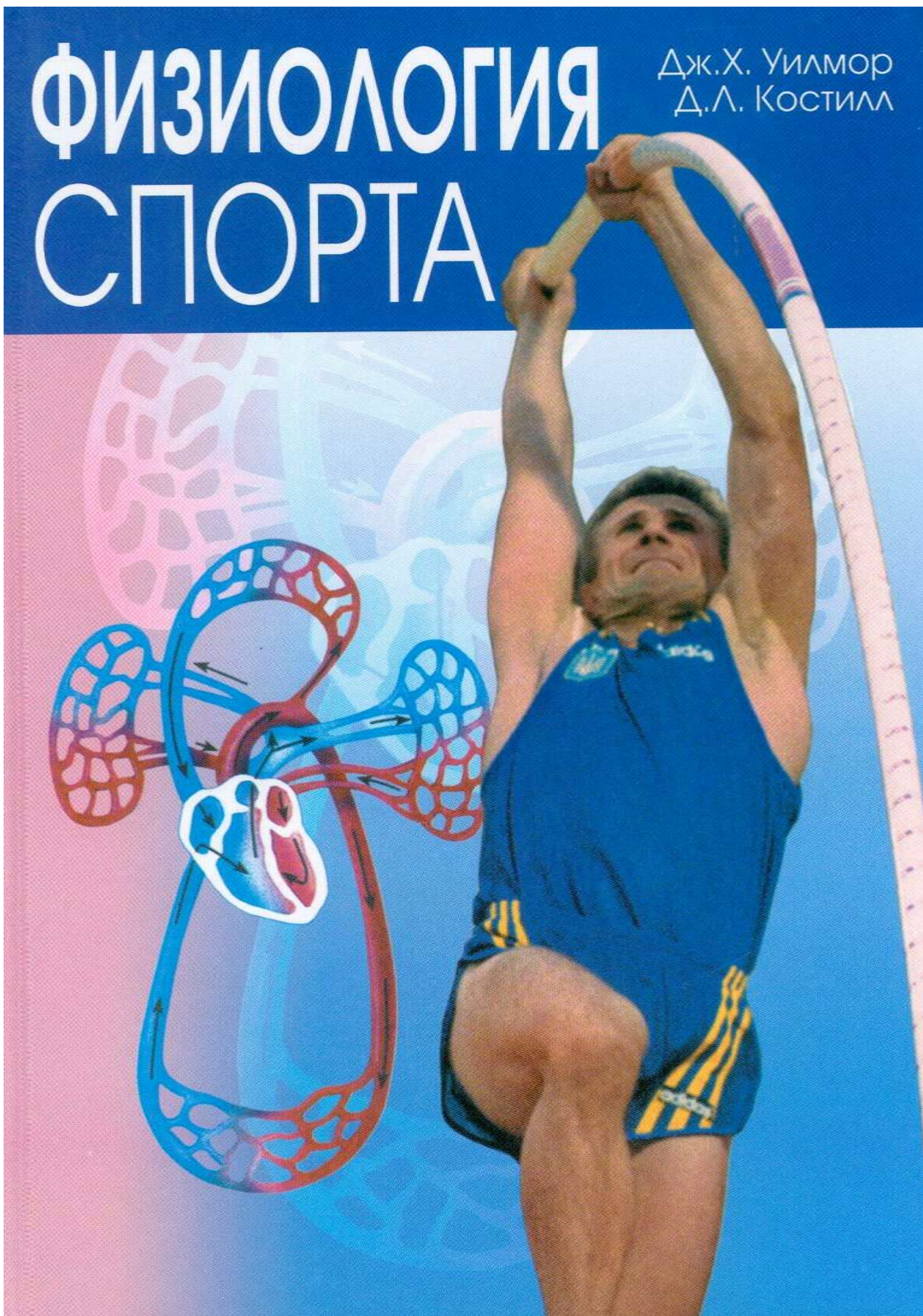


ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

Дж.Х. Уилмор
Д.Л. Костилл



Оптимизация спортивной **деятельности**

Часть V Оптимизация спортивной деятельности

<i>Глава 13. Объем тренировочных нагрузок.....</i>	<i>273</i>
Чрезмерные тренировочные нагрузки	274
Перетренированность	277
Сокращение интенсивности тренировки для достижения пика мышечной деятельности.....	282
Детренированность	283
Возобновление после периода бездеятельности (ретренировка)	288
<i>Глава 14. Средства, способствующие повышению работоспособности, и мышечная деятельность.....</i>	<i>292</i>
Поиски средств, способствующих повышению работоспособности	293
Фармакологические средства	295
Гормональные средства	305
Физиологические средства	310
<i>Глава 15. Питание и пищевая эргогеника</i>	<i>321</i>
Шесть классов питательных веществ	322
Баланс воды и электролитов	334
Рацион питания спортсмена	340
Функция желудочно-кишечного тракта во время физической нагрузки	343
Изготовление спортивных напитков	345

Глава 13

Объем тренировочных нагрузок

В непрекращающемся стремлении к достижению наивысших спортивных результатов многие спортсмены стараются больше тренироваться, считая, что чем больше тренируешься, тем лучше выступаешь. Для других окончание соревновательного сезона означает начало периода отдыха и прекращение тренировочных занятий. Такие спортсмены также уверены, что как только начнется сезон соревнований, они по-прежнему будут хорошо подготовлены. Травмированные спортсмены, залечивающие свои травмы, опасаются, что к тому времени, когда они снова смогут начать тренироваться, достигнутый предварительными тренировками уровень подготовленности снизится. Ни одно из приведенных убеждений нельзя считать полностью правильным. Спортсмен, который тренируется все больше и больше, в конце концов увидит, что его результаты не улучшаются, а наоборот, ухудшаются. Уровень подготовленности спортсмена, решившего отдохнуть от нагрузок, а также травмированного, несомненно, понизится, но они очень быстро смогут его восстановить.

В этой главе мы попытаемся определить оптимальный объем тренировочных нагрузок. Рассмотрим влияние как чрезмерного, так и недостаточного объемов тренировочных нагрузок, а также характер нагрузок, направленных на восстановление уровня физической подготовленности, утраченного вследствие временного их прекращения. Выясним, что не всегда количество переходит в качество, когда столкнемся с трудностями определения оптимального объема нагрузок для обеспечения максимального уровня мышечной деятельности.

Будучи студентом колледжа, Эрик ежедневно тренировался по 4 ч, проплывая до 8,5 миль (13,7 км) в день. Несмотря на все усилия, его результат на дистанции 200 ярдов (183 м) в плавании батерфляем оставался таким же, как в первый год занятий спортом. С результатом 2 мин 15 с у него было мало шансов участвовать в соревнованиях, поскольку многие из его товарищей по команде проплывали дистанцию за более короткое время. В 1985 г. тренер команды кардинально изменил программу занятий. Пловцы стали тренироваться только 2 ч в день, проплывая в среднем 2,8 — 3,0 мили (4,5 — 4,8 км) в день. Неожиданно результаты Эрика стали улучшаться. Через 3 мес. его результат снизился до 2 мин 10 с. В награду за достижение тренер включил Эрика в число участников чемпионата ассоциации колледжей, которому предшествовал 3-месячный период пониженного объема тренировок (спортсмены проплывали всего 1 милю в день). Пониженный объем тренировок позволил Эрику хорошо отдохнуть, и он сумел пробиться в финал чемпионата с результатом 2 мин 1 с. В финале он показал еще более высокий результат — 1 мин 57,7 с и занял третье место. Удивительный результат для спортсмена, который, "меньше" тренируясь, выступил намного лучше.

Повторяющиеся изо дня в день нагрузки можно рассматривать как положительные, поскольку увеличивается способность образования энергии, толерантность к физическим нагрузкам и физическая подготовленность. Основные физические изменения, обусловленные физической активностью, происходят в первые 6—10 недель. Величина адаптационных реакций, как правило, регулируется объемом тренировочных нагрузок, что дало повод многим тренерам и спортсменам считать, что лучшим становится спортсмен, выполняющий наибольший объем работы с максимальной интенсивностью. Вследствие этого количество и качество часто рассматривают как синонимы. Очень часто о тренировочных занятиях судят лишь по количеству израсходованных калорий. Такая точка зрения привела к появлению множества тренировочных программ, предъявляющих нереальные, чрезмерно завышенные требования к спортсменам.

Интенсивность адаптации человека к тренировочным нагрузкам ограничена и не может быть форсирована. К сожалению, на одну и ту же тренировочную нагрузку каждый человек реагирует по-своему, поэтому то, что может быть чрезмерно для одного, оказывается недостаточным для другого. В этой связи при планировании тренировочных программ очень важно учитывать индивидуальные различия

Интенсивность адаптации к тренировочным нагрузкам ограничена и ее нельзя форсировать. Чрезмерная активность вызывает незначительные улучшения, а в некоторых случаях может "разрушить" адаптационные процессы. Хотя объем работы, выполняемой на занятии, является важным стимулом физической подготовки, он может быть превышен, что приводит к появлению хронической усталости, заболеванию, синдрому перетренированности или ухудшению результатов. Наряду с этим достаточный отдых и снижение объема нагрузок может улучшить спортивные результаты. Вопрос определения наиболее оптимального объема нагрузок для достижения максимальной адаптации изучался не один год. Физиологи исследовали многочисленные тренировочные режимы нагрузок для определения как минимальных, так и максимальных стимулов, необходимых для улучшения деятельности сердечно-сосудистой и мышечной систем. Рассмотрим, как влияет объем нагрузок на мышечную деятельность, начав с изучения последствий превышения тренировочного объема.

ЧРЕЗМЕРНЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫЕ НАГРУЗКИ

Хорошо спланированные тренировочные программы основаны на принципе постепенного увеличения нагрузки. Согласно этому принципу, для достижения максимальных результатов тренировочный стимул должен постепенно увеличиваться по мере того, как организм адаптируется к текущему стимулу. Организм реагирует на тренировку адаптацией к тренировочной нагрузке. Если величина нагрузки остается постоянной, организм полностью адаптируется к этому уровню стимуляции и ему не потребуется дальнейшая адаптация. Единственный способ дальнейшего улучшения мышечной деятельности вследствие тренировочных нагрузок — постепенное увеличение тренировочного стимула или нагрузки.

Чрезмерная тренировка — это тренировка, объем или интенсивность (или и то, и другое) которой слишком быстро повышаются без должной постепенности. Такая нагрузка не способствует улучшению мышечной деятельности, а может привести к возникновению хронического состояния утомления, связанного с истощением запасов мышечного гликогена. Тем не менее многие тренеры и спортсмены полагают, что именно тренировочные нагрузки высокой интенсивности обеспечивают максимальное усиление мышечной деятельности. Идея, согласно которой короткие периоды работы высокой интенсивности вызывают суперкомпенсацию подготовки, используется во многих видах спорта. Например, многие пловцы тренируются по 4 — 6 ч в день, считая, что таким образом они ускоряют процесс адаптации *или настолько* повышают уровень подготовленности, насколько они его никогда не повысят в результате менее интенсивных тренировок. В следующих разделах мы рассмотрим пределы чрезмерных тренировок.

ОБЪЕМ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК

Большинство исследований чрезмерных нагрузок проводилось на пловцах, и большая часть данных, приводимых в последующих разделах, получена в этих исследованиях, что, однако, не означает, что эти сведения могут быть использованы только в процессе подготовки пловцов.

Объем тренировочного занятия можно повысить за счет увеличения как продолжительности, так и количества. Согласно результатам исследований, 3 — 4-часовая тренировка пловцов 5—6 раз в неделю не намного эффективнее, чем 1 — 1/2-часовая [6]. В действительности чрезмерные нагрузки ведут к значительному снижению мышечной силы и спринтерской деятельности.

В ряде исследований сравнивали влияние разовых и многократных занятий, проводимых в течение дня, на уровень тренированности и улучшение результатов [5, 20, 25]. Результаты не показали преимущества многократных занятий. Это иллюстрирует рис. 13.1, где приведены реакции двух групп пловцов. Первая группа тренировалась один раз в день, вторая — два раза в течение 6 недель 25-недельной тренировочной программы. В начале программы все пловцы тренировались один раз в день. С 5-й по 10-ю неделю пловцы второй группы стали тренироваться дважды в день. Затем они снова перешли на одноразовые занятия [5]. С началом тренировочных занятий ЧСС и уровень лактата крови значительно понизились. Изменение режима тренировки во второй группе не привело к каким-либо различиям в реакциях между пловцами двух групп. У пловцов, тренировавшихся два раза в день не были выявлены дополнительные улучшения каких-либо параметров по сравнению с пловцами, тренировавшимися один раз в день.

В большинстве исследований чрезмерных нагрузок главное внимание обращали не кратковременные влияния. Для изучения долговременных воздействий чрезмерных нагрузок сравнивали улучшение результатов у пловцов, тренировавшихся два раза в день и проплывавших более 10 000 м (10 936 ярдов), и у тренировавшихся один раз в день и проплывавших вдвое меньшую дистанцию (рис. 13.2). Изменения результатов на дистанции 100 ярдов (91 м) в плавании кролем на груди изучали в течение 4-летнего периода в обеих группах. У пловцов первой группы, проплывавших более 10 000 м в день, среднее улучшение результатов составило 0,8 % в год и оказалось идентичным наблюдавшемуся у пловцов второй группы, которые проплывали не более 5 000 м (5 468 ярдов) в день. Такие же результаты были получены и на других дистанциях в плавании кролем на груди — 200, 500 и 1 650 ярдов. Таким образом, у сильнейших пловцов, с большим объемом нагрузок (два занятия в день), и у менее талантливых спортсменов, которые тренировались меньше (одно занятие в день), улучшение результатов было почти одинаковым.

