парашютистами, десантниками), чуть позже он уверенно вошел в спорт вместе с атлетами Германии – в 1936 г. на Берлинской Олимпиаде, а затем, уже после окончания Второй мировой войны, активно использовался при подготовке сборной СССР для участия в Олимпийских играх 1952 г.

Само название «допинг» происходит от английского слова «dope», что означает «давать наркотик». Согласно определению медицинской комиссии Международного олимпийского комитета, допингом считается введение в организм спортсменов любым путем (в виде уколов, таблеток, при вдыхании и т. д.) фармакологических препаратов, искусственно повышающих работоспособность и спортивный результат. Соответственно данному определению, допингом препарат может считаться лишь в том случае, если он сам или продукты его распада могут быть определены в биологических жидкостях организма (кровь, моча) с высокой степенью точности и достоверности.

В настоящее время к допинговым средствам относятся:

1. Стимуляторы (стимуляторы центральной нервной системы, симпатомиметики, анальгетики). К ним относят амфетамин (и его производные), эфедрин и фенилпропаноламин (эти вещества часто входят в состав разных лекарств). Их эффект схож с эффектом, который получается при действии адреналина. В любом организме всегда существуют предохранители, не позволяющие до конца расходовать заложенные в него резервы. Стимуляторы их убирают, благодаря чему при сверхвысоких нагрузках спортсмен черпает свои

силы из «неприкосновенного запаса». В эту же группу входят бета-агонисты – это нечто среднее между стимуляторами и анаболиками. Их можно принимать путем ингаляций, и поэтому больше половины заявленных на Олимпиаду спортсменов официально считаются астматиками. Большинство этих препаратов обладает побочными эффектами, зависящими от дозы: головная боль, тошнота, беспокойство и сбой сердечного ритма, угнетение дыхания и риск скоропостижной смерти. Использование стимуляторов может стать причиной того, что со спортсменом в результате неадекватной оценки ситуации может произойти несчастный случай. Кроме того, злоупотребление стимуляторами приводит к лекарственной зависимости.

2. Наркотики (наркотические анальгетики). К таковым относятся морфин и его химические и фармакологические аналоги, воздействующие на центральную нервную систему и снижающие боль, а также этилморфин, кодеин и метадон. Эти препараты увеличивают болевой порог настолько, что спортсмену не удастся распознать, насколько серьезна травма. Вызывают очень быстрое привыкание, ведущее к тяжелой зависимости.
3. Анаболические стероиды и другие гормональные анаболизирующие средства. Химические препараты, вызывающие ускоренный рост мышц и увеличение мышечной силы. В отличие от стимуляторов, которые позволяют использовать неприкосновенный запас сил организма, анаболики увеличивают эти резервы и позволяют спортсмену выдержать нагрузки в несколько раз больше обычных. Однако вмешательство в нормальную гормональную деятельность вызывает пагубные побочные эффекты, такие как рост опухолей, проявление психических синдромов, печеночная и почечная дисфункция.
4. Бета-блокаторы. Группа препаратов, действующая на так называемые бета-рецепторы. В результате применения снижается частота сердечных сокращений и вызывается антиаритмический эффект. Бета-блокаторы используются спортсменами для успокоения и снижения тремора в видах спорта, где нужна точная координация, например в стрельбе из лука, пулевой стрельбе, прыжках в воду. Вместе с тем эти препараты повышают утомляемость и снижают выносливость.
5. Диуретики (мочегонные препараты). В некоторых видах спорта, например в тяжелой атлетике, боксе, борьбе и других, диуретики используются для быстрой сгонки веса, также применяют для улучшения рельефности мышц. Кроме того, мочегонные средства

употребляются часто для того, чтобы снизить концентрацию в моче других запрещенных препаратов. Эта процедура направлена на сокрытие присутствия в организме допингов и потому, естественно, запрещена. Среди последствий употребления диуретиков – обезвоживание организма и мышечные судороги.

Кроме того, к допинговым методам относятся:

1. Кровяной допинг (забор крови у спортсмена за определенный срок до соревнований и вливание ее обратно непосредственно перед стартом). Использование кровяного допинга может привести к развитию аллергических реакций (сыпи, лихорадки), нарушению функции почек, перегрузке кровообращения, образованию сгустков крови и развитию метаболического шока.
2. Фармакологические, химические и механические манипуляции с биологическими жидкостями (маскирующие средства, добавление ароматических соединений в пробы мочи, подмена проб, подавление выделения мочи почками и разные другие медицинские махинации). Такие манипуляции получили название «процедуры» (то есть все, что способно изменить достоверность взятых проб мочи для контроля на допинг).

Применение допингов

С точки зрения достигаемого эффекта спортивные допинги можно условно разделить на 2 основные группы:

- 1) препараты, применяемые непосредственно в период соревнований для кратковременной стимуляции работоспособности, психического и физического тонуса спортсмена;
- 2) препараты, применяемые в течение длительного времени в ходе тренировочного процесса для наращивания мышечной массы и обеспечения адаптации спортсмена к максимальным физическим нагрузкам.

В первую группу входят различные средства, стимулирующие центральную нервную систему: а) психостимулирующие средства (или психомоторные стимуляторы): фенамин, центедрин (меридил), кофеин, сиднокраб, сиднофен; близкие к ним симпатомиметики: эфедрин и его производные, изадрин, беротек, салбутамол; некоторые ноотропы: натрия оксибутиран, фенибут; б) аналептики: коразол, кордиамин, бемегрид; в) препараты, возбуждающе действующие преимущественно на спинной мозг: стрихнин. К этой же группе относятся некоторые наркотические анальгетики со стимулирующим или седативным действием: кокаин, морфин и его производные, включая промедол, омнопон, кодеин, дионин, а также фентанил, эстоцин, пентазоцин (фортрал), тилидин,

дипидолор и другие. Кроме того, кратковременная биологическая стимуляция может достигаться с помощью переливания крови (собственной или чужой) непосредственно перед соревнованиями (гемотрансфузия, «кровяной допинг»).

Во вторую группу допинговых средств входят анаболические стероиды (АС) и другие гормональные анаболизирующие средства. Кроме того, существуют специфические виды допингов: а) средства, снижающие мышечный тремор (подрагивание конечностей), улучшающие координацию движений (бета-блокаторы, алкоголь); б) средства, способствующие уменьшению (сгонке) веса, ускорению выведения из организма продуктов распада анаболических стероидов и других допингов, – различные диуретики; в) средства, обладающие способностью маскировать следы анаболических стероидов во время проведения специальных исследований по допинг-контролю, – антибиотик пробенецид и другие. Из всех перечисленных препаратов наибольшее распространение среди культуристов и тяжелоатлетов получили анаболические стероиды.

Анаболические стероиды (АС)

В биохимии под анаболизмом понимают такое течение биохимических реакций, которое способствует синтезу каких-либо соединений – белков, углеводов, жиров и т. д. С химической точки зрения анаболические стероиды – это производные вещества под названием циклопентанпергидрофенатрен, которое является структурной основой мужских половых гормонов. Таким образом, анаболические стероиды – это искусственно синтезированные производные мужского полового гормона – тестостерона (в том числе сам тестостерон и его эфиры). Тестостерон действует на организм человека в двух направлениях: способствует синтезу белков скелетной мускулатуры и частично мускулатуры миокарда, уменьшает содержание жира в теле и изменяет его распределение – это проявление так называемой анаболической активности тестостерона. Также тестостерон способствует развитию мужских половых признаков, как первичных: начальный рост пениса, рост и развитие семенных пузырьков, рост и развитие предстательной железы, так и вторичных: густота и размещение волос на теле и лице, огрубление голоса и некоторых других – это андрогенная активность тестостерона. Синтетические анаболические стероиды представляют собой вещества с повышенной анаболической активностью и пропорционально сниженной андрогенной активностью. Однако, не существует и не может существовать анаболических стероидов с нулевой андрогенной активностью. То же самое, и даже в еще большей степени, можно сказать о тестосте-