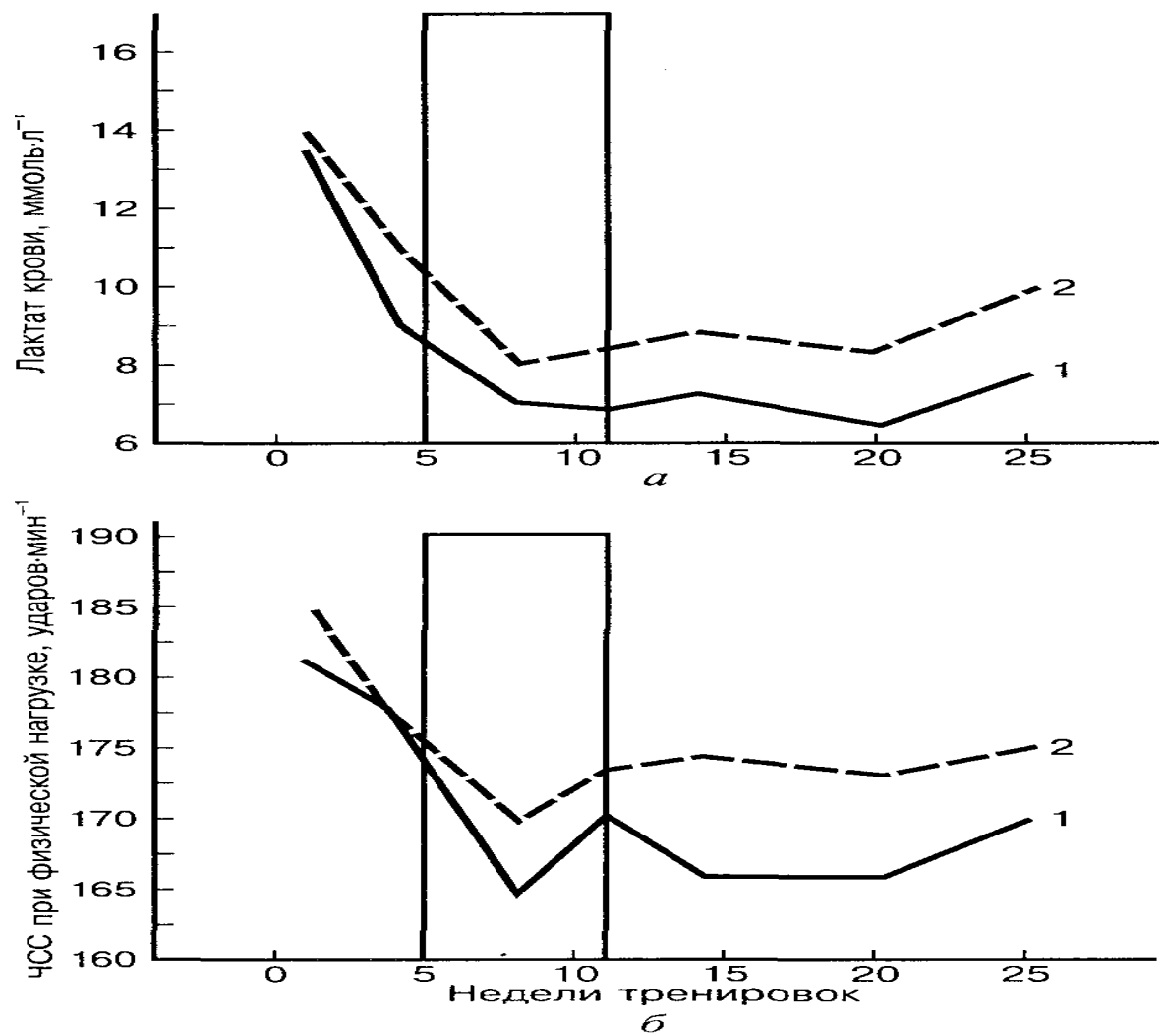


Рис. 13.1. Изменение содержания лактата крови (а) и ЧСС (б) во время стандартного заплыва на 366 м (400 ярдов) у пловцов, тренирующихся один раз в день (группа 1) и два раза в день (группа 2). Изменения отмечались в период с 5-й по 10-ю неделю тренировочных занятий

И, наконец, понятие специфичности тренировки предполагает, что несколько часов ежедневных нагрузок не обеспечивают адаптационные реакции у спортсменов, занимающихся видами спорта небольшой продолжительности. Большинство соревнований по плаванию длится менее 2 мин. Как может 3 — 4-часовая тренировка в день, проводимая со скоростью, значительно уступающей соревновательной, подготавливать спортсмена к проявлению максимальных усилий во время соревнования? Такой большой объем тренировки готовит спортсмена только выдерживать большие тренировочные нагрузки, практически не способствуя улучшению мышечной деятельности.

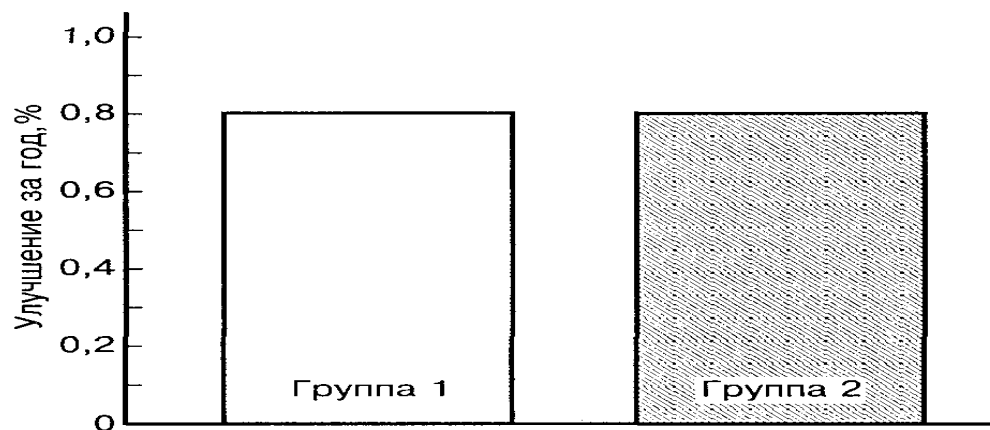


Рис. 13.2. Улучшение результатов в группе пловцов, проплывавших более 10 000 м в день и в группе пловцов, проплывавших около 5 000 м в день

ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРЕНИРОВКИ

Говоря об интенсивности тренировки, следует разграничивать силу мышечного действия и величину нагрузки на сердечно-сосудистую систему. В отношении мышечного действия интенсивность максимальна, например, когда мышцы производят максимальное усилие. Повторение подобных максимальных усилий в течение нескольких дней и недель приводит к увеличению мышечной силы, однако практически не способствует повышению выносливости сердечно-сосудистой системы: мышцы укрепляются, но их аэробная производительность остается прежней.

Многие исследователи подвергают сомнению необходимость продолжительных тренировочных нагрузок. В некоторых видах спорта объем нагрузки можно значительно сократить, в ряде видов спорта — практически наполовину, что абсолютно не скажется на уровне мышечной деятельности, но значительно сократит степень риска перетренированности спортсменов

С другой стороны, при снижении интенсивности мышечной силы и увеличении числа мышечных действий, например, при забегах или заплывах на спринтерские дистанции, стимулируются системы транспорта кислорода и энергии. Если силовая тренировка, включающая повторения максимальных мышечных действий, не способствует повышению аэробной производительности, то повторяющиеся нагрузки спринтерского типа продолжительностью 30 с повышают Vo_{2max} почти на 8 %. При снижении интенсивности увеличивается объем работы, которую может выдержать спортсмен. Если во время одного тренировочного занятия можно выполнить лишь несколько максимальных мышечных действий, то при уменьшении силы, образуемой мышцами ниже максимального показателя, можно произвести множество повторных действий. С практической точки зрения мы обычно связываем интенсивность усилия со способностью вырабатывать энергию или с процентным количеством Vo_{2max} человека. Если мышечная сила невелика, потребность в энергии также небольшая (10 — 20 % Vo_{2max}), поэтому ни сила, ни выносливость не возрастают. С увеличением интенсивности нагрузки аэробной системе предъявляются более повышенные требования, что стимулирует улучшение деятельности кислородтранспортной системы и усиление окислительного метаболизма. Исследования показывают, что для большинства спортсменов тренировочные интенсивности порядка 50 — 90 % Vo_{2max} — наиболее оптимальны для значительного повышения аэробной производительности. С увеличением интенсивности до уровней образования энергии, равных или превышающих Vo_{2max} , увеличивается сила, а степень улучшения аэробной производительности уменьшается. Хотя взаимосвязь интенсивности тренировки, с одной стороны, и увеличения силы и аэробной производительности — с другой, недостаточно точно определена, мы предполагаем, что она такова, как показано на рис. 13.3.

Не следует также забывать о значительной взаимосвязи интенсивности и объема физической нагрузки. Если интенсивность понижена, объем следует увеличить, чтобы произошли адаптационные процессы. Адаптационные реакции вследствие высокоинтенсивной тренировки небольшого объема значительно отличаются от адаптационных реакций, обусловленных нагрузками небольшой интенсивности и большого объема.

Попытки проведения высокоинтенсивных тренировочных занятий большого объема могут оказать отрицательное воздействие на адаптационные процессы. Энергетические потребности при нагрузках высокой интенсивности предъявляют повышенные требования к гликолитической системе и ведут к быстрому истощению запасов мышечного гликогена. Если такая тренировка проводится слишком часто, например, каждый день, происходит хроническое истощение энергетических резервов мышц, и у человека могут появиться симптомы хронического утомления или перетренированности (более подробно речь об этом будет идти в следующем разделе).

Несмотря на некоторые преимущества изнурительных тренировочных нагрузок психологического характера, следует учитывать также ряд отрицательных факторов [19]. Ежедневные 3 — 4-часовые тренировочные занятия могут привести к превышению порога психологической и физической толерантности у некоторых спортсменов, имеющих потенциал для достижения высокого уровня. Вследствие этого они могут просто уйти из спорта, так и не показав своих лучших результатов. Возникает вопрос: "Сколько хороших спортсменов мы потеряли из-за того, что они "сломались", прежде чем реализовать в полную меру свои возможности?"

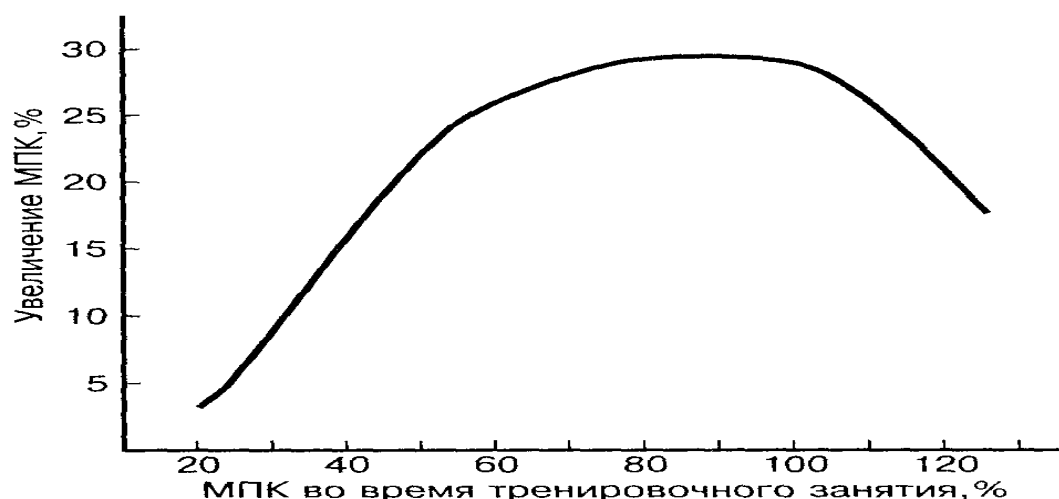


Рис. 13.3. Повышение МПК, обусловленное различной интенсивностью тренировочных занятий. Показатели прироста силы характеризуются подобной кривой при нанесении на график относительно интенсивности.

В ОБЗОРЕ...

1. Чрезмерная тренировка означает тренировочные нагрузки большого объема, интенсивности или их сочетания. Они не приводят к дополнительному повышению уровня подготовленности или результатов, а могут вызвать хроническое утомление и снижение результатов вследствие истощения запасов мышечного гликогена.

2. Увеличение объема нагрузки достигается за счет увеличения их продолжительности или частоты. Многочисленные исследования, в которых сравнивали влияние стандартных объемов нагрузок и повышенных в два раза (проведение тренировочных занятий один или два раза в день), не показали значительных различий в улучшении результатов.

3. Интенсивность тренировки определяет специальные адаптационные реакции на тренировочный стимул. Занятия небольшого объема высокой интенсивности проводятся в течение коротких отрезков времени и способствуют увеличению мышечной силы, аэробная производительность при этом не улучшается. Нагрузки большого объема низкой интенсивности, напротив, стимулируют системы транспорта кислорода и окислительного метаболизма и приводят к достаточно большому повышению аэробной производительности.

4. Тренировочные нагрузки интенсивностью 50 — 90 % Vo_{2max} обеспечивают заметное повышение аэробной производительности у большинства людей.

Немногие спортсмены тренируются недостаточно, большинство же, к сожалению, перетренировываются, ошибочно считая, что чем больше они будут тренироваться, тем большего достигнут. Нельзя не подчеркнуть важность планирования тренировочных программ, которые предусматривали бы достаточный отдых и изменение интенсивности и объема нагрузок, чтобы не допустить перетренированности

ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТЬ

Многие спортсмены буквально помешаны на тренировках. Они пытаются выполнить большой объем работы, чем могут выдержать физически. Это называется перетренированностью. Когда это происходит, чрезмерные тренировочные нагрузки могут превысить способность организма восстанавливаться и адаптироваться, что приводит к преобладанию катаболизма (разрушения) над анаболизмом (созиданием).

Спортсмены испытывают различную степень утомления в повторяющиеся дни и недели занятий, поэтому не каждый случай можно считать перетренированностью. Утомление вследствие одного или нескольких тренировочных занятий, как правило, проходит после нескольких дней отдыха и потребления пищи, богатой

углеводами. Такое острое и быстро проходящее состояние усталости, как правило, обуславливается чрезмерной тренировкой. В отличие от этого перетренированность характеризуется резким снижением уровня мышечной деятельности, которое не проходит ни через несколько дней отдыха, ни в результате пищевых манипуляций.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ:

СИНДРОМ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ

Большинство симптомов, обусловленных перетренированностью, имеют собирательное название "синдром перетренированности". Он проявляется в виде снижения мышечной деятельности человека. К сожалению, эти симптомы очень индивидуальны, поэтому и самим спортсменам, и тренерам бывает очень трудно понять, что ухудшение результатов обусловлено перетренированностью. Первым проявлением синдрома перетренированности является ослабление мышечной деятельности. Спортсмен может не ощущать уменьшения мышечной силы, ухудшения координации и максимальной работоспособности. Другие симптомы синдрома перетренированности включают:

- ухудшение аппетита и снижение массы тела;
- болезненность мышц;
- простуду, аллергические реакции или и то, и другое;
- периодические приступы тошноты;
- нарушение сна;
- повышение ЧСС;

• повышение артериального давления. Основной причиной возникновения синдрома перетренированности очень часто является сочетание эмоциональных и физиологических факторов. Ганс Селье однажды заметил, что толерантность к стрессу у человека может нарушиться в результате как внезапного усиления чувства тревоги или страха, так и усиления физического дистресса [23]. Эмоциональные требования, обусловленные соревнованиями, стремление победить, боязнь неудачи, завышенные цели и т.п. могут быть источниками непереносимого эмоционального стресса. Ввиду этого состояние перетренированности очень часто сопровождается потерей желания соревноваться и тренироваться.

Симптомы синдрома перетренированности очень субъективны и индивидуальны. Наличие одного или нескольких симптомов должно насторожить тренера о возможной перетренированности спортсмена

Физиологические факторы, обуславливающие отрицательное влияние состояния перетренированности, изучены неполностью. Вместе с тем многие аномальные реакции, о которых сообщают ученые, позволяют предположить, что перетренированность связана с изменениями нервной, гормональной и иммунной систем. Хотя причинно-следственная взаимосвязь изменений в деятельности этих систем и симптомов перетренированности пока не установлена, тем не менее эти симптомы очень часто позволяют определить перетренированность спортсмена. Ниже мы рассмотрим некоторые изменения, связанные с перетренированностью, а также возможные причины возникновения этого синдрома.

Перетренированность вегетативной нервной системы

Результаты некоторых исследований указывают на то, что перетренированность связана с аномальными реакциями вегетативной нервной системы. Физиологические симптомы, "сопровождающие" снижение мышечной деятельности, очень часто отражают изменения в нервной или эндокринной системе, деятельность которых регулирует симпатическая или парасимпатическая нервная система. Перетренированность симпатической нервной системы может привести к:

- увеличению ЧСС в покое;
- повышению артериального давления;

- потере аппетита;
- понижению массы тела;
- расстройству сна;
- эмоциональной неустойчивости;
- повышению интенсивности основного метаболизма.

Результаты ряда других исследований указывают на доминирующую роль парасимпатической нервной системы в некоторых случаях перетренированности [16]. В этих случаях наблюдается такое же снижение мышечной деятельности, однако реакции значительно отличаются от тех, которые обусловлены перетренированностью симпатической нервной системы. Признаки перетренированности парасимпатической нервной системы включают:

- быстрое возникновение утомления;
- замедленную ЧСС в покое;
- быстрое восстановление ЧСС после физической нагрузки;
- снижение артериального давления в покое. Некоторые симптомы, связанные с перетренированностью вегетативной нервной системы, наблюдаются у непетренированных людей. Именно поэтому мы не можем утверждать, что наличие данных симптомов свидетельствует о перетренированности.

Наиболее часто наблюдаются симптомы перетренированности симпатической нервной системы. Нильсон и соавт. выдвинули предположение, что молодые спортсмены более подвержены появлению симптомов перетренированности симпатической нервной системы, тогда как у более старших чаще всего проявляются симптомы перетренированности парасимпатической нервной системы [21].

Гормональные реакции на перетренированность

Измерение уровней содержания различных гормонов в крови в периоды интенсивной тренировки позволяет предположить, что чрезмерный стресс сопровождается очевидным нарушением функции эндокринной системы. Как видно из рис. 13.4, когда спортсмены в полтора-два раза повышают интенсивность выполнения упражнения, уровни тироксина и тестостерона в крови обычно понижаются, в то время как содержание кортизола увеличивается [14, 15]. Предполагают, что отношение количества тестостерона к количеству кортизола регулирует анаболические процессы во время восстановления, поэтому, по мнению некоторых ученых, изменение этого соотношения можно считать важным показателем, а возможно, и причиной возникновения синдрома перетренированности [16]. Пониженная концентрация тестостерона в сочетании с повышенным уровнем кортизола может в клетках усилить катаболизм белков скорее, чем анаболизм. У перетренированных спортсменов, как правило, повышено содержание мочевины в крови, а поскольку она образуется вследствие расщепления белков, очевидно, что катаболизм белков усиливается. Предполагают, что этот же механизм обуславливает снижение массы тела, наблюдающееся у перетренированных спортсменов.

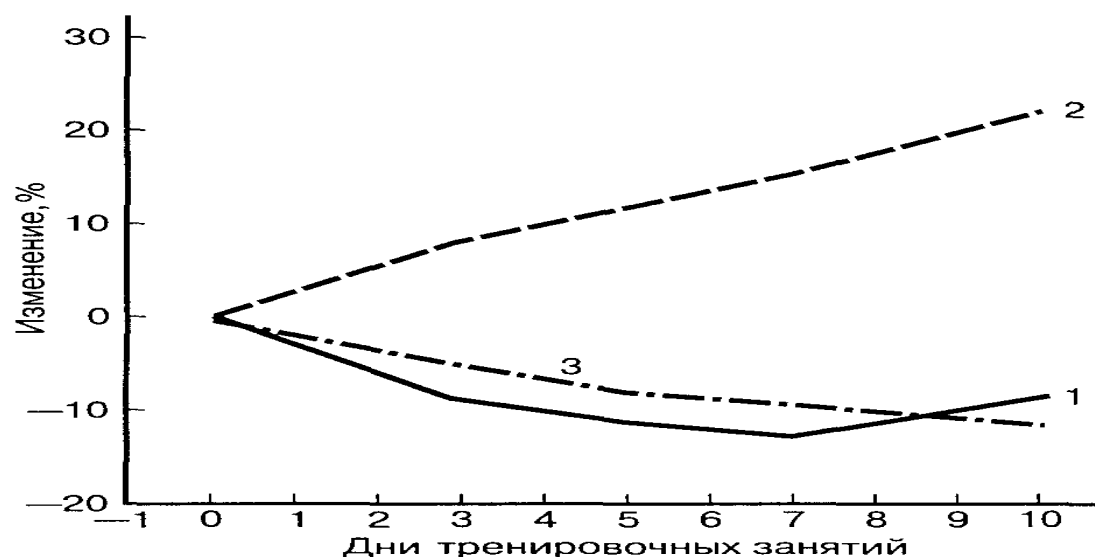


Рис. 13.4. Изменение содержания в крови тироксина, тестостерона и кортизола при повышенном объеме тренировочных занятий: 1 — тестостерон; 2 — кортизол; 3 — тироксин

В периоды интенсивной тренировки содержание адреналина и норадреналина в крови в покое повышено [14]. Эти два гормона могут увеличивать ЧСС и артериальное давление. Некоторые исследователи предлагают измерять содержание этих гормонов в крови, чтобы подтвердить состояние перетренированности. К сожалению, процесс определения количества этих гормонов весьма сложен, дорогостоящ и требует довольно много времени, поэтому его нельзя широко использовать.

Изнурительная тренировка очень часто приводит почти к таким же изменениям в деятельности эндокринной системы, какие наблюдаются у перетренированных спортсменов. Поэтому измерение уровней этих и других гормонов нельзя считать надежным подтверждением состояния перетренированности. Аномальные уровни гормонов могут быть обусловлены изнурительной тренировкой. Таким образом, изменения функции эндокринной системы могут отражать лишь тренировочные нагрузки, а не нарушение адаптационного процесса.

Иммунитет и перетренированность

Иммунная система организма представляет собой своего рода "линию защиты" от проникающих бактерий, вирусов, паразитов и опухолевых клеток. Эта система зависит от действия специализированных клеток (лимфоцитов, гранулоцитов и макрофагов) и антител. Главная их задача — устранение или нейтрализация вторгающихся организмов, которые могут вызвать заболевание (патогенных микроорганизмов). К сожалению, одним из наиболее серьезных последствий перетренированности является ее отрицательное влияние на иммунную систему.

Результаты последних исследований подтверждают, что чрезмерные тренировочные нагрузки подавляют нормальную функцию иммунной системы, повышая восприимчивость организма перетренированного спортсмена к инфекционным заболеваниям [17, 18]. Результаты многочисленных исследований показывают, что кратковременные периоды интенсивных нагрузок на некоторое время нарушают реактивность иммунной системы, а проведение изнурительной тренировки в последующие дни ведет к ее подавлению [1]. Некоторые ученые приводили случаи возникновения заболеваний после однократных изнурительных нагрузок. Подобное подавление функции иммунной системы характеризуется аномально низкими уровнями как лимфоцитов, так и антител. Именно при таких низких уровнях микроорганизмы, попадая в организм спортсмена, не подавляются и вызывают возникновение заболеваний. Таким образом, выполнение интенсивной физической нагрузки при заболевании еще больше снижает способность организма сопротивляться, что повышает риск возникновения серьезных осложнений.

Синдром перетренированности, по-видимому, связан со снижением функции иммунной системы. Это повышает риск инфекционных заболеваний у спортсменов

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИНДРОМА ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ

Мы не должны забывать, что причины возникновения синдрома перетренированности пока не выяснены;

очевидно, причиной его возникновения могут служить физические или эмоциональные перегрузки или их сочетание. Крайне трудно не превысить уровень толерантности спортсмена к стрессу, регулируя величину физиологических и психологических нагрузок во время тренировочных занятий. Большинство тренеров интуитивно определяют объем и интенсивность нагрузки, и лишь единицы способны точно определить степень влияния тренировочного занятия на спортсмена. Никакие предварительные симптомы не могут предупредить спортсменов, что они находятся на грани состояния перетренированности. Когда тренеры понимают, что чрезмерно нагружали спортсмена, уже поздно что-либо сделать. Нанесенный чрезмерными нагрузками ущерб можно устранить только уменьшением их объема или полным отдыхом в течение нескольких дней или даже недель.

Неоднократно предпринимались попытки объективно диагностировать синдром перетренированности на его начальных стадиях путем различных измерений физиологических параметров. К сожалению, ни одно из них не оказалось достаточно информативным. Очень часто трудно определить, отражает ли полученный показатель синдром перетренированности или просто нормальные реакции на интенсивные тренировочные нагрузки. В следующих разделах мы остановимся на некоторых изменениях физиологических параметров, которые рассматривают в качестве возможных средств для диагностики синдрома перетренированности.

Содержание ферментов в крови

Предпринимались относительно успешные попытки диагностировать возникновение синдрома перетренированности на основании измерений содержания ферментов в крови. Такие ферменты, как креатинфосфокиназа, лактатдегидрогеназа и глутамат-оксалоацетат-трансаминаза сыворотки играют важную роль в образовании энергии мышцами. Обычно эти ферменты находятся внутри клеток, поэтому их большое количество в крови указывает на то, что клеточные мембраны мышцы подверглись определенному разрушению, что позволило ферментам покинуть их. После периодов изнурительных нагрузок содержание этих ферментов в крови превышает нормальный уровень в 2—10 раз. Результаты недавних исследований подтверждают предположение, что эти изменения могут отражать различную степень разрушения мышечной ткани. Как отмечалось в главе 4, анализ ткани мышц ног марафонцев показал значительные повреждения мышечных волокон после тренировочных нагрузок и соревнований, причем начало и выраженность изменений в мышцах соответствовали степени болезненных ощущений в области мышц.

По мнению специалистов, повреждения мышц могут частично обуславливать локальные болевые ощущения и припухлости, наблюдаемые при болезненных ощущениях в области мышц. По-прежнему не получены веские доказательства связи этого состояния с синдромом перетренированности. Ученые считают, что повышение содержания ферментов в крови и повреждения мышечных волокон часто происходят при выполнении эксцентрических нагрузок, независимо от состояния тренированности. Вследствие этого, а также потому, что процесс измерения содержания ферментов в крови довольно сложен и дорогостоящ, нельзя считать содержание ферментов в крови показателем синдрома перетренированности.

Потребление кислорода

В состоянии перетренированности у спортсменов часто наблюдается снижение уровня мастерства, что, естественно, ухудшает мышечную деятельность. Поскольку движения спортсменов становятся менее производительными, возрастает потребление кислорода. Поэтому показатель потребления кислорода во время стандартной нагрузки часто используют в качестве контроля снижения уровня мастерства в состоянии перетренированности. На рис. 13.5 приведены показатели потребления кислорода у бегуна по пересеченной местности в начале сезона, когда он успешно выступал, и в конце сезона, когда у него появились признаки перетренированности. Как видно из рисунка, показатель субмаксимального потребления кислорода повысился на 10 %, когда у спортсмена появились признаки перетренированности. К сожалению, этот метод не представляет ценности для тренеров и спортсменов. Он довольно сложен и требует много времени.

Электрокардиограмма

В ряде исследований наблюдали аномальные электрокардиограммы (ЭКГ) в покое у спортсменов с признаками синдрома перетренированности. В частности, у спортсменов с резко снизившейся мышечной деятельностью очень часто наблюдали инверсию зубца Т. Вспомним из главы 8, что зубец Т отражает реполяризацию желудочков.

Следовательно, эти изменения в ЭКГ связаны с аномальной реполяризацией желудочков. Некоторые ученые считают, что такие изменения у спортсменов могут свидетельствовать о возникновении синдрома перетренированности. Однако многие спортсмены с очевидными симптомами синдрома перетренированности имеют нормальную ЭКГ, следовательно, не может быть и речи об использовании изменений ЭКГ в качестве показателя наступления синдрома перетренированности.

Частота сердечных сокращений

Достижения современной технологии позволяют тренеру следить за реакцией ЧСС спортсмена во время выполнения стандартной нагрузки. На рис. 13.6 показана реакция ЧСС спортсмена во время забега на 1 милю с заданной скоростью 6 мин (10 миль в час). Реакцию контролировали у нетренированного спортсмена после тренировки и в период перетренированности. Из рисунка видно, что в последнем случае ЧСС была выше. Подобные результаты наблюдали в исследовании, проводившемся на пловцах [5].

Лучшими индикаторами возникновения синдрома перетренированности, очевидно, являются реакции ЧСС, потребление кислорода и изменение уровней лактата крови на стандартную нагрузку. Точным показателем является также снижение мышечной деятельности

Преимущество этого метода состоит в том, что очень легко получить объективный показатель реакции сердечно-сосудистой системы на данную интенсивность работы. Следует отметить высокую степень корреляции показателей лактата крови (отражающих уровень подготовленности спортсмена), которые измеряли сразу после теста, с частотой сердечных сокращений. ЧСС регистрировать относительно легко (рис. 13.7) и это дает тренеру и спортсмену самую "свежую" информацию о состоянии спортсмена. Такой тест позволяет достаточно объективно контролировать тренировочный процесс и предвосхищать возникновение синдрома перетренированности [24].

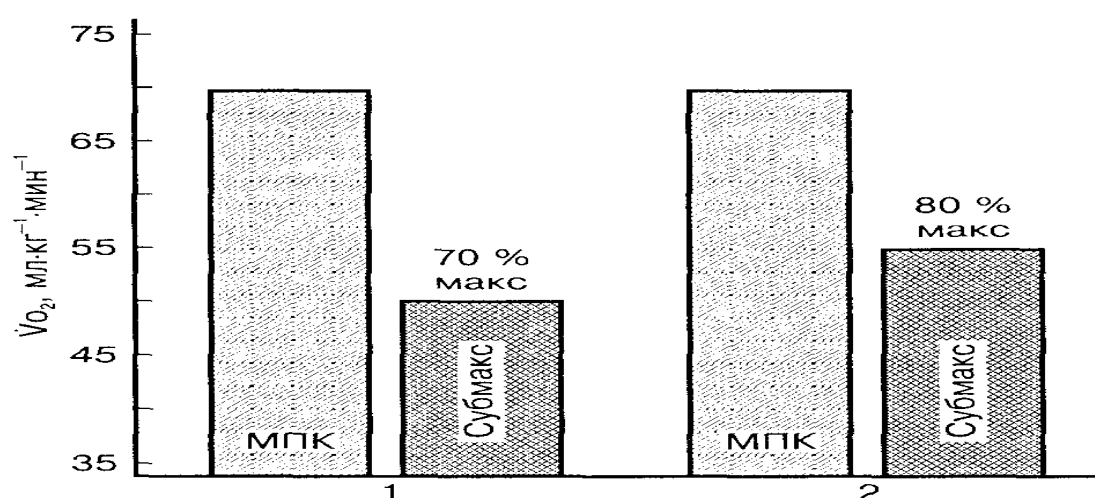


Рис. 13.5. Потребление кислорода и результаты на дистанции 10 км в беге по пересеченной местности в начале сезона (1), когда спортсмен хорошо выступал, и в конце сезона (2), когда у него наблюдались признаки перетренированности. Данные Костилла и соавт. (1986)

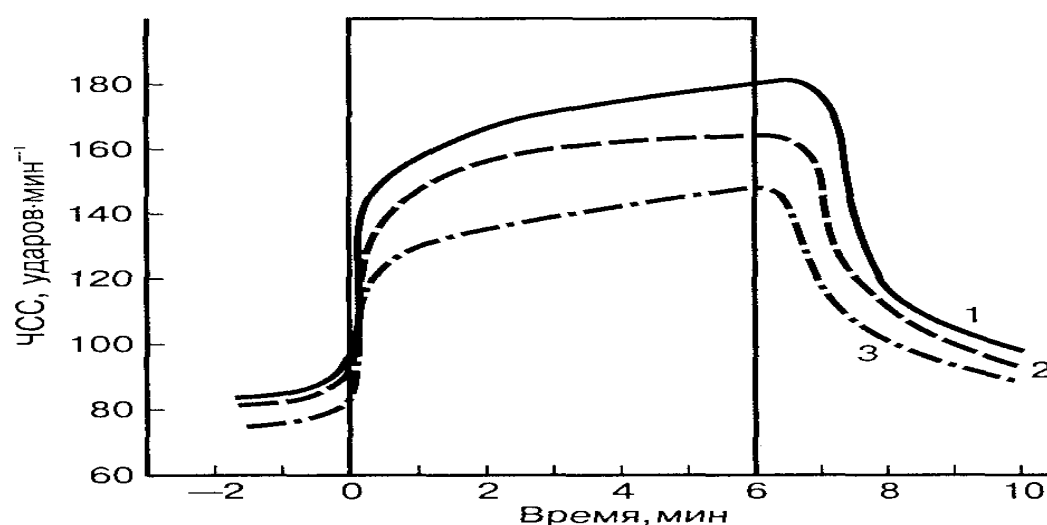


Рис. 13.6. Реакция ЧСС бегуна при беге на 1 милю на тредбане до тренировки (1), после тренировки (2) и с признаками перетренированности (3). Данные Костилла (1986).