роне и различных его производных (эфирах), а также их смесях. Таким образом, безвредных анаболических стероидов нет, и попытки достать их через друзей и знакомых есть не что иное, как пустая трата времени и сил. Основными эффектами применения анаболических стероидов в спорте в начальный период их приема являются следующие: быстрый прирост мышечной массы (при условии достаточного содержания в пище белков, жиров, углеводов, витаминов и микроэлементов) и предотвращение ее падения в период тяжелых тренировочных нагрузок. Вследствие прироста мышечной массы наблюдается увеличение поперечного сечения мышцы и, следовательно, пропорционально увеличивается физическая сила, скорость восстановления после физических нагрузок, повышается объем переносимых тренировочных нагрузок. Анаболическим эффектом обладают различные группы естественных (эндогенных) гормонов и синтетических стероидных соединений. Основные группы анаболиков таковы:

1. Соматотропный гормон передней доли гипофиза – соматотропин.
2. Гипофизарный гонадотропный гормон – хорионический гонадотропин.
3. Андрогены (мужские половые гормоны): тестостерон (тестостерона пропионат), тестостерона энантат (делатестрил), тестэнат (смесь тестостерона пропионата и тестостерона энантата), тестастерон (смесь различных эфиров тестостерона), метилтестостерон, флуоксиместерон (галотестин), тестостерона ципионат (депотестостерон), метенолон энантат (примоболлин).
4. Синтетические анаболические стероиды: метандростенолон (дианабол, неробол, стенолон), нандролон (нероболил, феноболин, дураболин, туринабол), ретаболил (декадураболин и т. д.), силаболин, оксандролон (анавар), станозол (винстрол), оксиметолон (анадрол-50) и др.

Анаболики могут быть в таблетированной форме (оральные АС) и в виде препаратов для внутримышечного и подкожного введения. Побочное вредоносное действие анаболиков чрезвычайно разнообразно и опасно. Оно складывается из токсического эффекта (т. е. отравления) для жизненно важных органов, прежде всего печени, грубых нарушений обмена веществ, поражения эндокринной и половой систем, заболеваний сердечно-сосудистой, мочеполовой и других систем, выраженных психических нарушений (более подробно мы остановимся на этом ниже). Встречавшиеся ранее в специальной литературе утверждения о безвредном применении АС были основаны на результатах отдельных исследований, проводившихся в течение короткого промежутка времени, и оказались неправильными. Сейчас полностью доказано, что при лю-

бом использовании АС, даже в небольших дозах и в течение коротких промежутков времени, следует говорить об абсолютной вредности применения данных препаратов, большей или меньшей. Анаболики всегда причиняют определенный ущерб здоровью атлета. Ряд исследований указывает на возможность появления многих негативных последствий через 15–20 лет после окончания приема препаратов. Характер проявлений побочного действия анаболических стероидов в существенной степени зависит от ряда факторов, среди которых наиболее важными являются: индивидуальная реакция на препарат, половые и возрастные отличия, наличие острых или хронических заболеваний, величина дозы, длительность приема препарата. Особенно быстро развиваются и оказываются более выраженными отрицательные побочные эффекты приема анаболических стероидов у детей и подростков. Очень велико их негативное влияние на женский организм. Дозы АС, применяемые в тяжелой атлетике и атлетической гимнастике, значительно выше терапевтических, т. е. применяемых при лечении некоторых заболеваний (в 10–20 и даже в 40 раз). Многие спортсмены для получения максимального эффекта и уменьшения вероятности выявления при допинг-контроле, используют так называемый *steking* – режим приема анаболических стероидов, который заключается в постепенном изменении дозы препарата и чередовании видов конкретных лекарственных форм на протяжении курса, а также комбинировании АС с препаратами других групп (в первую очередь с тестостероном и диуретиками). Показано, что применение таких схем приема анаболических стероидов может приводить к еще более неблагоприятным последствиям, чем при использовании отдельных препаратов.

*Последствия длительного приема анаболических стероидов
на различные органы и системы организма спортсмена*

Патология печени и желчевыводящих путей. В результате проведенных обследований было обнаружено, что до 80 % спортсменов, принимавших АС, страдают нарушениями функций печени. Применение таблетированных форм анаболических стероидов может приводить к нарушению антитоксической и выделительной функций печени и развитию гепатита. Продолжительный прием АС приводит к закупорке желчных путей, желтухе, причем были отмечены даже смертельные случаи. Имеется значительное число данных, свидетельствующих о возникновении онкологических заболеваний печени при длительном приеме анаболиков. Влияние на мочеполовую систему. У людей, длительно принимавших анаболические стероиды возможно развитие опухолей почек, отложение камней и нарушение процесса образования мо-

чи. Влияние на эндокринную систему. Анаболические стероиды способствуют развитию нарушений в эндокринной системе, особенно негативно влияя на углеводный и жировой обмен. Прием тестостерона взрослыми мужчинами снижает секрецию собственного гормона. При длительном приеме анаболических стероидов развивается атрофия яичек, подавление сперматогенеза, снижение количества спермы, индекса рождаемости, изменение полового чувства и т. д. Причем для восстановления нормального уровня сперматогенеза требуется 6 и более месяцев, а при длительном приеме стероидов, эти изменения могут стать стойкими, и даже необратимыми. У мужчин прием АС может вызвать развитие признаков гинекомастии, т. е. значительного развития тканей молочных желез и сосков, что в тяжелых случаях может потребовать хирургического вмешательства. У женщин прием даже незначительных доз анаболических стероидов вызывает быстрое развитие явлений вирилизации: огрубление и понижение голоса, рост волос на подбородке и верхней губе, выпадение волос на голове по мужскому типу, уменьшение молочных желез, увеличение клитора, развитие общего гирсутизма (волосатости), атрофию матки, нарушение и прекращение менструального цикла (дисменорея и аменорея), акне, повышение секреции сальных желез, общую мускулинизацию. Нарушения менструального цикла, акне обратимы после отмены приема препаратов АС. Рост волос на лице, облысение, увеличение клитора и изменение голоса – необратимы. Особенно выражено вирилизующее действие АС у девушек и девочек; могут наблюдаться явления псевдогермафродитизма. У женщин прием АС может приводить к бесплодию, у беременных замедляется рост эмбриона, и происходит гибель плода. Столь грозные последствия приема АС на эндокринную систему женщин и девушек объясняется именно андрогенным явлением активности тестостерона, гормона, который в норме присутствует в организме женщин в минимальном количестве и искусственное повышение концентрации которого в крови приводит к столь обширным нарушениям. Нарушения функций щитовидной железы и желудочно-кишечного тракта. Показано, что прием анаболических стероидов может способствовать нарушениям функции щитовидной железы, деятельности желудка и кишечника, вызвать желудочно-кишечные кровоизлияния. Психические нарушения. Употребление АС обязательно сопровождается снижением половой активности и нарастающими изменениями в психике с непредсказуемыми колебаниями настроения, повышенной возбудимостью, раздражительностью, появлением агрессивности или развитием депрессии. Выраженные сдвиги в характере, поведении нередко приводят к серьезным последствиям: разрыву с друзьями, распаду семьи, возникновению предпосылок для со-

вершения негативных и даже опасных в социальном плане действий. По некоторым наблюдениям, полное прекращение приема АС часто сопровождается депрессией, что рассматривается как проявление психической зависимости от анаболических стероидов, аналогичной зависимости от наркотических средств. Влияние на сердечно-сосудистую систему. Анаболические стероиды вызывают нарушения углеводного и жирового обмена, снижая устойчивость к глюкозе, что сопровождается падением уровня сахара в крови. При использовании таблетированных форм АС увеличивается секреция инсулина, что способствует возникновению диабета. Кроме того, возможно развитие атеросклероза и других заболеваний сердечно-сосудистой системы. Прием анаболических стероидов способствует быстрому росту мышечной массы, значительно опережающей рост и развитие соответствующих сухожилий, связок и других соединительных тканей. Это приводит к разрывам связок при тяжелых физических нагрузках, возникновению воспалительных заболеваний и суставной сумки, развитию дегенерации сухожилий. АС вызывает понижение вязкости мышечной ткани вследствие задержки воды и натрия, уменьшение эластичности мышц (субъективно оцениваемое как «крепатура» или «забитость»), невозможность развивать полноценные мышечные усилия. Все это вызывает предрасположенность к травмам мышц и связочного аппарата во время тренировок и соревнований. После прекращения приема анаболических стероидов наступает фаза снижения иммунобиологической активности организма, повышенной восприимчивости к болезням. Прием анаболических стероидов подростками может вызвать необратимые изменения: прекращение роста длинных костей, раннее половое созревание, явления вирилизации и гинекомастии.