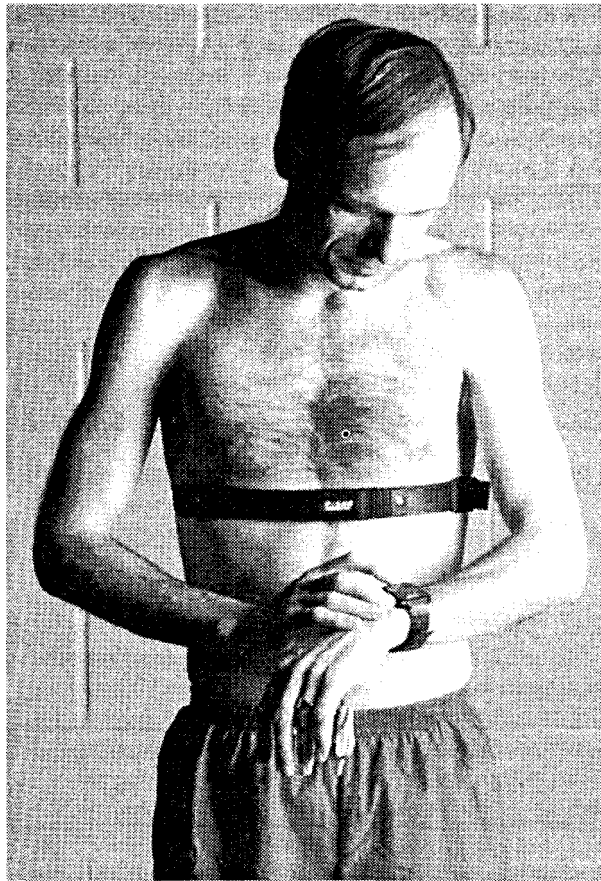


Рис. 13.7. Бегун с монитором ЧСС. Лента, закрепленная на груди, позволяет записывать и передавать электрические импульсы сердца на прибор, снабженный запоминающим устройством, которое находится на запястье. После забега запись воспроизводится и расшифровывается

ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ

Хотя причины ухудшения мышечной деятельности при синдроме перетренированности неясны, очевидно, что более мощными стрессорами являются интенсивность или скорость, а не объем тренировок. Восстановление после синдрома перетренированности возможно только вследствие значительного снижения интенсивности нагрузки или полного отдыха. Хотя многие тренеры рекомендуют проведение легких тренировочных занятий в течение нескольких дней, все же спортсмены быстрее восстанавливаются в результате полного отдыха в течение 3—5 дней или выполнения упражнений с низкой интенсивностью. В некоторых случаях спортсмену может понадобиться добрый совет, чтобы справиться с другими стрессами в жизни, которые также могут способствовать возникновению синдрома перетренированности.

Лучший способ свести к минимуму риск возникновения синдрома перетренированности — использование циклического метода тренировочных занятий, предполагающего чередование легких, средних и значительных нагрузок.

Несмотря на значительные индивидуальные различия в уровне толерантности, даже у сильнейших спортсменов могут быть периоды повышенной восприимчивости к синдрому перетренированности. Как правило, после 1 — 2 дней интенсивных нагрузок должен следовать такой же период более легких аэробных занятий. Точно так же изнурительные нагрузки в течение 1 — 2 недель должны сменить более легкие занятия (в течение недели) анаэробной направленности.

Спортсменам, занимающимся видами спорта, требующими проявления выносливости (пловцам, велосипедистам, бегунам) следует обращать особое внимание на потребление углеводов. Повторяющиеся изо дня в день изнурительные нагрузки постепенно снижают запасы мышечного гликогена. Если спортсмены не потребляют в эти периоды дополнительное количество углеводов, запасы гликогена в их мышцах и печени могут истощиться. Вследствие этого наиболее интенсивно используемые мышечные волокна не смогут образовывать энергию, необходимую для выполнения физических упражнений.

В ОБЗОРЕ...

1. Перетренированность представляет собой попытку выполнить больший объем работы, чем можно. Она

ведет к снижению мышечной деятельности.

2. Симптомы синдрома перетренированности весьма субъективны и многие из них подобны естественным реакциям организма на тренировку, поэтому возникновение синдрома перетренированности очень сложно предугадать или предотвратить.

3. Причинами возникновения синдрома перетренированности могут быть изменения функций отделов вегетативной нервной системы, подавление функций иммунной системы, изменения реакций эндокринной системы.

4. Симптомы, которые в принципе позволяют диагностировать состояние перетренированности, включают:

- увеличение содержания в крови ферментов, обычно находящихся внутри клеток;
- повышенное потребление кислорода при фиксированной интенсивности работы, когда уровень мышечной деятельности понизился;
- аномальные показания ЭКГ, в частности инверсия зубца Т;
- повышенные реакции ЧСС и лактата крови при фиксированной интенсивности работы;

только реакции ЧСС в какой-то мере можно считать надежным показателем перетренированности;

• лечение синдрома перетренированности осуществляется за счет значительного снижения интенсивности тренировки или полного отдыха. Профилактика возникновения синдрома перетренированности заключается в использовании циклического метода тренировки, предполагающего изменение их интенсивности, а для спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, — в потреблении адекватного количества углеводов для удовлетворения энергетических потребностей.

СОКРАЩЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕНИРОВКИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ПИКА МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Пик мышечной деятельности подразумевает максимальную физическую и психологическую толерантность к нагрузкам. Однако периоды интенсивной тренировки ведут к снижению мышечной силы и, следовательно, мышечной деятельности. Поэтому для достижения пика физической подготовленности многие спортсмены снижают интенсивность тренировки накануне главных соревнований, чтобы дать возможность телу и разуму восстановить силы после изнурительной интенсивной тренировки. Этот период, во время которого интенсивность тренировки снижается, должен быть достаточным для залечивания повреждений тканей вследствие интенсивных нагрузок, а также для полного восстановления энергетических резервов организма. Как показывают исследования, продолжительность такого периода у пловцов должна быть не менее 2 недель.

Наиболее примечательное изменение во время этого периода— заметное увеличение мышечной силы, что, по крайней мере частично, объясняет усиление мышечной деятельности. Неизвестно, является ли увеличение мышечной силы результатом изменений в сократительных механизмах мышц или следствием более эффективного вовлечения (рекрутирования) мышечных волокон. Отметим, что исследования отдельных мышечных волокон, взятых из руки пловца до и спустя 10 дней интенсивных нагрузок, показали значительное уменьшение максимальной скорости сокращения быстрых мышечных волокон [10]. Это отличие объясняют изменениями, происходящими в молекулах миозина. В этих случаях миозин в БС-волокнах становится подобным миозину в МС-волокнах. На основании этих данных мы можем предположить, что подобные изменения в мышечных волокнах ведут к снижению мощности, которое наблюдается у пловцов и бегунов во время продолжительных периодов интенсивных тренировочных занятий. Мы можем также предположить, что восстановление силы и мощности, которое происходит в этот период, может быть связано с изменением деятельности сократительных механизмов мышц.

Снижение интенсивности тренировки перед соревнованием имеет большое значение для достижения пика физической подготовленности. Тренировка в определенной степени наносит ущерб организму, поэтому снижение объема и интенсивности в сочетании с качественным отдыхом позволяет ему "отремонтировать" себя, а также восстановить энергетические резервы, которые потребуются во

время участия в соревновании

Метод снижения интенсивности тренировки накануне главных соревнований широко используется в различных видах спорта. Вместе с тем многие тренеры опасаются, что уменьшение интенсивности тренировки на протяжении довольно длительного периода времени накануне главного соревнования может привести к снижению уровня подготовленности и неудачному выступлению. Однако результаты многочисленных исследований показывают беспочвенность подобных опасений. Развитие оптимального МПК происходит вследствие значительных физических нагрузок, однако после того, как Vo_{2max} был достигнут, для сохранения его на самом высоком уровне требуется значительно меньший объем нагрузок. Вообще тренировочный уровень Vo_{2max} может сохраняться даже при снижении частоты занятий на $2/3$ [11].

У бегунов и пловцов, сокращающих объем тренировочных нагрузок на 60 % в течение 15 —21 дня, не наблюдается снижение Vo_{2max} и ухудшение мышечной деятельности, требующей проявления выносливости [4, 13]. Только в одном исследовании у пловцов были выявлены сниженные уровни лактата крови при стандартных заплывах после периода пониженной интенсивности тренировки. Однако важнее было то, что уровень мышечной деятельности у них в результате снижения интенсивности нагрузок повысился на 3,1 %, а сила и мощность рук увеличились соответственно на 17,7 и 24,6 %.

Период пониженной интенсивности тренировки благоприятнее влияет на пловцов, чем на бегунов на длинные дистанции [12]. У бегунов, сокративших за неделю дистанции с 81 до 24 км, Vo_{2max} , а также ЧСС при субмаксимальной нагрузке практически не изменились. Однако мощность ног у них увеличилась почти на 5 % (тест прыжка в высоту). К сожалению, практически нет данных о влиянии снижения интенсивности тренировки на мышечную деятельность спортсменов командных видов спорта, а также велосипедистов и марафонцев. Поэтому прежде чем давать рекомендации спортсменам, занимающимся этими видами спорта, необходимо проверить, какое влияние на мышечную деятельность окажет период пониженной интенсивности тренировочных занятий.

В ОБЗОРЕ...

1. Многие спортсмены сокращают интенсивность тренировки накануне соревнований, чтобы избежать снижения уровня силы, мощности и физической подготовленности, которое имеет место во время нагрузок высокой интенсивности. Это так называемый период сниженной интенсивности тренировки.

2. Во время этого периода значительно увеличивается мышечная сила.

3. Уменьшение интенсивности тренировки необходимо для сохранения достигнутого и не ведет к снижению уровня подготовленности.

ДЕТРЕНИРОВАННОСТЬ

Что делает отлично подготовленный спортсмен, который довел уровень физической подготовленности до пика, когда завершается сезон соревнований, а с ним и тренировочный процесс? Многие представители командных видов спорта "впадают в спячку". После ежедневных тренировочных занятий по 2 — 5ч, направленных на совершенствование своего мастерства и повышения уровня подготовленности, они с радостью воспринимают возможность полностью расслабиться и намеренно избегают любой тяжелой мышечной деятельности. Как же влияет такая физическая бездеятельность на хорошо подготовленных спортсменов?

Информация о физической детренированности, которой мы располагаем, представляет собой клинические наблюдения за физически бездеятельными пациентами вследствие травмы или операции. Спортсмены отмечают, что боль от полученной травмы весьма неприятна, но еще более неприятна ситуация, когда вы вынуждены прекратить тренироваться. Большинство спортсменов опасаются, что все то, чего они достигли в результате изнурительных тренировочных нагрузок исчезнет во время периода их вынужденного бездействия. Однако как показывают последние исследования, отдых в течение нескольких дней или уменьшенный объем нагрузок не только не понижает уровень мышечной деятельности, но даже может повысить его. В то же время в определенный момент уменьшение объема активности или полная бездеятельность могут привести к снижению физиологической функции и физической подготовленности.

В следующих разделах мы рассмотрим физиологические реакции на физическую бездеятельность. Остановимся, в частности, на аспектах, представляющих особый интерес для спортсменов:

- мышечная сила и мощность;
- мышечная выносливость;
- скорость, гибкость и подвижность;
- кардиореспираторная выносливость.

МЫШЕЧНАЯ СИЛА И МОЩНОСТЬ

При наложении гипса на поврежденную конечность в кости и окружающих ее тканях сразу же происходят изменения. Всего через несколько дней после наложения гипсовой повязки вокруг поврежденной конечности она оказывается неплотно прилегающей. Через несколько недель между повязкой и конечностью образуется достаточно большое пространство. Происходит значительное уменьшение размера скелетных мышц — атрофия — вследствие их бездеятельности. Это сопровождается значительным снижением уровня силы и мощности мышц. Полная бездеятельность вызывает очень быстрое их уменьшение, однако даже продолжительные периоды пониженной активности вызывают постепенные снижения, которые в конце концов могут оказаться довольно значительными.

Результаты исследований показывают, что при прекращении мышечной деятельности сила и мощность мышц уменьшаются. В первые месяцы степень снижения мышечной силы и мощности относительно небольшая. В одном исследовании через 4 недели после завершения 3-недельной программы силовой тренировки не было обнаружено снижения уровня мышечной силы [5]. В другом исследовании после прекращения нагрузок наблюдали 45 %-е снижение уровня, достигнутого в результате 12-недельной тренировочной программы; измерения проводили спустя год после прекращения занятий.

Исследование, в котором участвовали пловцы, учащиеся колледжей, показало, что даже 4-недельный период бездеятельности не повлиял на силу мышц рук и плечей. Следует отметить, что у этих пловцов не наблюдалось никаких изменений в показателях силы, независимо от того, отдыхали ли они все 4 недели или снизили частоту занятий до 1 — 3 раз в неделю. Что касается мощности плавания, то она за эти 4 недели уменьшилась на 8- 13,5 %.

Интересно, что методы измерения силы и мощности, использовавшиеся в этом исследовании, значительно отличались. Силу измеряли на суше, используя "плавательную скамью", тогда как мощность измеряли во время плавания "на привязи", что позволяло пловцу выполнять более естественные движения (плавание "на привязи" рассматривалось в главе 1).

Результаты этих измерений, приведенные на рис. 13.8, позволяют предположить, что менее специфичные для плавания измерения, проводившиеся на суше, недостаточно точно отражают степень снижения физической подготовленности пловцов. Хотя мышечная сила могла и не уменьшиться за 4-недельный период тренировочных занятий сокращенного объема, пловцы могли утратить способность прикладывать силу во время плавания, очевидно, вследствие снижения уровня мастерства. Как сказали бы тренеры по плаванию: "пловцы утратили "чувство" воды".

Физиологические механизмы, обуславливающие снижение мышечной силы вследствие иммобилизации или бездеятельности, не совсем понятны. Атрофия мышц приводит к заметному уменьшению в мышечной массе количества жидкости, что может частично объяснять пониженное максимальное развитие напряжения мышечными волокнами. Когда мышцы не используются, снижается частота их нервной стимуляции и нарушается нормальный процесс вовлечения в работу волокон. Таким образом, часть потерь в силе, связанная с бездеятельностью, может быть обусловлена неспособностью активировать некоторые мышечные волокна.

Как показывают исследования, после прекращения тренировочных нагрузок достигнутый уровень мышечной силы и мощности может сохраниться до 6 недель. Этот период можно значительно продлить, если тренироваться один раз в 10 — 14 дней. Несомненно, что для поддержания достигнутого уровня развития силы, мощности и размера мышц необходима их минимальная стимуляция.

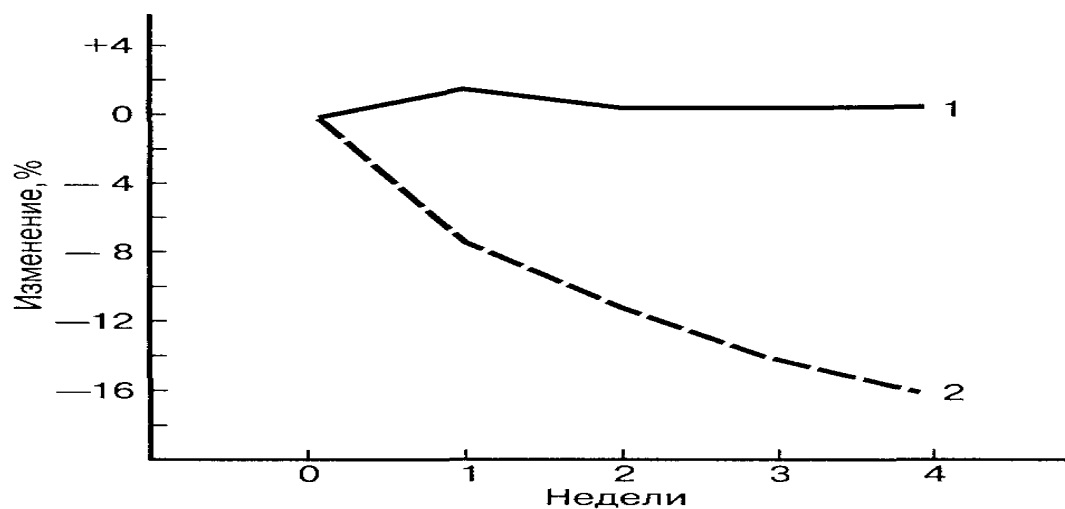


Рис. 13.8. Изменение силы мышц рук (1) и мощности плавания (2) в течение 4 недель без тренировочных занятий. Силу мышц рук определяли на “плавательной” скамье, мощность плавания — по результату в плавании “на привязи”

Это особенно важно для травмированных спортсменов, которые могут сэкономить много времени и усилий во время реабилитации, выполняя травмированной конечностью легкие упражнения. Начинать их можно в первые дни восстановления. Особенно эффективны для реабилитации простые изометрические упражнения, поскольку их интенсивность можно изменять и их выполнение не требует движения сустава. Планирование любой реабилитационной программы следует осуществлять вместе с лечащим врачом.

На первый взгляд, все изложенное как бы противоречит предыдущим наблюдениям, согласно которым периоды полной бездеятельности, например, вследствие иммобилизации конечности, ведут к значительному понижению мышечной силы, мощности и массы. Однако большинство спортсменов, прекративших или снизивших объем тренировочной активности, получают достаточную нагрузку при ходьбе, когда поднимаются по ступенькам или что-то поднимают, тянут и т.п., что позволяет им сохранить имеющийся уровень силы. Конечно, при иммобилизации не может быть и речи об активации, стимулирующей сократительные процессы. В этих условиях уровень силы и подвижности быстро снижается.

ИЗМЕНЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

Мышечная выносливость снижается только после двух недель бездеятельности. В настоящее время не совсем ясно, является ли это результатом изменений, происходящих в мышцах, или следствием изменения функции сердечно-сосудистой системы. Мы рассмотрим происходящие в мышцах изменения, которые сопровождают процесс детренировки и могут быть причиной снижения мышечной выносливости.

Локальные адаптационные реакции мышц на периоды бездеятельности хорошо изучены, однако их роль в снижении мышечной выносливости недостаточно ясна. Мы знаем, что через 1 — 2 недели после иммобилизации активность окислительных ферментов — сукцинатдегидрогеназы и цитохромоксидазы — снижается на 40 — 60 %. Данные, приведенные на рис. 13.9, показывают, что в периоды бездеятельности окислительный потенциал мышц снижается быстрее, чем МПК. Хотя пониженная активность окислительных ферментов и обуславливает, видимо, пониженную мышечную выносливость, этому процессу способствует что-то еще, поскольку Vo_{2max} также снижался бы наряду с уменьшением активности этих ферментов.

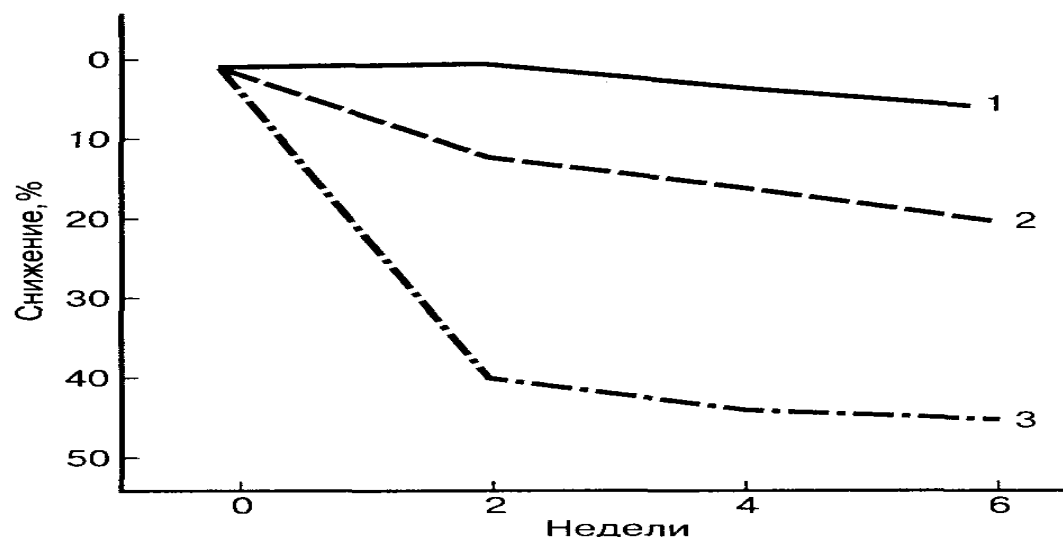


Рис. 13.9. Снижения МПК(1), активности сукцинат-дегидрогеназы (2) и цитохромоксидазы (3) в течение 6 недель отсутствия тренировочных занятий

С другой стороны, при прекращении тренировки активность гликолитических ферментов мышц — фосфорилазы и фосфофруктокиназы — практически не изменяется, по крайней мере, в течение 4 недель. В течение 84 дней бездеятельности Койл и соавт. не наблюдали изменения активности гликолитических ферментов, в то время как активность различных окислительных ферментов снизилась почти на 60 % [8]. Это означает, что в периоды бездеятельности способность мышц к анаэробной деятельности сохраняется дольше, чем их способность выполнять аэробную деятельность. Это хотя бы частично может объяснить тот факт, почему на результаты спринтерских дистанций не влияет период бездеятельности в течение месяца и более, в то время как уже после 2 недель бездеятельности результаты на длинных дистанциях заметно ухудшаются.

Отметим еще одно существенное изменение в мышцах, которое происходит во время бездеятельности. Это — изменение содержания гликогена. В мышцах спортсмена, занимающегося видами спорта, требующими проявления выносливости, количество гликогена увеличивается. Однако отсутствие тренировочных нагрузок в течение 4 недель приводит к снижению его концентрации на 40 % [3]. Как видно из рис. 13.10, у нетренированных испытуемых количество гликогена в мышцах после 4-недельного периода бездеятельности не изменилось, в то время как у пловцов оно снизилось почти до показателей нетренированных испытуемых. Это свидетельствует об обратимости процесса повышения способности накапливать гликоген у тренированных пловцов.

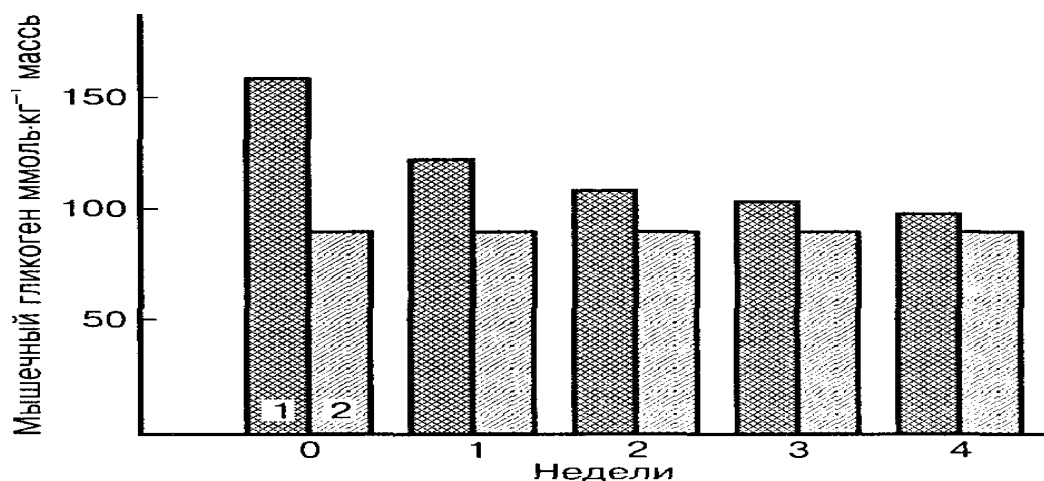


Рис. 13.10. Изменение содержания гликогена в дельтовидной мышце пловцов (1) в течение 4 недель отсутствия тренировочных занятий. Обратите внимание на то, что содержание мышечного гликогена почти достигло уровня, характерного для нетренированных людей (2) к концу данного периода

Измерение лактата крови и рН после стандартных нагрузок использовали для оценки физиологических изменений, происходящих в процессе тренировки и detrенировки. Например, группа пловцов, учащихся колледжей, выполняла заплыв на 200 ярдов (183 м) со стандартной скоростью при 90 % лучшего в сезоне показателя после 5 мес. тренировок и затем повторяла этот тест раз в неделю после 4-недельного периода бездеятельности (табл. 13.1). Содержание лактата, которое определяли сразу после выполнения стандартного

заплыва, весьма незначительно изменилось в первые недели бездеятельности. Однако к концу 4-й недели показатель кислотно-щелочного равновесия значительно нарушился. Это отражало значительное уменьшение количества бикарбоната (буфера). Приведенные результаты подтверждают теорию, согласно которой окислительная и анаэробная энергетические системы мышц изменяются достаточно медленно и отдых в течение нескольких дней, по-видимому, на них не влияет. Только в периоды полной бездеятельности (иммобилизации) происходящие в них изменения могут отрицательно повлиять на уровень физической подготовленности в первые 1 — 2 недели.

Таблица 13.1. Содержание лактата крови, бикарбоната (НСО₃-) и рН после заплыва со стандартной скоростью на 200 ярдов (кроль на груди) у восьми пловцов, учащихся колледжей, в процессе детренировки

Показатель	Период детренировки, недели*			
	0	1	2	4
Лактат, ммоль·л ⁻¹	4,2	6,3	6,8	9,7**
рН	7,259	7,237	7,236	7,183**
Бикарбонат, ммоль·л ⁻¹	21,1	19,5**	16,1**	16,3**
Время (результат), с	130,6	130,1	130,5	130,0

* 0 — измерения, проведенные в конце 5-месячной тренировки; 1, 2 и 4 — результаты, полученные спустя соответственно 1, 2 и 4 недель детренировки.
 ** Существенное отличие от показателя, полученного в конце периода тренировки или недели 0.

Кратковременные периоды бездеятельности обычно не изменяют состав мышечных волокон. Однако известны случаи значительного нарушения соотношения МС- и БС-волокон, выразившегося в увеличении количества последних. Такое изменение наблюдали у спортсменов при иммобилизации конечностей после операции. Однако на основании этих данных мы не можем сделать вывод о влиянии детренировки на состав мышечных волокон.

В качестве возможной причины снижения мышечной выносливости предполагали структурные изменения в мышечном кровотоке. Некоторые исследователи считают, что вследствие детренировки может уменьшаться капиллярное кровоснабжение мышц. Это, в свою очередь, отрицательно влияет на транспорт кислорода к мышцам, в результате чего снижаются их окислительные возможности. Однако приводимые доказательства весьма не убедительны.

СНИЖЕНИЕ СКОРОСТИ, ПОДВИЖНОСТИ И ГИБКОСТИ

Тренировочные нагрузки в меньшей степени развивают скорость и подвижность, чем силу, мощность, мышечную выносливость, гибкость и выносливость сердечно-сосудистой системы. Следовательно, снижение и скорости, и подвижности в результате бездеятельности меньше. Кроме того, пиковые уровни скорости и подвижности можно поддерживать с помощью весьма ограниченного объема тренировок. Это, однако, не означает, что бегун-спринтер может тренироваться всего несколько раз в неделю. Успех в соревновании, помимо скорости и подвижности, зависит от множества других факторов — правильного стиля бега, уровня мастерства, способности бурно финишировать. Много времени уходит на достижение оптимального уровня мышечной деятельности, и большая его часть идет на развитие не скорости и подвижности, а других качеств.

Наряду с этим уровень гибкости значительно быстрее снижается в периоды бездеятельности, поэтому гибкость следует развивать на протяжении всего года. Упражнения на растягивание должны включаться в программу подготовки спортсменов к сезону, а также в программу тренировок в течение сезона. Вместе с тем многие спортсмены после окончания сезона соревнований не обращают внимания на развитие гибкости, поскольку ее уровень довольно легко восстановить. Хотя это и так, целесообразно поддерживать высокий уровень гибкости круглый год. Снижение уровня гибкости повышает вероятность получения травмы.

ИЗМЕНЕНИЯ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

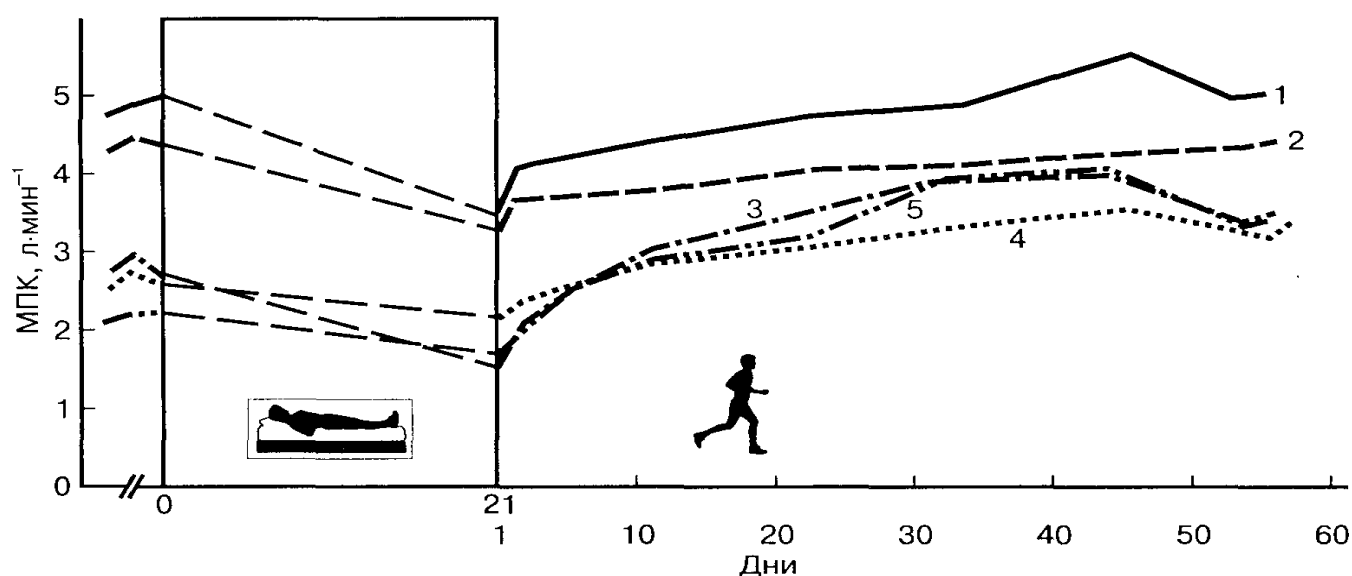
Сердце подобно другим мышцам тела укрепляется в результате тренировки, направленной на развитие выносливости. Бездеятельность значительно ухудшает работу сердца и всей сердечно-сосудистой системы.

Наиболее удручающими примерами этого могут служить результаты исследований, проводимых на испытуемых, прикованных к постели в течение длительного времени. Уровень их двигательной активности сведен к минимуму [22]. Функцию сердечно-сосудистой системы анализировали у этих испытуемых при выполнении работы с постоянной интенсивностью до и после 21 дня пребывания в постели. Полная бездеятельность в течение 21 дня привела к следующим изменениям: значительно повысилась субмаксимальная ЧСС; субмаксимальный систолический объем и максимальный сердечный выброс снизились на 25 %; МПК уменьшился на 27 %.