Распад стероидов в организме

Существует целый ряд факторов, влияющих на результативность лекарственных соединений. Один из таких факторов, и, возможно, один из наиболее важных, это период полураспада действующего вещества. В медицине термин «полураспад» – это время, за которое распадается половина вещества, от начала приема и до вывода его из организма. Уточним, это не половина времени всей активности вещества в организме, а метаболизм 50 % самого вещества, находящегося в организме. Например, при введении 100 мг любого стероидного препарата с 4-часовым полураспадом и последующем определении вещества в крови получены следующие данные: через 4 часа в активной форме осталось 50 мг данного вещества.

Еще через 4 часа препарат находился в организме, но истек следующий период полураспада, и общее количество активного вещества со-

ставило 25 мг. Процесс вывода препарата из организма может занять несколько таких периодов полураспада активного вещества.

Время полураспада не просто упоминается как общее время, за которое вещество можно обнаружить в активной форме, но как руководство к оптимальному использованию назначенных дозировок, избегаются тем самым нежелательные взлеты и падения уровня стероидов.

В ранние годы исследования стероидов период их полураспада являлся камнем преткновения для создания синтетических аналогов. Эндогенные стероиды, т. е. вырабатываемые самим организмом, имеют очень короткий период полураспада, что весьма затрудняет поддержание их высокого уровня в крови. Например, период полураспада свободного тестостерона в крови занимает всего несколько минут и менее часа с момента инъекции до полного вывода из организма. Также в его метаболизме участвует печень. Когда вы принимаете оральные препараты, только крошечные частицы поступают в кровь нетронутыми. В связи с этим недостатком оральных препаратов возможен был бы только один выход – использование регулярных инъекций тестостерона при терапии. Очевидно, это малопривлекательно и ужасно неудобно делать, что и подтолкнуло ученых к идее о продлении жизни тестостерона и других гормонов в организме. Были разработаны два наиболее известных метода по продлению периода полураспада стероидов, которые в конечном итоге и были утверждены фармацевтической промышленностью.

Оральные 17-альфа-алкилированные стероиды

Здесь представлены последние материалы о стероидах. 17-альфа-алкилирование – это процесс, в котором дополнительный углеродный атом присоединяется к молекуле стероида в 17-й позиции. Этот атом занимает нужное место в молекуле, чтобы нейтрализовать 17-кетогруппу, полностью препятствуя ее метаболизму данным путем.

17-альфа-алкилирование значительно продлевает период полураспада стероидов. Из этого мы видим, что период полураспада стероидов может измеряться часами, а не минутами. К сожалению, 17-альфа-алкилирование также может снижать возможность присоединения стероидов к андрогенным рецепторам. Это изменение особенно благоприятно для оральных стероидов. Пока печень пытается обработать этот вид стероидов, большая часть их поступает в русло крови в неизмененном виде. Тем не менее это оказывает токсический эффект на печень, что также не идеально для организма.

Эстерификация (образование сложных соединений) инъекционных стероидов

Использование комбинаций сложноэфирных инъекционных стероидов повышает их период полураспада в организме. Эстерификация – это процесс, в котором карбоксильная (жирная) кислота присоединяется к молекуле стероида в 17-бета-позиции; цель в данном случае – защитить его активную 17-гидроксильную группу. Это основная мишень в метаболизме стероидов, которую и призваны защитить представленные сложные эфиры стероидов. Так как сложные эфиры стероидных комбинаций жирорастворимы, это делает затруднительным их резкий подъем в крови и циркуляцию и также позволяет постепенное их расходование организмом. В результате неактивизированная часть стероидов находится в депо (месте инъекции), медленно высвобождаясь и поступая в кровь в течение дней и недель, и уже в свободном виде перемещается энзимами, что и дает постоянный уровень активности стероидов.

Мы можем рассмотреть два этапа периода полураспада инъекционных комбинаций стероидов. Первый – это высвобождение стероидов из депо (место инъекции), что составляет обычно несколько дней большинства фармпрепаратов. Фактически активность большинства масляных инъекционных препаратов измеряется неделями, иногда несколькими неделями. Второй – это период их полураспада в русле крови. Давайте рассмотрим курс инъекций нандролона деканоата (дека) по двум этим этапам. От момента инъекции и до освобождения действующего вещества проходит около 6 дней, поэтому многие люди говорят, что дека практически активна более месяца после инъекции. Период полураспада связанных эфиров деканоата составляет около часа либо менее:

- нандролон – 30–40 минут;
- нандролон фенилпропионат – 1 день;
- нандролон деканоат – 6 дней;
- нандролон лаурат – 10 дней.

Представленные цифры как нельзя лучше отражают периоды полураспада нандролона и его двух других эфиров при внутримышечных инъекциях.

Допинги нестероидной структуры

Что касается допингов, не относящихся к анаболическим стероидам, необходимо сказать несколько слов о таком классе допинговых средств, как диуретики. В связи с проведением чемпионатов по атлетической гимнастике и расширением участия наших спортсменов в международных соревнованиях появилась необходимость установления весовых категорий и

соответствующего ограничения веса в момент соревнований. В тяжелой атлетике эта проблема известна уже давно и является весьма острой. Для срочной сгонки веса в соревновательном периоде некоторые малокомпетентные тренеры и спортсмены рекомендуют принимать диуретики, т. е. мочегонные средства, хотя известно, что они уже давно внесены в список допинговых средств. Так, болгарские тяжелоатлеты на олимпиаде в Сеуле в 1988 году были дисквалифицированы именно за применение диуретических средств. Кроме того, в спортивной среде бытует мнение, что прием диуретиков способствует усиленному выводу из организма продуктов распада анаболических стероидов и иных лекарств и тем самым позволяет уменьшить их отрицательные побочные эффекты и сократить срок отмены препарата перед выступлением. Следует сказать, что применение мочегонных средств даже в клинике, по лечебным показаниям, требует тщательного лабораторного и врачебного контроля, так как чревато возможными осложнениями. Выводя из организма жидкость вместе с необходимыми для нормального обмена веществ солями (например, калия, требующегося для нормальной работы мышц сердца), диуретики, применяемые без компенсирующей диеты, приводят к развитию сердечной недостаточности. А ее опасность нарастает с ростом физических нагрузок и в момент наивысших соревновательных усилий, это может привести к острому нарушению сердечной деятельности. Кроме того, прием диуретиков вызывает повышение содержания сахара в крови, что может обострять сахарный диабет, расстройства со стороны желудочно-кишечного тракта (с тошнотой, рвотой, поносами), аллергические реакции, развитие кожных заболеваний. Возможно также обострение заболеваний печени, почек, угнетение центральной нервной системы, сопровождающееся сонливостью, вялостью, нарушением чувствительности.

Виды спорта и допинги

Все виды физической деятельности подразделяются по интенсивности нагрузок на очень высокие, высокие, средней и низкой интенсивности. Это соответствует уровню спортивной квалификации спортсменов экстра-класса (олимпийских чемпионов и чемпионов мира), мастеров спорта международного класса, мастеров спорта, разрядников, лиц, занимающихся физической культурой, не занимающихся физической культурой и занимающихся лечебной физкультурой с целью реабилитации тех или иных функций при помощи заданной двигательной активности. Естественно, что и требования к этим лицам, их подготовленность, питание и фармакологическое обеспечение будут совершенно различными. Однако, все они имеют пределы своих возможностей, которые ограничивают физическую работоспособность человека.