Снижение показателей сердечного выброса и Vo_{2max} , очевидно, было вызвано пониженным систолическим объемом, обусловленным, видимо, уменьшением общего объема циркулирующей крови, пониженным сердечным выбросом, уменьшенным объемом плазмы, а также пониженной сократительной способностью желудочков сердца.

Рис. 13.11

Изменение МПК вследствие 20-дневного постельного режима. Данные Салтена и соавт. (1968)



Интересно, что наибольшее снижение Vo_{2max} было выявлено у двух наиболее хорошо подготовленных испытуемых (имевших наиболее высокие показатели Vo_{2max} из пяти участвовавших (рис. 13.11). Более того, менее подготовленные (нетренированные) испытуемые восстановили свои исходные уровни подготовленности (до того, как оказались прикованными к постели) в первые 10 дней реабилитационного периода, тогда как хорошо подготовленным спортсменам для полного восстановления потребовалось около 40 дней. Из этого следует, что более подготовленным спортсменам нельзя обходиться без тренировочных нагрузок, направленных на развитие выносливости длительное время. Спортсмену, который после завершения сезона соревнований полностью прекращает тренироваться, будет довольно трудно восстановить свою спортивную форму к началу нового сезона.

Результаты недавних исследований показывают, что нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы после нескольких недель детренировки, главным образом обусловлено уменьшением объема циркулирующей крови, вследствие чего снижается систолический объем сердца [7]. 2—4 недели пониженной двигательной активности после многих месяцев тренировочных занятий уменьшают у велосипедистов и бегунов объем циркулирующей крови на 9 %, а систолический объем и объем плазмы — на 12 %. Вследствие этого Vo_{2max} снижается на 5,9 %. После периода бездеятельности испытуемым ввели раствор декстрана (сахара), чтобы объем крови превысил уровень, характерный для их тренированного состояния. Как видно из табл. 13.2, это улучшило функцию сердечно-сосудистой системы и повысило Vo_{2max} , однако не повлияло на мышечную деятельность, требующую проявления выносливости.

В исследованиях также отмечали изменения в мышечной деятельности, требующей проявления выносливости у испытуемых в периоды бездеятельности. Снижение кардиореспираторной выносливости было намного значительнее уменьшения показателей силы, мощности и мышечной выносливости после таких же периодов бездеятельности. Дринкуотер и Хорват наблюдали за семью спортсменами в конце сезона и через 3 мес после формального завершения тренировочного процесса [9]. В течение этого периода спортсменки занимались обычной для их возрастной группы мышечной деятельностью, включая изучение вопросов физического воспитания. К концу 3-го месяца Vo_{2max} у испытуемых снизилась в среднем на 15,5 %. Новые уровни Vo_{2max} у испытуемых были близки к таковым нетренированных такого же возраста.

Таким образом, физическая бездеятельность приводит к значительному уменьшению Vo_{2max} . Какой уровень двигательной активности достаточен, чтобы не допустить снижения спортивной формы? Как показывают результаты исследований, тренировочные занятия три раза в неделю позволяют сохранить уровень физической подготовленности, дальнейшее сокращение количества занятий приводит к значительному снижению этого уровня. В исследовании, проведенном Бринтесоном и Синнингом, проверялась эта точка зрения [2]. В начале испытуемые тренировались 5 раз в неделю в течение 5 недель для достижения начальных тренировочных уровней. После этого их разделили на 4 группы в зависимости от количества проводимых в неделю занятий (1, 2, 3 и 4 раза в неделю), чтобы определить их минимальное количество, позволяющее поддержать достигнутый тренировочный уровень. Ученые установили, что только испытуемые, тренировавшиеся не менее 3 раз в неделю, могли сохранить уровни сердечно-сосудистой выносливости; у тех же, кто тренировался 1 — 2 раза в неделю, уровень подготовленности значительно снижался.

Таблица 13.2

Влияние детренированности на увеличение объема крови

Исследуемый показатель	Обычный объем крови		Повышенный объем крови в состоянии детренированности
	Состояние тренированности	Состояние детренированности	
Объем циркулирующей крови, мл	5,177	4,692	5,412
Систолический объем крови*, мл	166	146**	164
$V_{O_{2max}}$, л·мин ⁻¹	4,42	4,16**	4,28
Продолжительность нагрузки до изнеможения, мин	9,13	8,44	8,06***
<p>*Систолический объем крови при субмаксимальной нагрузке. **Значительное отличие показателей в состоянии тренированности (обычный объем крови) и детренированности (повышенный объем крови). ***Значительное отличие от показателя в состоянии тренированности (обычный объем крови). По Койль (1986).</p>			

При прекращении тренировочных нагрузок организм очень быстро теряет все, что было достигнуто тяжелым трудом. Для предотвращения подобных потерь необходимо поддерживать какой-то минимальный уровень физической активности. Исследования показывают, что для сохранения уровня аэробной подготовленности необходимо тренироваться не менее 3 раз в неделю с интенсивностью не менее 70 % МПК

Хотя сокращение частоты и продолжительности тренировки ведет к уменьшению аэробной производительности, значительное снижение наблюдается лишь при сокращении продолжительности и частоты на 2/3 обычного уровня. Отметим, что интенсивность тренировки, несомненно, играет более важную роль в сохранении уровня аэробной производительности при сокращении ее объема. Согласно данным Хиксона и соавт., интенсивность тренировки не менее 70 % Vo_{2max} вполне достаточна, чтобы сохранить достигнутое увеличение Vo_{2max} [11]. У испытуемых, тренировавшихся в течение 10 недель, снижение интенсивности

тренировки на 1/3 в течение 15 недель привело к значительному снижению Vo_{2max} , долгосрочной выносливости (при 80 % Vo_{2max} до изнеможения) и размера сердца. Вместе с тем такое снижение интенсивности тренировки не повлияло на краткосрочную (4—8 мин) выносливость и состав тела.

На основании этих и других исследований можно сделать вывод, что прекращение тренировки, направленной на развитие выносливости, приводит к быстрому уменьшению кардиореспираторной выносливости. Хотя наиболее значительное снижение наблюдается в результате вынужденного пребывания в постели вследствие полученных травм, даже при пониженном уровне физической активности, а также при проведении тренировочных нагрузок, направленных на развитие выносливости, только 1 — 2 раза в неделю, кардиореспираторная выносливость снижается. Поэтому после окончания сезона соревнований спортсмены должны поддерживать достигнутый уровень выносливости, поскольку для его восстановления требуется достаточно много времени. Травмированным спортсменам рекомендуется при первой же возможности начинать выполнять облегченные упражнения для развития выносливости, чтобы свести к минимуму неизбежное уменьшение кардиореспираторной выносливости.

В ОБЗОРЕ...

1. Детренированность развивается вследствие прекращения регулярной тренировки. Влияние прекращения тренировки относительно невелико по сравнению с тем, которое наблюдается вследствие иммобилизации. Чем больше достигнуто вследствие тренировки, тем больше теряется во время детренированности.

2. Детренированность вызывает атрофию мышц, сопровождающуюся понижением мышечной силы и мощности. Однако минимальная стимуляция мышц позволяет предотвратить снижение силы и мощности в периоды пониженной физической активности.

3. Мышечная выносливость снижается только после 2 недель бездеятельности. Возможные причины этого процесса:

- пониженная активность окислительных ферментов;
- уменьшенное количество мышечного гликогена;
- нарушение кислотно-щелочного равновесия;
- ухудшение кровоснабжения мышц.

4. Под влиянием бездеятельности скорость и подвижность в отличие от гибкости снижаются незначительно. Во избежание получения травм спортсменам рекомендуется выполнять упражнения для развития гибкости круглый год.

5. Детренированность приводит к значительному снижению кардиореспираторной выносливости, уменьшению мышечной силы, мощности и выносливости менее значительно.

6. Для поддержания достигнутого уровня кардиореспираторной выносливости следует проводить занятия не менее 3 раз в неделю с интенсивностью не менее 70 % обычной.

ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕ ПЕРИОДА БЕЗДЕЯТЕЛЬНОСТИ (РЕТРЕНИРОВКА)

На процесс восстановления формы после периода бездеятельности (ретренировка) влияют уровень подготовленности спортсмена и продолжительность периода бездеятельности. Как отмечалось выше, наибольшие "потери" вследствие бездеятельности несут наиболее подготовленные спортсмены. Поэтому у них уходит больше времени на то, чтобы восстановить свои высокие уровни подготовленности.

Две-три недели физической бездеятельности приводят к следующим изменениям у хорошо подготовленных спортсменов:

понижению активности окислительных ферментов мышц на 13 — 24 %;

снижению результатов на 25 %;

снижению уровня Vo_{2max} на 4 %.

После 15 дней ретренировки только Vo_{2max} возвращается к исходному уровню. Активность окислительных ферментов не повышается и хотя результаты немного улучшаются, они по-прежнему остаются на 9 % ниже уровня, характерного для состояния тренированности. Даже кратковременные периоды бездеятельности существенно изменяют работу физиологических систем хорошо подготовленных спортсменов и для восстановления уровня подготовленности им требуется значительно больше времени.

Как уже указывалось, при иммобилизации путем наложения гипсовой повязки на несколько дней или недель значительно снижаются сила, мощность и выносливость мышц. После снятия повязки большинство людей не могут сразу же приступить к активной мышечной деятельности, поскольку подвижность суставов значительно уменьшилась. Восстановление адекватной амплитуды движений суставов — относительно длительный процесс, очень часто для полного восстановления требуется несколько месяцев.

Для ускорения процесса восстановления функции мышц после иммобилизации предлагают ряд методов. Например, если пациентам после хирургического восстановления крестообразных связок накладывали гипсовую повязку, позволяющую выполнять некоторые движения (амплитуда 20 — 60°), полное восстановление амплитуды движений коленного сустава наступало через 4 недели ретренировок. Если же накладывалась повязка, не позволяющая выполнять какие-либо движения, полное восстановление наступало только через 16 недель. Наложение гипсовой повязки, позволяющей выполнять некоторые движения, приводило к минимальному сокращению площади поперечного сечения мышечных волокон и не вызывало понижения активности окислительных ферментов.

В других исследованиях были выявлены эффективные способы ограничения снижения аэробных возможностей мышц после иммобилизации с наложением гипсовой повязки. По сравнению с одной лишь силовой тренировкой ежедневная езда на велосипеде в течение 20 — 60 мин после снятия повязки приводит к более значительному повышению аэробных возможностей мышц, а также улучшает подвижность коленного сустава. Электростимуляция мышц иммобилизованной конечности предотвращает обычное снижение окислительных возможностей и может не допустить развитие атрофии волокон.

В ОБЗОРЕ...

1. Ретренировка представляет собой восстановление спортивной формы после периода физической бездеятельности. Она зависит от уровня подготовленности спортсмена, а также от продолжительности и степени физической бездеятельности.

2. Время, необходимое для восстановления функции после иммобилизации, существенно сокращается, если накладываемая гипсовая повязка дает возможность выполнять некоторые движения.

3. Электростимуляция мышц предотвращает обычное снижение окислительных возможностей мышц и может предотвратить атрофию мышечных волокон.

4. Чем раньше после периода иммобилизации или бездеятельности человек приступает к активной мышечной деятельности, тем быстрее восстанавливаются функции мышц.

В заключение...

В этой главе мы рассмотрели, как влияет количественная сторона тренировки на физическую подготовленность. Выяснили, что чрезмерный объем нагрузок (перетренированность) отрицательно влияет на мышечную деятельность. Рассмотрели также влияние недостаточного объема тренировки — детренировки — вследствие либо бездеятельности, либо иммобилизации после травм. Установили, что детренировка ведет к "потерям" достигнутого в результате регулярных нагрузок и что особенно быстро снижается выносливость сердечно-сосудистой системы. Затем кратко рассмотрели процесс возобновления тренировочных нагрузок после периода бездеятельности (ретренировка), во время которого спортсмены предпринимают попытки восстановить то, что было утрачено во время детренировки.

Развенчав миф о том, что увеличение объема тренировки всегда способствует повышению уровня физической подготовленности, что мы можем предложить спортсменам для оптимизации их мышечной деятельности? В следующей главе мы рассмотрим применение различных средств, способствующих

повышению работоспособности.

Контрольные вопросы

1. Что обуславливает перетренированность? Как определить перетренированность? Как устранить состояние перетренированности?
2. Какие физиологические изменения происходят во время периода сокращенной интенсивности тренировки для достижения пика физической подготовленности, обуславливающие улучшение результатов?
3. Как изменяются сила, мощность и мышечная выносливость во время периода детренировки?
4. Какие изменения происходят в мышцах в периоды бездеятельности? Во время иммобилизации (наложения гипсовой повязки)?
5. Как изменяются скорость, подвижность и гибкость вследствие физической бездеятельности?
6. Какие изменения претерпевает сердечно-сосудистая система при снижении уровня физической подготовленности?
7. В периоды сокращенного объема тренировочных нагрузок на какие факторы (частоту, интенсивность или продолжительность) следует обращать внимание, чтобы не допустить снижения уровня долговременной выносливости и аэробной производительности?
8. Как свести к минимуму отрицательные воздействия иммобилизации?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brahmī Z., Thomas -I.E., Park M., Dowdeswell I.R.G. (1985). The effect of acute exercise on natural killer cell activity of trained and sedentary subjects. *Journal of Clinical Immunology*, 5, 321.
2. Brynteson P., Sinning W.E. (1973). The effects of training frequencies on the retention of cardiovascular fitness. *Medicine and Science in Sports*, 5, 29 — 33.
3. Costill D.L., Fink W.J., Hargreaves M., King D.S., Thomas R., Fielding R. (1985). Metabolic characteristics of skeletal muscle during detraining from competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 339— 343.
4. Costill D.L., King D.S., Thomas R., Hargreaves M. (1985). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician & Sports Medicine*, 13 (2), 94 — 101.
5. Costill D.L., Maglischo E., Richardson A. (1991). *Handbook of sports medicine: Swimming*. London: Blackwell Publishing.
6. Costill D.L., Thomas R., Robergs R.A., Pascoe D.D., Lambert C.P., Ban- S.I., Fink W.J. (1991). Adaptations to swimming training: Influence of training volume. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 371 —377.
7. Coyle E.F., Hemmert M.K., Coggan A.R. (1986). Effects of detraining of cardiovascular responses to exercise: Role of blood volume. *Journal of Applied Physiology*, 60, 95 — 99.
8. Coyle E.F., Martin W.H.III, Sinacore D.R., Joyner M.J., Hagberg J.M., Holloszy J.O. (1984). Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 57, 1857— 1864.
9. Drinkwater B.L., Horvath S.M. (1972). Detraining effects in young women. *Medicine and Science in Sports*, 4, 91 — 95.