Следует иметь в виду, что эти факторы, лимитирующие работоспособность, зависят от вида физической деятельности, которая может быть подразделена в соответствии с классификациями видов спорта на пять основных групп:

1. Циклические виды спорта с преимущественным проявлением выносливости (бег, плавание, лыжные гонки, конькобежный спорт, все виды гребли, велосипедный спорт и др.), когда одно и то же движение повторяется многократно, расходуется большое количество энергии, а сама работа выполняется с высокой и очень высокой интенсивностью. Эти виды спорта требуют поддержки метаболизма, специализированного питания, особенно при марафонских дистанциях, когда происходит переключение энергетических источников с углеводных (макроэргических фосфатов, гликогена, глюкозы) на жировые. Контроль гормональной системы разных видов обмена веществ имеет существенное значение как в прогнозировании, так и в коррекции работоспособности фармакологическими препаратами.
2. Скоростно-силовые виды, когда главным качеством является проявление взрывной, короткой по времени и очень интенсивной физической деятельности (все спринтерские дистанции, метания тяжелой атлетика и др.). В большинстве случаев эти направления зависят от генетических детерминант, а источники энергии для обеспечения подобной деятельности принципиально отличаются при проявлении выносливости.

Различают циклическую последовательность моторных действий (бег) и ациклическую (бросок). Очень трудно улучшить результат на стометровке, в то время как сила и выносливость более подвержены тренировочным воздействиям. Это же относится и к фармакологической коррекции. Прирожденные спринтеры имеют более высокий процент быстрых мышечных волокон по сравнению с бегунами на длинные дистанции. Скорость является весьма демонстративным показателем, который претерпевает с увеличением возраста самый ранний и выраженный спад по сравнению с силой и выносливостью. Увеличение массы тела у всех метателей и тяжелоатлетов требует особого контроля за специализированным питанием и сдвига катаболической в анаболическую фазу обмена веществ без использования анаболических стероидов и соматотропина. У спринтеров также недопустимо бесконтрольное увеличение массы тела. У них превалирует углеводный обмен и источники энергии: макроэргические фосфаты, гликоген и глюкоза. Становятся понятными задачи фармакологической коррекции.

3. Единоборства представляют собой весьма многочисленные виды спортивной деятельности (все виды борьбы, бокс и др.). Характерной чертой расхода энергии при единоборствах является непостоянный, циклический уровень физических нагрузок, зависящий от конкретных условий борьбы, хотя порой они достигают очень высокой интенсивности. Эти виды спорта в большинстве случаев достаточно травматичны, что может быть причиной нарушений микроциркуляции и обменных процессов в мозгу, поэтому следует в качестве протекторов использовать препараты ноотропного действия.
4. Игровые виды характеризуются постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха, когда спортсмены не задействованы непосредственно в игровых эпизодах. Большое значение имеют координация движений и психическая устойчивость. Задачи фармакологического обеспечения связаны с коррекцией процессов восстановления, компенсацией энергии, улучшением обменных процессов в мозгу при помощи витаминных комплексов, ноотропов, адаптогенов растительного и животного происхождения, а также антиоксидантов.
5. Сложнокоординационные виды основаны на тончайших элементах движения, как это бывает в фигурном катании, гимнастике, прыжках в воду, стрельбе, где требуются отменная выдержка и внимание. Физические нагрузки варьируются в широких пределах. Например, чтобы сделать сложный прыжок нужна огромная взрывная сила, в то время как при стрельбе необходима концентрация внимания и уменьшение тремора. Большое значение имеет повышение психической устойчивости растительными препаратами успокаивающего действия (валериана, боярышник без спиртовых компонентов), ноотропами, витаминными комплексами, энергетически богатыми продуктами.

Сложнотехнические виды в значительной степени связаны с применением технических средств (автогонки, бобслей, парашютный спорт, парусный спорт и многие другие). Уровень физических нагрузок может не достигать очень высоких значений, но нервное напряжение находится на пределе человеческих возможностей, что и определяет принципы фармакологической коррекции – повышение психической устойчивости.

Помимо этого, существует ряд смешанных видов спорта, где применяются различные виды многоборий, включающих перечисленные виды физической деятельности человека. Естественно, задачи фармакологического обеспечения отличаются значительно и принципиально.

Следует добавить, что возникает много проблем с восстановлением и поддержанием высокого интеллектуального уровня на соревнованиях по шахматам как вида спорта.

Таким образом, нет никаких оснований считать, что существуют универсальные фармакологические средства, которые могли бы помочь однозначно решить задачи спортивной фармакологии.

Итак, спортивная деятельность включает практически все виды физической работоспособности как динамической, так и статической. Далее мы будем рассматривать фармакологические препараты, влияющие на выносливость, скорость, силу, координацию, с учетом интенсивности физических нагрузок.

В последние годы в зависимости от видов спорта в различных странах применяются следующие допинги (табл. 16).

Таблица 16

Использование допингов в родственных видах спорта

Родственные виды спорта	Допинги	Осложнения
1. Скоростно-силовые виды: тяжелая атлетика, метания, культуризм, спринтерские дистанции в легкой атлетике, плавании, конькобежном спорте, лыжных гонках	Анаболические стероиды, соматотропин, гонадотропин, амфетамины, диуретики и др.	Резкие изменения: обмена веществ, гормонального профиля, маскулинизация у женщин и вирилизация у мужчин
2. Виды спорта с преимущественным проявлением выносливости: бег, плавание, лыжные гонки, велосипедные гонки, конькобежный спорт (длинные дистанции)	Анаболические стероиды, соматотропин, гонадотропин, кровяной допинг, психостимуляторы и др.	Потеря ориентации и сознания, смертельные исходы, нарушения гормонального статуса и др.
3. Игровые виды: футбол, баскетбол, регби, бейсбол, хоккей с мячом и с шайбой, гольф и др.	Алкоголь, кокаин, героин, амфетамины, марихуана и др.	Летальные исходы, потеря сознания, токсические эффекты
4. Сложнокоординационные виды спорта: прыжки в высоту, прыжки в воду, фигурное катание, гимнастика, фехтование и др.	Алкоголь, наркотические анальгетики, транквилизаторы, бета-блокаторы и др.	Наркотическая зависимость, алкоголизм и др.
5. Единоборства: все виды борьбы, бокс, восточные единоборства и др.	Наркотические анальгетики, марихуана, алкоголь	Лекарственная зависимость, наркомания и др.

В конном спорте используются различные допинги в зависимости от конкретных задач (психостимуляторы, транквилизаторы и др.), поэтому проводится допинговый контроль лошадей.

Допинг-контроль: организация, порядок проведения

В связи с развитием международных связей и расширением контактов спортсменов различных стран, а также проведением общероссийских и региональных соревнований, возникает проблема ознакомления участников соревнований с процедурой и регламентом проведения допингового контроля.

Допинг-контроль является важнейшей составной частью комплексной программы мероприятий, направленных на предотвращение применения спортсменами запрещенных (допинговых) средств. Принятый у нас в стране регламент организации и проведения процедуры допинг-контроля полностью соответствует требованиям Медицинской комиссии МОК. Процедура допинг-контроля состоит из следующих этапов: отбор биологических проб для анализа, физико-химическое исследование отобранных проб и оформление заключения, наложение санкций на нарушителей. Во время соревнований спортсмен получает уведомление о том, что, согласно правилам, он должен пройти допинг-контроль. В обязательном порядке допинг-контроль проходят победители, занявшие 1-е, 2-е и 3-е места, а также по решению комиссии один из несколько спортсменов, не занявших призовых мест (он выбирается по жребию). После выступления указанные спортсмены направляются в комнату допинг-контроля. Здесь спортсмен сам выбирает емкость для сбора пробы мочи на анализ. Затем в присутствии наблюдателя происходит сдача пробы мочи (наблюдатель следит за тем, чтобы не было фальсификации пробы). После сдачи пробы на сосуд наклеивается номер, который также выбирает сам спортсмен. После этого полученная биологическая проба делится на 2 равные части – пробы А и В, которые опечатываются, и им присваивается определенный код. Таким образом, фамилия спортсмена не упоминается ни на каком из рабочих этапов (для соблюдения полной анонимности). Копии кодов наклеивают на протокол допинг-контроля. Затем пробы упаковывают в контейнеры для перевозки и отвозят в лабораторию допинг-контроля. Перед подписанием протокола допинг-контроля спортсмен обязан сообщить комиссии названия всех лекарств, которые он принимал перед соревнованием (т. к. некоторые лекарства содержат запрещенные средства в минимальных количествах, например, солутан). После подписания протокола допинг-контроля спортсмену остается только ожидать результатов анализа. Согласно регламенту проведения допинг-контроля анализу подвер-

гается проба А, причем не позднее, чем через 3 суток после взятия биологической пробы. В случае обнаружения в ней запрещенных препаратов вскрывается и анализируется проба В. При вскрытии пробы В может присутствовать либо сам спортсмен, либо его доверенное лицо. Если в пробе В также обнаруживаются запрещенные средства, то спортсмен подвергается соответствующим санкциям. Если же в пробе В не обнаруживают запрещенного препарата, то заключение по анализу биопробы А признается недостоверным, и санкции к спортсмену не применяются.