10. Fitts R.H., Costill D.L., Gardetto P.R. (1989). Effect of swim-exercise training on human muscle fiber function. *Journal of Applied Physiology*, 66, 465 — 475.
11. Hickson R.C., Foster C., Pollock M.L., Galassi T.M., Rich S. (1985). Reduced training intensities and loss of aerobic power, endurance, and cardiac growth. *Journal of Applied Physiology*, 58, 492 - 499.
12. Houmard J.A., Costill D.L., Mitchell J.B., Park S.H., Fink W.J., Burns J.M. (1990). Testosterone, cortisol, and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 41 — 45.
13. Houmard J.A., Costill D.L., Mitchell J.B., Park S.H., Hickner R.C., Roemmish J.N. (1990). Reduced training maintains performance in distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 46— 51.
14. Kirwan J.P., Costill D.L., Flynn M.G., Mitchell J.B., Fink W.J., Neuffer P.D., Houmard J.A. (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 255 — 259.
15. Kirwan J.P., Costill D.L., Houmard J.A., Mitchell J.B., Flynn M.D., Fink W.J. (1990). Changes in selected blood measures during repeated days of intense training and carbohydrate control. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 362- 366.
16. Kuipers H., Keizer H.A. (1988). Overtraining in elite athletes: Review and directions for the future. *Sports Medicine*, 6, 79— 92.
17. MacKinnon L.T. (1989). Exercise and natural killer cells: What is the relationship? *Sports Medicine*, 6, 141 — 149.
18. McCarthy D.A., Dale M.M. (1988). The leucocytosis of exercise: A review and model. *Sports Medicine*, 6, 333 — 363.
19. Morgan W.P., Costill D.L., Flynn M.G., Raglin J.S., O'Conner P.J. (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 408-414.
20. Mostardi R., Gandee R., Campbell T. (1975). Multiple daily training and improvement in aerobic power. *Medicine and Science in Sports*, 7, 82.
21. Nilson K., Schoene R.B., Robertson H.T., Escourrou P., Smith N.J. (1981). The effect of iron neuroon on exercise-induced lactate production in muscularly iron deficient subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13, 92.
22. Saltin B., Blomqvist G., Mitchell J.H., Johnson Jr., R.L., Wildenthal K., Chapman C.B. (1968). Response to submaximal and maximal exercise after bed rest and training. *Circulation*, 38 (Suppl. 7).
23. Selye H. (1956). *The stress of life*. New York: McGraw-Hill.
24. Sharp R.L., Vitelli C.A., Costill D.L., Thomas R. (1984). Comparison between blood lactate and heart rate profiles during a saeson of competitive from training. *Journal of Swimming Research*, 1, 17—20.
25. Watt E., Buskirk E., Plotnicki B. (1973). A comparison of single versus multiple daily training regimens. Some physiological considerations. *Research a Quaterly*, 44, 119— 123.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Bompa T.O. (1983). Theory and methodology of training. Dubuque: Kendall/Hunt.

Costill D.L., Flynn M.G., Kirwan J.P., Houmard J.A., Mitchell J.B., Thomas R., Park S.H. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 249 — 254.

Costill D.L., Hinrichs D., Fink W.J., Hoopes D. (1988). Muscle glycogen depletion during swimming interval training. *Journal of Swimming Research*. 4 (I), 15— 18.

Fitzgerald L. (1988). Exercise and the immune system. *Immunology Today*, 9, 337 — 339.

Fry R.W., Morion A.R., Keast D. (1991). Overtraining in athletes: An update. *Sports Medicine*. 12, 32 — 65.

Haggmark T., Eriksson E., Jansson E. (1986). Muscle fiber type changes in human skeletal muscle after injuries and immobilization. *Orthopedics*, 9, 181 — 185.

Henriksson J., Reitman J.S. (1977). Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta Physiologica Scandinavica*, 99, 91 — 97.

Hickson R.C., Kanakis J.C., Moore A.M., Rich S. (1981). Effects of frequency of training, reduced training and retraining on aerobic power and left ventricular responses. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13, 93.

Kirwan J.P., Costill D.L., Mitchell J.B., Houmard J.A., Flynn M.G., Fink W.J., Beltz J.D. (1988). Carbohydrate balance in competitive runners during successive days of intense training. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2601 - 2606.

Lehman M., Foster C., Keui J. (1993). Overtraining in endurance athletes: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (7), 854—862.

Morgan W.P., Brown D.R., Raglin J.S., O'Connor P.J., Ellickson K.A. (1987). Physiological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports-medicine*, 21, 107— 114.

Morse L.J., Bryan J.A., Murle J.P. (1972). Holy Cross football team hepatitis outbreak. *Journal of the American Medical Association*, 219, 706 — 708.

Pate R.R., Hughes R.D., Chandler J.V, Ratline J.L. (1978). Effects of arm training on retention of training effects derived leg training. *Medicine and Science in Sports*, 10, 71 - 74.

Sherman W.M., Plyley M.J., Pearson D.R., Habansky A.J., Vogelgesang D.A., Costill D.L. (1983). Isokinetic rehabilitation after meniscectomy: A comparison of two methods of training. *Physician Sports Medicine*, 11, 121- 133.

Глава 14

Средства, способствующие повышению работоспособности, и мышечная деятельность

Уровень мастерства спортсменов, занимающихся различными видами спорта, повышается из года в год. Спортивные рекорды улучшаются, а границы, отделяющие успех от неудачи, сокращаются. Поэтому тренеры и спортсмены ищут малейшие возможности, чтобы добиться победы. Они могут воспользоваться средствами,

способствующими повышению работоспособности. Некоторые из них действительно улучшают мышечную деятельность, использование других может привести к ужасным последствиям. В этой главе мы рассмотрим различные фармакологические, гормональные и физиологические средства, способствующие повышению работоспособности.

В непрекращающемся стремлении к славе спортсмены довольно часто ищут всевозможные способы повышения уровня мышечной деятельности. Некоторые избирают специальную диету. Другие полагаются на средства, снижающие стресс и изменяющие психологическое состояние (например, гипноз). Третьи могут использовать определенные препараты или гормональные средства.

Вещества или явления, улучшающие спортивную деятельность, называются средствами повышения работоспособности (эргогенными средствами). Многообразие потенциальных средств повышения работоспособности огромно. Вот несколько примеров:

- тяжелоатлеты используют анаболические стероиды в надежде увеличить мышечную массу и силу;
- бегуны на длинные дистанции за несколько дней до соревнования усиленно потребляют углеводы, чтобы обеспечить мышцы ног дополнительным количеством гликогена;
- гипноз используется, чтобы помочь спортсменам решить определенные эмоциональные или психологические проблемы;
- даже подбадривание зрителей своей команды дает ей определенное преимущество над соперником.

Действие предлагаемых средств, улучшающих работоспособность, обычно окружено мифами. Большинство спортсменов получает весьма скудную информацию о таких средствах от друга или тренера, считая, что она абсолютно точна. Однако это не всегда так. Некоторые спортсмены экспериментируют с такими средствами в надежде хоть немного улучшить результаты, не задумываясь о возможных последствиях для здоровья. В погоне за улучшением мышечной деятельности, думая только об улучшении спортивных результатов, на фоне абсолютного незнания средств, повышающих работоспособность, спортсмен нередко принимает ошибочное решение.

Список возможных средств, повышающих работоспособность, длинный, однако число тех из них, которые действительно улучшают ее, значительно меньше. Некоторые из средств, якобы улучшающих работоспособность, на самом деле отрицательно влияют на мышечную деятельность. Это, как правило, лекарственные препараты, которые Эйчнер назвал гликолитическими препаратами [19]. Самое страшное, что некоторые из них рекламируют как средства, повышающие работоспособность!

Средством, улучшающим работоспособность, является любое вещество или явление, способствующее усилению мышечной деятельности. Эргогенное вещество — вещество, отрицательно влияющее на мышечную деятельность. Некоторые вещества, считающиеся улучшающими работоспособность, в действительности являются эргогенными

В табл. 14.1 представлен список веществ, средств и явлений, улучшающих работоспособность. Все они достаточно тщательно изучены. Предлагается также множество других средств, которые, однако, еще недостаточно проверены. В табл. 14.2 приводятся механизмы действия, обеспечивающие эффект средств, повышающих работоспособность, а также примеры их применения.

Таблица 14.1. Средства, способствующие повышению работоспособности

Механизм действия	Перечень веществ
Фармакологические средства	Алкоголь Амфетамины Бета-блокаторы Кофеин Кокаин и марихуана Диуретические средства Никотин
Гормональные средства	Анаболические стероиды Гормон роста Пероральные противозачаточные средства
Физиологические средства	Допинг крови Эритропоэтин Разминка и колебания температуры Соли аспаргиновой кислоты Нагрузка двууглекислой солью Фосфатная нагрузка
Пищевые средства и вещества	Углеводы Белки Жиры Витамины и микроэлементы Вода и специальные напитки
Психологические явления	Гипноз Медитация Снятие стресса
Механические факторы	Одежда Экипировка Окружающие условия — структура и покрытие спортплощадки

Таблица 14.2. Предполагаемые механизмы действия средств, способствующих повышению работоспособности

Предполагаемый механизм	Средства, повышающие работоспособность
Воздействие на мышечные волокна	Анаболические стероиды Гормон роста Белок
Воздействие на сердце и кровообращение	Алкоголь Бета-блокаторы Амфетамины Кофеин Кокаин и марихуана
Противодействие торможению ЦНС	Анаболические стероиды Амфетамины
Противодействие либо задержка возникновения или ощущения утомления	Амфетамины Соли аспаргиновой кислоты Нагрузка двууглекислой солью Фосфатная нагрузка
Внешние механические факторы	Одежда, снижающая сопротивление воздуха или воды Покрытие площадок, например, беговых дорожек Новые виды спортивного инвентаря и оборудования Обувь
Снабжение мышц энергией, энергообеспечение общей функции мышц	Углеводы Свободные жирные кислоты Витамины и микроэлементы
Повышение транспорта кислорода	Допинг крови Фосфатная нагрузка Кислород
Расслабление и снятие стресса	Алкоголь Бета-блокирующие препараты Гипноз Устранение стресса
Уменьшение или увеличение массы тела	Диуретические средства Анаболические стероиды Гормон роста
Фокс и соавт. (1988)	

В данной главе рассматриваются фармакологические, гормональные и физиологические средства. Различные пищевые добавки и вещества рассматриваются в главе 15. Что касается психологических явлений и механических факторов, то о них можно узнать из книги Уильямса "Средства, способствующие повышению работоспособности в спорте" [44].

ПОИСКИ СРЕДСТВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ПОВЫШЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Представим себе ситуацию, что профессиональный спортсмен — суперзвезда за несколько часов до начала поединка принимает какое-то вещество и затем демонстрирует отличную игру. Скорее всего свой успех он припишет действию этого вещества, даже если нет доказательств, что оно окажет такое же положительное действие на других спортсменов.

Любой человек может утверждать, что определенное вещество обладает свойством повышать работоспособность, и многие вещества получили такую характеристику на основании именно подобных умозаключений. Однако прежде чем какое-то вещество можно считать способствующим повышению работоспособности, оно должно пройти тщательную проверку. К сожалению, наука не может ответить множество вопросов. Тем не менее сразу на научные исследования в этом направлении крайне необходимы, чтобы отделить вещества, действительно повышающие работоспособность, от тех, которые являются псевдоулучшающими и потребление которых приводит к усилению мышечной деятельности только потому,

что спортсмен этого ожидает.

ЭФФЕКТ ПЛАЦЕБО

Явление, при котором ожидаемое действие вещества определяет реакцию организма на него, называется эффектом плацебо. Этот эффект значительно затрудняет исследование свойств вещества повышать работоспособность, поскольку ученым приходится выяснять, улучшается ли работоспособность в результате эффекта плацебо или реакции организма на него.

Эффект плацебо был убедительно продемонстрирован в одном из первых исследований действия анаболических стероидов [4]. 15 спортсменов, занимавшихся силовыми тренировочными нагрузками в течение двух предыдущих лет, согласились принять участие в эксперименте, предполагавшем использование анаболических стероидов в процессе силовых тренировок. Им было сказано, что те, кто добьется максимального увеличения силы в течение 14-месячного предварительного периода тренировки (силовых), получат право участвовать во втором этапе эксперимента с использованием анаболических стероидов.

После предварительного периода тренировки было отобрано 8 спортсменов. После проведения медицинского обследования только шестерых допустили к следующему этапу эксперимента, который длился 4 недели. Испытуемых поставили в известность, что им ежедневно будут давать по 10 мг Дианабола (анаболического стероида), тогда как в действительности им в качестве плацебо давали безвредный препарат.

Данные о развитии силы регистрировали в течение 7-недельного периода до потребления плацебо и 4-

недельного периода, когда испытуемые принимали плацебо. Несмотря на то, что испытуемые были довольно опытными тяжелоатлетами, они продолжали значительно наращивать силу в течение предварительного периода. Однако увеличение силы в период потребления плацебо было значительно выше! Как видно из рис. 14.1, испытуемые улучшили свои результаты в среднем на 10,2 кг (2 %) во время предварительного периода и на 45,1 кг (10 %) во время периода потребления плацебо! Это соответствовало среднему увеличению силы на 1,5 кг за неделю во время предварительного периода и 11,3 кг за неделю во время периода потребления плацебо, т.е. почти в 10 раз больше! Отметим, что препараты плацебо дешевы, неопасны для здоровья и разрешены к использованию спортсменами.

Мне неоднократно приходилось наблюдать действие плацебо при исследовании влияния бета-блокаторов на способность выполнять отдельные циклы нагрузки или работу аэробного характера. Согласно требованиям Комитета по проблемам испытуемых, участвующих в научных исследованиях,

уполномоченного федеральным правительством наблюдать за всеми исследованиями, проводимыми в США с участием людей-испытуемых, необходимо, чтобы все участники экспериментов получали полную информацию о возможном риске для здоровья вследствие проведения исследований и представляли письменное согласие на участие в экспериментах до их начала. Поэтому перед началом каждого эксперимента кардиолог сообщал каждому испытуемому исчерпывающую информацию о бета-блокаторах, включая их роль в лечении различных сердечно-сосудистых заболеваний и возможные побочные эффекты. Меня удивляло то, что на протяжении 6 лет исследований наиболее серьезные побочные явления почти всегда отмечались у испытуемых, потреблявших плацебо.

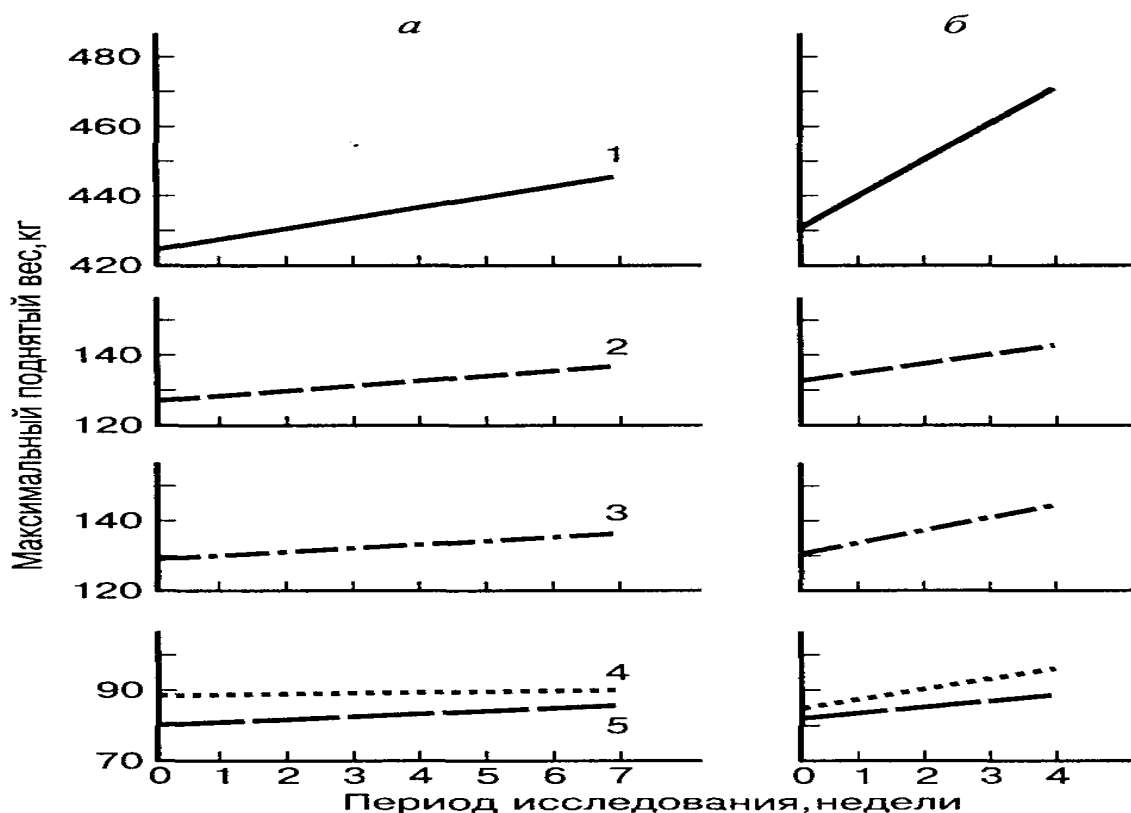


Рис. 14.1. Влияние употребления плацебо на прирост мышечной силы: а — период тренировочных занятий;

б — период употребления плацебо;

1 — общая сумма; 2 — упор присев; 3 — жим лежа на спине; 4 — "военный жим";

5 — жим в положении сидя.