Отказ спортсмена от прохождения допинг-контроля или попытка фальсифицировать его результат рассматриваются как признание им факта применения допингов со всеми вытекающими отсюда последствиями. Фальсификация результатов допингового контроля заключается в различного рода манипуляциях, направленных на искажение его результатов. К попыткам фальсификации спортсмены могут прибегать, когда они заведомо уверены в положительном результате анализа биологических проб на допинг. При этом возможны попытки подмены мочи (катетеризация и введение в мочевого пузыря чужеродной, заведомо свободной от запрещенных препаратов мочи, или имитирующей мочу жидкости; использование микроконтейнеров; умышленное загрязнение мочи ароматическими соединениями, затрудняющими идентификацию допингов). К запрещенным манипуляциям относят также специальные хирургические операции (например, подшивание под кожу ткани плаценты). Применяемые для определения допинга физико-химические методы анализа биологических проб мочи (хроматографические, массоспектрометрические, радиоиммунные, иммуноферментные и др.) весьма чувствительны и включают компьютерную идентификацию допинговых препаратов и их производных. Они позволяют с высокой точностью определять все применявшиеся спортсменом препараты, в том числе использованные в течение последних недель и даже месяцев. Кроме того, отработаны методики, определяющие так называемый кровяной допинг, т. е. переливание спортсмену собственной или чужой крови перед стартом. Если раньше допинг-контроль проходили только высококвалифицированные спортсмены и только во время ответственных международных и внутренних соревнований, то сейчас такой контроль проводится не только в соревновательном периоде, но и во время тренировочных занятий. Причем тестированию на допинг подлежат все занимающиеся спортом лица, независимо от их спортивной принадлежности.

Ниже приведена процедура допингового контроля, которую проводит как российская антидопинговая служба, так и международные спортивные организации (например, спортивные федерации, Международный олим-

пийский комитет или Международный паралимпийский комитет). Данные рекомендации предназначены в первую очередь для спортсменов, так как основная цель допингового контроля – защищать право спортсмена на спорт, свободный от допинга. Тем не менее необходимо, чтобы тренеры, медицинский персонал, официальные лица и другие представители спортсмена также хорошо разбирались в процедурах допинг-контроля.

1. Отбор спортсменов для тестирования

В течение года вы можете быть отобраны с предварительным предупреждением или без него для прохождения процедуры допинг-контроля во время соревнований, находясь на сборах, у вас дома или в любом другом месте. Для соревновательного тестирования спортсменов отбирают чаще всего на основании результатов состязаний или же методом случайной выборки (по жребию). Для внесоревновательного тестирования отбор спортсменов обычно проводится по жребию, хотя вы также можете быть проверены на основе особых решений антидопинговых служб.

2. Уведомление спортсмена

Как правило, спортсмена лично информируют о предстоящем прохождении допинг-контроля. Инспектор по допинг-контролю или сопровождающий сообщает вам о необходимости сдать пробу мочи. Вас также информируют о правах и обязанностях, которыми вы обладаете во время проведения процедуры допинг-контроля, в частности право иметь одного сопровождающего, а также обязанность оставаться в поле зрения инспектора по допинг-контролю во время сдачи мочи до окончания процедуры взятия пробы мочи. После того как представитель антидопинговой службы удостоверится, что вы хорошо понимаете свои права и обязанности, вас попросят расписаться в специальном формуляре.

3. Выбор емкости

Когда вы будете готовы сдать пробу, вам предложат выбрать запечатанную емкость для сбора мочи. Спортсмен ответственен за то, чтобы проба постоянно находилась в поле его зрения до момента опечатывания.

4. Сдача пробы мочи

Вам необходимо сдать приблизительно 100 мл мочи в присутствии представителя антидопинговой службы, который должен быть одного с вами пола. Для того чтобы представитель мог наблюдать за процессом сдачи мочи, следует обнажить тело от пояса до середины бедра.

5. Комплект для хранения допинг-пробы

Инспектор по допинг-контролю попросит вас выбрать запечатанный комплект, который будет использоваться для хранения, идентификации и перевозки пробы мочи. Вам на выбор будут предложены несколько комплектов. Если вас или вашего представителя не устроит состояние упаковки, вы в праве потребовать заменить комплект.

6. Присвоение номера пробе

Когда вы (и ваш представитель) выберете комплект, вы должны открыть его и извлечь содержимое. После этого вас и вашего представителя попросят проверить, что идентификационные номера на бутылках и крышках, а также на коробке для транспортировки совпадают. Инспектор по допинг-контролю, в свою очередь, также проверит, чтобы идентификационные номера на образцах были одинаковыми, и занесет номер образца в формуляр антидопингового контроля.

7. Разделение пробы на образцы «А» и «В», упаковка

Вы должны будете наполнить флаконы «А» и «В» мочой в предусмотренном объеме и запечатать каждую емкость пробкой, как вам укажет инспектор по допинг-контролю. Затем он попросит вас перевернуть флаконы, чтобы удостовериться, что они не протекают. Ваш представитель также должен подтвердить, что образец правильно запечатан.

8. Проверка pH и удельной плотности мочи

Инспектор по допинг-контролю проверяет, соответствует ли проба мочи специальным нормам, измеряя уровень pH и удельную плотность мочи. В случае если уровень pH или плотность мочи не соответствуют стандартам, вас могут попросить предоставить повторную пробу.

9. Перечень принимаемых субстанций

Инспектор по допинг-контролю попросит вас добровольно предоставить перечень медицинских препаратов (назначенных врачом и принимавшихся самостоятельно), пищевых добавок и любых других субстанций, которые вы употребляли в течение последних десяти дней. Эта информация будет внесена в формуляр антидопингового контроля, который отправляется в лабораторию для анализа.

10. Формуляр допингового контроля

После заполнения формуляра вы и ваш представитель должны удостовериться в том, что внесенная информация является полной и точной. Затем вы должны подписать формуляр допинг-контроля, подтверждая таким образом, что вы удовлетворены проведением процедуры. Если вы не удовлетворены процедурой прохождения допинг-контроля, укажите причины в графе формуляра, предназначенной для комментариев.

11. Завершение проведения тестирования

Вы получаете копии всех подписанных вами формуляров, которые необходимо хранить в течение 6 недель на случай, если обнаружится неблагоприятный результат анализа.

Следующие шаги

Пробирка с вашей пробой запечатывается и помещается в специальную сумку для транспортировки, и отправляется в лабораторию, аккредитованную ВАДА. После поступления пробы в лабораторию про-

веряется, не были ли образцы повреждены во время транспортировки, а также то, что содержимое бутылок соответствует описаниям в приложенной документации. Затем лаборатория проводит анализ пробы «А», сохраняя пробу «В» запечатанной. В случае неблагоприятного результата анализа вы должны быть проинформированы об этом факте в течение 3–4 недель после получения лабораторией пробы. Тем не менее в отдельных случаях проба может храниться без проведения анализа продолжительное время.

Санкции к спортсменам, уличенным в применении допинга

Обнаружение допинга грозит спортсмену суровыми наказаниями вплоть до полного отлучения от спорта. При первом выявлении запрещенных средств (за исключением симпатомиметических препаратов, таких как эфедрин и его производные) он дисквалифицируется на 2 года, при повторном – пожизненно. В случае приема симпатомиметиков в первый раз – дисквалификация на 6 месяцев, во второй – на 2 года, в третий – пожизненно. При этом наказанию подвергается также тренер и врач, наблюдавший за спортсменом. Применение в качестве допинга каких-либо средств, официально отнесенных к наркотическим, влечет соответствующие административные и уголовные наказания. В настоящее время в законодательные органы страны внесены предложения о введении уголовного наказания за прием анаболических стероидов без медицинских показаний или склонение к их приему.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение понятию «допинг».
2. Какие существуют группы веществ, отнесенных в настоящее время к допингам?
3. В чем заключается принцип действия стимуляторов?
4. Какое влияние на организм человека оказывают наркотики?
5. Перечислите последствия длительного приема анаболических стероидов для различных органов и систем организма спортсмена.
6. Для чего используют бета-блокаторы?
7. В чем суть применения диуретиков?
8. Какие существуют допинговые методы?
9. Какие группы физической деятельности в соответствии с классификациями видов спорта выделяют?
10. Каким образом организован допинг-контроль?
11. Какие санкции применяются к спортсменам, уличенным в применении допинга?

ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕННЫХ СУБСТАНЦИЙ

Спортсмены, как и не занимающиеся спортом люди, нуждаются в лечении. Иногда субстанции, которые могут потребоваться в процессе лечения, входят в список запрещенных препаратов. Тем не менее вы можете применять необходимые лекарственные препараты, заранее получив разрешение на их терапевтическое использование от вашей международной федерации или Комитета по терапевтическому использованию (КТИ). При положительном результате тестирования учитывается разрешение на терапевтическое использование. Если доказано, что положительный результат тестирования вызван терапевтическим использованием, то по отношению к спортсмену санкции не применяются.

Процесс выдачи разрешений на терапевтическое использование состоит из 4-х этапов:

1. В соответствии с правилами спортсменам национального уровня следует обращаться в КТИ, спортсменам международного уровня – в международную федерацию с запросом на терапевтическое использование. Обычно обращение в международную федерацию проводит национальная спортивная федерация.
2. Ваш лечащий врач должен заполнить специальный формуляр.
3. Направьте формуляр на рассмотрение в вашу международную федерацию или КТИ.
4. Постарайтесь выполнить эту процедуру подачи заявки как можно быстрее, оптимальный срок – за 21 день до начала соревнований.

Спортсмены, которые не входят в регистрируемый пул тестирования, но участвуют в международных соревнованиях, должны быть уверены, что, если разрешение на терапевтическое использование выдано КТИ, перед соревнованиями оно должно быть подтверждено международной федерацией.

После принятия вашего запроса вы получаете уведомление о том, что вам выдано разрешение на терапевтическое использование, а также сертификат, где указываются дозировки и продолжительность приема запрещенной субстанции.

Помните, что разрешение на терапевтическое использование всегда выдается на строго определенный период. Вы должны следовать предписаниям вашего врача, соблюдая дозировки и используя предписанные методы. Помните также, что терапевтическое разрешение выдается только по состоянию здоровья и не должно вести к улучшению результатов спортсмена.

В случае если вам отказали в выдаче разрешения на терапевтическое использование, вы имеете право направить запрос в ВАДА о пе-

решения (за ваш счет). Если ВАДА подтверждает решение вашей антидопинговой организации или международной федерации, вы можете подать апелляцию на такое решение в национальный апелляционный орган – для спортсменов национального уровня, или в Международный спортивный арбитраж – для спортсменов международного класса. ВАДА имеет право рассматривать и пересматривать все терапевтические разрешения, выдаваемые федерацией или антидопинговой организацией.

Для некоторых медицинских препаратов, предназначенных для лечения астмы (таких как формотерол, сальбутамол, сальметерол, тербуталин – в виде ингаляций), а также для глюкокортикостероидов местного применения существует сокращенная форма TUE – ATUE. Вы должны заполнить специальную форму для получения разрешения либо в национальном антидопинговом агентстве (для спортсменов национального уровня), либо в международной федерации (для спортсменов международного уровня). Форма заполняется вашим лечащим врачом и направляется в антидопинговую организацию или международную федерацию. ATUE выдается сразу после получения запроса антидопинговой организацией или международной федерацией, т. е. дожидаться уведомления о разрешении не нужно. Ваше ATUE в любой момент может быть пересмотрено соответствующей антидопинговой организацией и аннулировано. Если потребуется какая-либо дополнительная информация, вас известят об этом.

Вопросы для самоконтроля

1. При каких условиях может быть разрешен прием запрещенных препаратов?
2. Какие существуют этапы выдачи разрешений на терапевтическое использование запрещенных субстанций?
3. Какой существует порядок обжалования отказа в выдаче разрешения на терапевтическое использование запрещенных субстанций?

ОСТРЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ ДОПИНГАМИ

Употребление допингов может привести к появлению побочных эффектов, так как это довольно токсичные фармакологические вещества. Острые отравления допингами могут быть при однократном приеме завышенных доз и требуют немедленного проведения экстренных мер до прибытия «Скорой помощи». От этого зависит жизнь пациента. Учитывая ограниченный объем справочника, мы приведем основную симптоматику и необходимые лечебные мероприятия при острых отравлениях допингами (табл. 17).

Таблица 17

*Основные клинические симптомы и необходимые мероприятия
при отравлениях допингами*

Допинги	Клиническая картина	Лечебные мероприятия
Наркотические анальгетики: морфин, героин, кодеин, опий, промедол	Угнетение сознания, нарушение дыхания, точечные зрачки, гипотермия, гипотония, слабость мышц конечностей, судороги, отек легких	Поддержание дыхания вплоть до искусственной вентиляции легких (ИВЛ), внутривенно (в/в) струйно налоксон, 2 мл 10 % кофеина, 2 мл кордиамина, в/в 1–2 мл 0,1 % атропина
Барбитураты: фено-барбитал, барбамил, барбитал, амобарбитал, секбутабарбитал и др.	Различная степень угнетения сознания до полного отсутствия, отсутствие рефлексов, цианоз	Предотвращение гипоксии и шока. Детоксикационные мероприятия, направленные на ускорение выведения барбитуратов, выведение из комы, поддержка функции дыхания и сердечно-сосудистой системы
Алкоголь	Различная степень угнетения ЦНС. Полностью всасывается в кровь за 2 часа и более, если был прием пищи. За 1 час метаболизируется 30 г 90° спирта или 300 г пива. Основная опасность – угнетение дыхания. Смертельная доза – 500 г 90° спирта. Благоприятный прогноз, если удастся преодолеть резкую гипоксию	Аналептики: кофеин, амфетамин, теofilлин и др. – не помогают протрезвлению и способности вести машину, необходимо промывание желудка, при необходимости – ИВЛ и др. мероприятия
Амфетамины	Психоз, гипертермия, гипертония, расширение зрачков, рвота, понос, аритмия, эпилептические припадки, кома, остановка дыхания	Вызвать рвоту, промыть желудок. Внутрь или в/м по 50 мг хлорпромазина, антиаритмические средства, фентоломин и др. препараты
Стрихнин, секуренин	Затрудненность дыхания, ригидность и подергивание мышц, приступы тонических судорог, смерть в результате асфиксии	Промывание желудка, активированный уголь, солевые слабительные, 10–20 мл диазепама, эфирно-кислородный наркоз, ИВЛ, сердечно-сосудистые средства
Эфедрин	Тошнота, рвота, тахикардия, гипертония, мидриаз, мерцание желудочков, коллапс, потеря сознания, смерть	Промывание желудка, активированный уголь, форсированный диурез, при судорогах – 2,5 % раствор аминазина

Примечание. Возможны отравления и кодеином, диуретиками, бета-блокаторами, трициклическими антидепрессантами и другими препаратами, однако они встречаются нечасто. Описаны случаи выхода на огневой рубеж спортсменов-стрелков в невменяемом состоянии после приема алкоголя.

Успех терапевтических мероприятий, проведенных спортивным врачом, в основном зависит от правильной диагностики и доклинического лечения. Соккрытие приема допингов недопустимо, так как может быть причиной смерти спортсмена.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая складывается клиническая картина при передозировке наркотическими препаратами?
2. Какие необходимо принять меры первой помощи при передозировке барбитуратами?
3. Какие существуют симптомы передозировки алкоголем?
4. Какие манипуляции необходимо проделать при передозировке амфетаминами до приезда скорой помощи?

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ДОПИНГ

Генотерапия – это введение в геном клетки новых генетических программ. Делается это либо для восполнения дефекта, когда собственный клеточный ген не работает, либо для того, чтобы в клетке мог нарабатываться некий новый продукт, генетической программы для которого в клетке нет. Однако до сих пор эффективных и безопасных методов создать не удалось. Если это делать, просто вводя в кровь или ткани генетические конструкции, в клетки проникает лишь ничтожная часть материала. Есть способ, позволяющий очень эффективно вводить генетический материал в клетки, – с помощью вирусов, которые в ходе эволюции приобрели способность эффективно встраивать свои гены в геном человека. Но вирусы вызывают иммунный ответ, а главное – они могут «встраивать» ген в любые участки человеческого генома и потенциально несут угрозу нарушения регуляции клеточных генов и превращения нормальных клеток в злокачественные. Таким образом, сегодня классические подходы генотерапии не готовы для применения, даже для решения простейших задач.

Однако в последнее время появились реальные надежды на скорое внедрение генотерапии в практику: путем комбинации ее методов с техникой стволовых клеток. Стволовые клетки могут делиться и размножаться неограниченное количество раз, т. е. они практически бессмертны. Во-вторых, они – клетки-предшественники, изначально не имеющие специализации, но способные в процессе деления дать специализированных потомков – клетки определенных видов. Таким образом, из первоначально неспециализированных стволовых клеток можно растить клетки любых органов, причем вне организма, в биореакторах,

в больших количествах. Получены обещающие результаты при попытках применения стволовых клеток для лечения инфаркта миокарда. Введенные в кровь пациента стволовые клетки накапливаются в области повреждения и начинают размножаться в поврежденной ткани, дифференцируясь в необходимые для заживления клетки. Широки потенциальные возможности применения терапии стволовыми клетками в спортивной медицине, ведь спортсмены часто травмируются, а времени на долгое лечение у них нет. Очевидны потенциальные возможности восстановления с помощью стволовых клеток хрящевых, нервных тканей, ускорение лечения травм и переломов.

Сейчас опыты по использованию стволовых клеток ведутся во всем мире, в том числе и в России. Серьезных систематических исследований их применения в практической медицине пока нет, а уже развернута огромная рекламная кампания и десятки организаций предлагают услуги по излечению стволовыми клетками любых болезней – от облысения и импотенции до раковых заболеваний и старости. Никаких разрешений у них, понятно, нет, и никаких гарантий они, естественно, дать не могут.

Возвращаясь к генотерапии: техника работы со стволовыми клетками позволяет снять проблему доставки генов. Можно взять стволовые клетки у пациента, провести с ними необходимые манипуляции и ввести в них нужные гены вне организма, пусть с низкой эффективностью, зато безопасно. А дальше – отобрать и размножить полученные клетки с нужными свойствами в необходимом количестве, а затем ввести их пациенту. Перед этим можно заранее запрограммировать их на превращение в клетки требуемой ткани.

Опытным путем установлено, что дополнительное введение рипоксигена позволяет поддерживать у спортсмена уровень гемоглобина в крови на отметке 190 единиц в течение 3 недель!

В опытах на мышах с использованием этих методик за 3 недели масса тела животного увеличивалась на 20 %, то есть выращивалась «мышь-Шварценеггер». Доказано, что переносчиками нужного гена могут быть вирусы и эффективность результата может зависеть от выбора гена и типа вируса.

Подобные методики разрабатываются изначально с благими целями, например, для лечения нервных болезней, болезни Альцгеймера, но протоколы по генной терапии уже пришли в большой спорт. Используя их, можно компенсировать ряд состояний и свойств человека – усталость, ощущение боли, устойчивость к гипоксии и т. д. Такая подготовка спортсменов может давать результаты на порядок выше использования психотропных препаратов. Остается вопрос, где кончается медицина и начинается допинг? Ясно, что при лечении травм мышц, связок

использование данных методик будет многократно эффективнее любых известных препаратов по заживлению. Под благовидным предлогом данные протоколы могут быть использованы как допинг, т. к. до 150 генов человека связаны с получением спортивных показателей. По ним уже сегодня можно определить: может ли спортсмен быть стайером или спринтером, подсчитать его уровень утомляемости, рассчитать методику подготовки. По генам можно выяснить, будет ли спортсмен гением выносливости и каков его индивидуальный порог.

Сегодня зафиксирован интерес спортсменов к разработкам, ведущимся в ряде западных лабораторий. Введение новых генов не «ловится», как фармакологические препараты, по параметрам крови, ген поступает в ткани, маркеров проведенных процедур просто нет. Данные разработки делают перспективы допинг-контроля весьма туманными, а возможность использования генной терапии – достаточно вероятной. В этой ситуации спортивные состязания могут превратиться в соревнования лабораторий по совершенствованию методик генной терапии. И если мы не будем обращать внимание на эти вопросы, не наладим подобные работы, то и в области неизлечимых болезней, и в спорте окажемся аутсайдерами.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определения понятию «генотерапия».
2. Что представляют собой стволовые клетки?
3. Для чего разрабатываются методики генотерапии?
4. Существуют ли методы обнаружения генетических допингов в настоящее время?

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОПИНГА

Приказ № 337 МЗ РФ от 20.08.2001 г. «О мерах по дальнейшему развитию и совершенствованию спортивной медицины и лечебной физкультуры» обязывает при медицинском обеспечении спорта высших достижений совместно со всеми заинтересованными организациями применять меры по совершенствованию проведения допинг-контроля и повышению его эффективности. Все назначаемые медицинские препараты, физиотерапевтические процедуры, используемые лечебные методики в обязательном порядке должны вноситься во врачебно-контрольную карту физкультурника и спортсмена с обоснованием их назначения.

Утвержденной формой врачебно-контрольной карты физкультурника и спортсмена является форма 061У, 062У (приказ МЗ СССР от 04.10.1980 г. № 1030 «Об утверждении форм первичной документации

учреждений здравоохранения»). Фармакологическую терапию и программы фармакологической коррекции назначает только врач, имеющий право на лечебную деятельность и соответствующий сертификат. Назначаться могут только фармакологические препараты, которые имеют разрешение Фармкомитета России и перечислены в Регистре лекарственных средств.

Изложенные положения хорошо применимы к рецептурной группе препаратов, которые отпускаются в аптечной сети при наличии рецептурных бланков, правильность заполнения которых регламентирует приказ МЗ РФ № 110 от 12.02.2007 г. «О порядке назначения и выписывания лекарственных средств, изделий медицинского назначения и специализированных продуктов лечебного питания». Достоверной информацией о применяемых лекарственных и других препаратах наряду со спортсменом, должны обладать обязательно все члены комплексных научных групп, врачи, тренеры, массажисты, функционеры, спонсоры, участвующие в подготовке своего подопечного к соревнованиям.

Статья 61 Основ законодательства ГК РФ обязывает сохранять врачебную тайну. Поэтому врач, назначающий те или иные лекарственные препараты спортсмену, обязан оговорить с ним круг лиц, который может владеть этой информацией. Перед применением лекарственных препаратов, лечебных методик, физиотерапевтических процедур спортсмен обязан ознакомиться с информированным согласием (статья 32 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан), которое вносится во врачебно-контрольную карту физкультурника, и подписать его. Согласно статье 31 Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан спортсмена должны информировать о лечебном действии применяемого препарата, методики, процедуры и их побочных эффектах.

Попробуем разграничить меры возможной ответственности при выявлении положительной пробы на допинг у спортсмена между ним, его лечащим (спортивным) врачом и ЛПУ. Хотя Приказ № 337 МЗ РФ от 20.08.2001 г. «О мерах по дальнейшему развитию и совершенствованию спортивной медицины и лечебной физкультуры» и указывает на то, что «Лица, уличенные в содействии использованию запрещенных фармакологических средств, могут быть привлечены к ответственности за незаконное врачевание (ст. 235 УК РФ)», на самом деле для привлечения лица к ответственности по указанной статье нужно доказать одновременно умысел данного лица в отношении как дачи допинга, так и его регулярной деятельности без лицензии на данный вид медицинской деятельности, что практически невозможно. Более вероятным представляется наличие гражданско-правовой ответственности за ненадлежащее

лечение пациента – спортсмена. Предположим, что спортсмен был в неведении относительно того, что при его лечении используются препараты, содержащие компоненты, признанные допингом. В данном случае возникает вопрос о возможной неосторожной вине ЛПУ и лечащего врача. Вина, по принятым правилам, заключается в ненадлежащем лечении, т. е. несоответствии назначенного спортсмену лечения современным представлениям об их необходимом уровне и объеме при данном виде патологии индивидуальным особенностям пациента и возможностям ЛПУ. Поэтому доказательства невиновности ЛПУ, исходя из принципа презумпции вины ответчика, будет заключаться в предоставлении ЛПУ следующих данных: соответствие лечения спортсмена принятым в медицине стандартам и использование указанных в стандартах лекарственных препаратов; заключений врачей, специалистов об обоснованных коррекциях вышеуказанного лечения (отступление от стандартов) вследствие наличия у спортсмена индивидуальных особенностей, сопутствующей патологии и прочего; соответствие проведенного лечения (не менее объема консультаций специалистов) и лечебных манипуляций, предусмотренных лицензией данного ЛПУ; компетентность врача в области спортивной медицины, в частности знание лекарств, содержащих допинг.

В нашем случае проблема заключается в том, что спортсмен лечился медикаментом, содержащим допинг, т. е. вопрос в конечном итоге в суде будет формулироваться так: «Мог ли лечащий врач при необходимой внимательности и предусмотрительности предвидеть, что назначает пациенту лекарственный препарат, содержащий допинг?». Таким образом, если пациент лечится в «обычном» ЛПУ, где нет врачей по спортивной медицине, то вероятно, что суд признает отсутствие вины ЛПУ. Если же лечащим врачом является спортивный врач, который проходил специальную подготовку, предусматривающую получение знаний по препаратам, содержащим допинг, то ЛПУ будет признано виновным и будет обязано компенсировать понесенный спортсменом материальный (лишение премии) и моральный вред.

После выплаты компенсации пациенту ЛПУ может подать регрессный иск против лечащего спортивного врача, если будет установлена именно его вина в назначении допинга, и взыскать с него выплаченную спортсмену денежную сумму. Если же спортсмен давал информированное добро, вольное согласие на лечение, осознавая, что в лекарстве содержится допинг, то вины ЛПУ здесь нет при условии доказательства ЛПУ того, что информирование было именно надлежащим, содержащим информацию о допинге, что может подтверждаться свидетельскими показаниями или записью в медицинской карте.

Вопросы для самоконтроля

1. Кто имеет право назначать фармакологическую терапию спортсмену?
2. Какие фармакологические препараты могут назначаться спортсмену?
3. Кто должен обладать сведениями о применяемых спортсменом лекарственных препаратах?
4. В каком случае лечебно-профилактическое учреждение будет признано виновным при назначении спортсмену препарата, содержащего допинг?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявление и доказательство наличия фактора, лимитирующего работоспособность спортсмена в зависимости от его спортивной квалификации, вида спорта, половых различий, является показанием к фармакологической коррекции восстановления работоспособности. Индивидуальный подбор лекарственных средств, пищевых добавок и специфика питания в зависимости от стадии цикла подготовки спортсмена является первейшей задачей спортивной фармакологии. Это и есть альтернатива применению допингов для повышения спортивного результата. Она вполне соответствует морально-этическим обязательствам, взятым на себя спортсменом, вести не фармакологическую, а спортивную борьбу. Как видно из приведенного выше материала, имеются большие резервные возможности оказать практическую помощь спортсмену в преодолении сверхнагрузок без запрещенных приемов. Существует десять групп фармакологических препаратов, большое количество биологически активных добавок к пище и продуктов специализированного спортивного питания, которые при умелом подходе позволяют решить практически все поставленные педагогические задачи. Мы намеренно не приводили рецептурные прописи препаратов, так как при этом объем справочника пришлось бы удвоить.

Приведенные выше данные о влиянии фармакологических препаратов на физическую работоспособность и восстановление могут использоваться не только в спорте высших достижений, но и в физкультурном движении, спорте инвалидов, поддержании работоспособности военнослужащих на высоком уровне (без использования токсических синтетических стимуляторов), в авиакосмической медицине, тяжелых производствах, где требуется сила, выносливость, внимание и психическая устойчивость. Адаптогены растительного и животного происхождения, продукты пчеловодства, витамины, электролиты, микроэлементы, препараты энергетического, пластического действия, ноотропы, антиоксиданты и антигипоксанта, повышающие работоспособность здорового человека и ускоряющие процесс восстановления, целесообразно использовать при реабилитации больных после тяжелых заболеваний, импотенции мужчин и женщин, лечении эндокринных заболеваний, сердечно-сосудистой патологии, неврологической патологии, в геронтологии, педиатрии. Ряд фармакологических препаратов и биологически активных добавок к пище в настоящее время имеет практическое применение в клинической медицине. Предложенный перечень, показания к применению нетоксичных («мягких») препаратов является перспективным путем фармакологии спорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов А.А., Леонтьева А.Н., Александрова И.Ф. Основы биохимии. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Баранов Н.П. Биохимия белков и нуклеиновых кислот. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2002.
3. Беляев В.С. Метаболический статус спортсменов в период применения специализированных продуктов питания повышенной биологической ценности. – Ростов н/Д: [б. и.], 1997.
4. Белясова Н.А. Биохимия и молекулярная биология. – Минск: Книжный дом, 2004.
5. Василенко Ю.К. Биологическая химия. – М.: Высшая школа, 1978.
6. Волков Н.И. и др. Биохимия мышечной деятельности. – Киев: Олимпийская литература, 2000.
7. Мари Р. и др. Биохимия человека. – М.: Мир, 1993.
8. Михайлов С.С. Спортивная биохимия. – М: Советский спорт, 2006.
9. Мохан Р., Глессон М. Биохимия мышечной деятельности и физической и тренировки. – Киев: Олимпийская литература, 2001.
10. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии: учебник для химических и биологических специальностей педагогических университетов и институтов. – М.: Высшая школа, 1993.
11. Проскурина И.К. Биохимия. – М.: Владос-пресс, 2004.
12. Филиппович Ю.Б. Биохимия белка и нуклеиновых кислот. – М.: Просвещение, 1978.

Учебное издание

КАПИЛЕВИЧ Леонид Владимирович
ДЬЯКОВА Елена Юрьевна
КОШЕЛЬСКАЯ Елена Владимировна
АНДРЕЕВ Владимир Игоревич

СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ С ОСНОВАМИ СПОРТИВНОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

Учебное пособие

Научный редактор
*доктор медицинских наук,
профессор Л.В. Капилевич*


Выпускающий редактор *Т.С. Савенкова*
Редактор *Е.А. Тетерина*
Компьютерная верстка и дизайн обложки
О.Ю. Аршинова

Подписано к печати 07.11.2011. Формат 60х84/16. Бумага «Классика».
Печать RISO. Усл.печ.л. 8,84. Уч.-изд.л. 8,00.
Заказ 1651-11. Тираж 100 экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ . 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.