Данные Эриела и Савилля (1972)

Хотя эффект плацебо имеет психологическое происхождение, реакция организма на него вполне реальна. Это свидетельствует об эффективности психического состояния в изменении нашего физического состояния

Таким образом, решая, обладает ли вещество свойствами улучшения работоспособности, ученый должен помнить, что наблюдаемый положительный эффект не обязательно доказывает, что данное вещество действительно обладает такими свойствами. Во всех исследованиях веществ, потенциально повышающих работоспособность, обязательно должна быть группа испытуемых, принимающих плацебо, чтобы можно было сопоставить реакции на проверяемое вещество с реакциями на плацебо.

ОГРАНИЧЕНИЯ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕДСТВ

При оценке эффективности вещества, потенциально повышающего работоспособность, ученые обычно полагаются на лабораторные исследования. Очень часто научные исследования не в состоянии абсолютно точно ответить на поставленные вопросы. Например, успех на самом высоком уровне определяется долями секунды или десятками дюйма, а лабораторные тесты не всегда позволяют выявить такие ничтожные различия.

Ученые могут быть весьма ограничены точностью своих приборов и методов. Для всех методов

исследований характерен допустимый предел погрешности. Если полученные результаты попадают в этот предел, исследователь не может быть уверен, что результат — следствие действия проверяемого вещества. Результаты могут отражать ограничения методологии исследований. К сожалению, ввиду погрешностей в измерении, индивидуальных различий и вариабельности реакций испытуемых, вещество, потенциально повышающее работоспособность, должно продемонстрировать максимальный эффект, чтобы на основании научных тестов его смогли признать таким, которое действительно повышает работоспособность.

На точность также влияет место проведения тестирований. Мышечная деятельность в условиях лаборатории значительно отличается от осуществляемой в полевых условиях, поэтому результаты, полученные в лаборатории, не всегда достоверно отражают результаты, наблюдаемые в естественных условиях. В то же время в лабораторных исследованиях окружающие условия тщательно контролируются в отличие от исследований в полевых условиях, где ряд переменных — температура, влажность воздуха, ветер — могут повлиять на результаты. Тестирование веществ, потенциально повышающих работоспособность, должно проводиться как в лабораторных, так и полевых условиях.

Учитывая ограниченные возможности науки определять эффективность вещества, рассмотрим некоторые из соединений, предлагаемых для повышения работоспособности. Мы изучим три категории веществ:

1. Фармакологические средства.
2. Гормональные средства.
3. Физиологические средства.

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Многочисленные фармакологические средства или препараты предлагаются в качестве улучшающих работоспособность. Международный олимпийский комитет (МОК), Олимпийский комитет США, Международная любительская федерация легкой атлетики (ИААФ) и Национальная студенческая спортивная ассоциация (НССА) публикуют обширные списки запрещенных веществ, большинство из которых представляют собой фармакологические средства. Каждый спортсмен, тренер и врач команды должны знать, какие препараты прописаны и потребляются спортсменом. Причем необходимо регулярно проверять, не включены ли они в списки запрещенных препаратов, поскольку последний часто изменяется. Спортсмены дисквалифицировались, лишались медалей, наград и призов в результате положительной реакции на запрещенное вещество. Во многих случаях препарат использовали для лечения какого-либо недомогания.

Мы рассмотрим только те средства, которые подвергались специальной проверке. Это:

- алкоголь;
- амфетамины;
- бета-блокаторы;
- кофеин;
- кокаин;
- диуретические средства;
- марихуана;
- никотин.

АЛКОГОЛЬ

Употребление алкоголя в качестве стимулятора — проблема номер один в США в настоящее время. Его

можно рассматривать как продукт питания или питательное вещество, поскольку он обеспечивает энергию (7 ккал.г⁻¹), и в то же время как антипитательное вещество, так как он "вмешивается" в метаболизм других питательных веществ. Алкоголь справедливо называют лекарственным средством, ввиду его супрессорного воздействия на ЦНС. С психологической точки зрения алкоголь вызывает двухступенчатую реакцию: первоначальное возбуждение с последующим угнетением [45].

Предполагаемые положительные воздействия

Некоторые спортсмены употребляют алкоголь в основном ввиду его психологического воздействия. Полагают, что он повышает уверенность в себе, успокаивает нервы. Некоторые спортсмены считают, что алкоголь снижает заторможенность и делает спортсменов более раскованными.

С физиологической точки зрения многие рассматривают алкоголь как хороший источник углеводов. Кроме того, утверждают, что он снижает болевые ощущения и устраняет дрожание мышц. Свойства алкоголя устранять дрожание мышц и снимать волнение делает его, казалось бы, незаменимым препаратом для спортсменов, занимающихся стрельбой, однако его применение в этих видах спорта запрещено.

Доказанные воздействия

К сожалению, о влиянии различных доз алкоголя на спортивную деятельность известно немного. Алкогольная интоксикация приводит к непредсказуемым результатам, влияние же употребления небольших доз алкоголя непосредственно перед соревнованием или во время него пока не изучено.

Полевые исследования воздействия употребления алкоголя во время соревнования не проводились. В лабораторных исследованиях рассматривали влияние малых и средних доз алкоголя на следующие психомоторные качества: скорость простой реакции; скорость выбора реакции (испытуемый должен выбрать соответствующую реакцию); скорость; продолжительность движения; сенсорно-двигательную координацию и обработку информации. Результаты исследований показывают, что употребление алкоголя не улучшает, а ухудшает большинство психомоторных функций, связанных со спортивной деятельностью [45]. Хотя спортсмены могут чувствовать себя более уверенно, у них нарушаются скорость реакции, координация, движение и мышление. Небольшие дозы алкоголя нарушают психомоторные качества, но спортсмены часто этого не замечают, полагая, что их мышечная деятельность улучшилась.

Результаты тщательно контролируемых исследований также показали, что употребление алкоголя не оказывает никакого положительного влияния на силу, мощность, скорость, местную мышечную и кардиореспираторную выносливость.

Алкоголь и спорт с позиции Американского колледжа спортивной медицины

В последнее время возникла проблема, обусловленная увеличением количества спортсменов, которые становятся алкоголиками в результате неразборчивого употребления алкогольных напитков. Несомненно, это — не результат использования алкоголя в качестве средства, повышающего работоспособность, а следствие возросшей популярности алкогольных напитков в современном обществе. Во многих профессиональных командах во всех видах спорта в настоящее время организуются специальные программы реабилитации с участием профессиональных специалистов для лечения спортсменов, злоупотребляющих алкоголем или различными препаратами. Американский колледж спортивной медицины (АКСМ) в 1982 г. опубликовал официальное заявление "Использование алкоголя в спорте", которое представляет собой краткое изложение литературных данных по этой проблеме, а также общих рекомендаций, касающихся употребления и злоупотребления алкогольными напитками [1]. Заявление АКСМ завершилось следующими выводами:

1. Алкоголь пагубно влияет на ряд психомоторных качеств: скорость реакции, согласованность действий руки — глаза, точность, равновесие и сложную координацию.

2. Алкоголь незначительно влияет на метаболические или физиологические функции, имеющие большое значение для мышечной деятельности, такие, как обмен энергии, МПК, ЧСС, систолический объем крови, сердечный выброс, мышечный кровоток, артериовенозная разность содержания кислорода, дыхательная динамика. Употребление алкоголя может нарушать терморегуляцию при продолжительной нагрузке в условиях низкой температуры окружающей среды.

3. Алкоголь не увеличивает, а может уменьшать силу, мощность, местную мышечную выносливость,

скорость и выносливость сердечно-сосудистой системы.

4. Алкоголь — это средство, которым наиболее злоупотребляют в США, основная причина различных несчастных случаев и их последствий. Кроме того, научно установлено, что продолжительное чрезмерное употребление алкоголя вызывает патологические изменения в печени, сердце, мозгу и мышцах, что может привести к потере трудоспособности и смерти.

5. Необходимы серьезные меры, направленные на доведение до сведения спортсменов, тренеров, преподавателей физического воспитания, врачей, спортивной и широкой общественности действия алкоголя на мышечную деятельность, а также проблем, связанных с чрезмерным потреблением алкоголя.

Риск, связанный с употреблением алкоголя

Более важно не то, что алкоголь не оказывает положительного влияния на психомоторные и другие реакции, а то, что он обладает многими эрголитическими свойствами. Алкоголь — плохой источник углеводов и, как уже отмечалось, является антипитательным веществом. Его супрессорное воздействие на ЦНС притупляет ощущение боли, а наличие болевых ощущений указывает на травму или повреждение. Продолжение мышечной деятельности при травме чревато большей степенью риска усугубить ее. Хотя алкоголь снимает дрожание мышц и волнение, однако обусловленное им нарушение психомоторных функций более чем компенсирует это положительное действие.

Алкоголь подавляет выделение антидиуретического гормона (АДГ), вынуждая организм выделять в мочу больше воды. Это, в свою очередь, может на какое-то время снизить артериальное давление и вызвать обезвоживание организма (рис. 14.2). Такие изменения могут иметь весьма серьезные последствия во время соревнования, особенно если оно проводится в условиях высокой температуры окружающей среды. Алкоголь также приводит к расширению периферических кровеносных сосудов кожи. Потеря тепла через кровеносные сосуды кожи может вызвать гипотермию в условиях пониженной температуры окружающей среды, поскольку величина теплопотерь превышает необходимую.

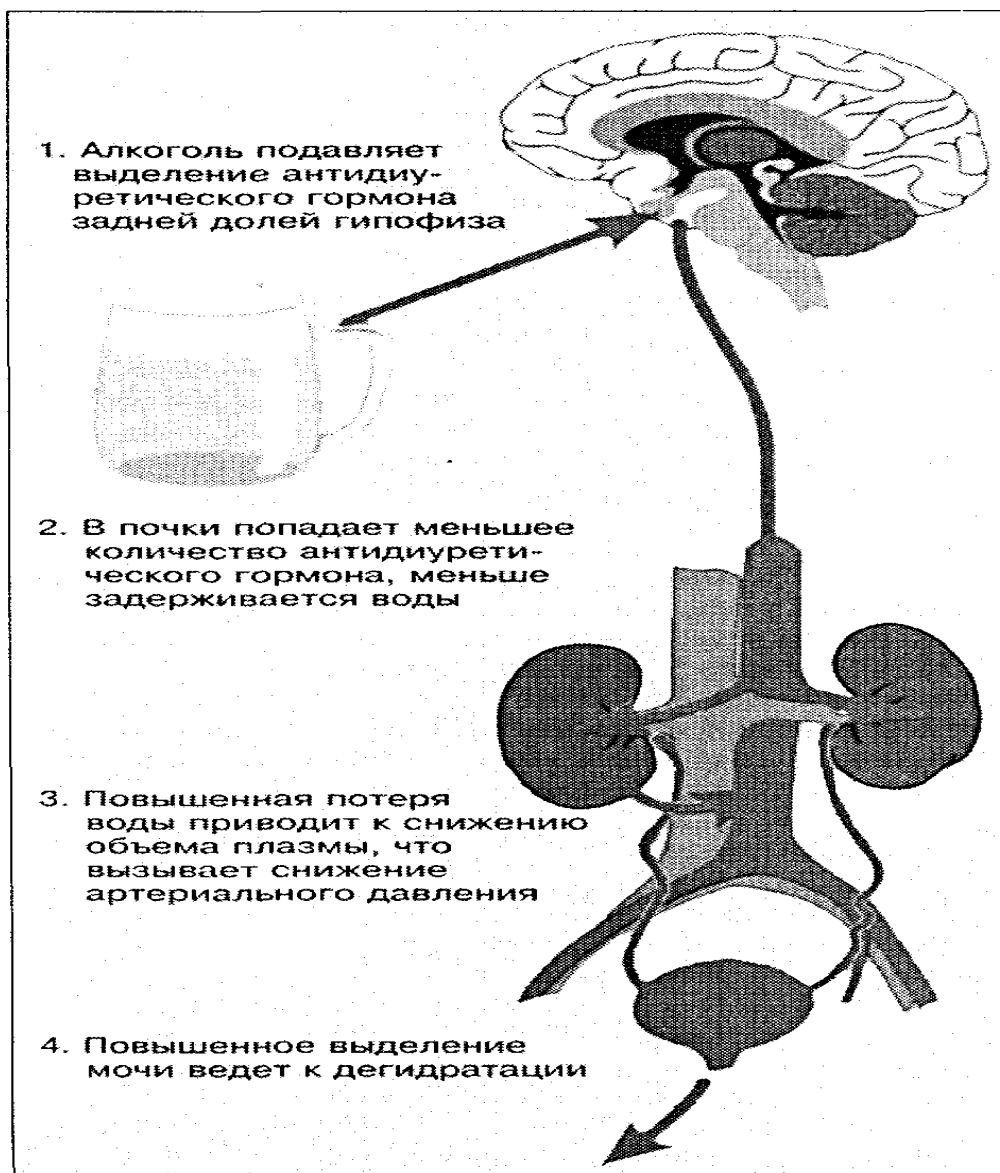


Рис. 14.2. Подавление алкоголем выделения антидиуретического гормона может привести к понижению артериального давления и дегидратации, что отрицательно сказывается на уровне мышечной деятельности

В ОБЗОРЕ...

1. Употребление алкоголя в качестве препарата — проблема номер один в США сегодня. Алкоголь закономерно считается лекарственным препаратом ввиду его супрессорного воздействия на ЦНС.

2. Алкоголь используется спортсменами в основном из-за его психологических воздействий. Считается, что употребление алкоголя повышает уверенность в себе, успокаивает нервы, снимает волнение и торможение, усиливает умственную деятельность и снижает болевые ощущения и дрожание мышц.

3. Употребление алкоголя нарушает как психомоторную, так и физиологическую функции.

4. Употребление алкоголя может отрицательно влиять на здоровье спортсмена, а также на его мышечную деятельность.

АМФЕТАМИНЫ

Амфетамин и его производные являются стимуляторами ЦНС. Их также считают симпатомиметическими аминами. Это означает, что их активность имитирует активность симпатической нервной системы. Их применяют в программах снижения массы тела для подавления аппетита. Во время второй мировой войны их использовали в вооруженных силах для противодействия утомлению и повышения выносливости. Очень скоро эти препараты "вышли на спортивную арену", где их считали стимуляторами, обладающими свойствами повышать работоспособность.

Предполагаемые положительные воздействия

Спортсмены используют амфетамины по многим причинам. С точки зрения психологии считается, что они улучшают концентрацию внимания и психическую деятельность. Благодаря своему стимулирующему свойству амфетамины снижают психическую усталость. Используя амфетамины, спортсмены чувствуют прилив энергии и усиление мотивации. Кроме того, они вызывают состояние эйфории, благодаря чему их используют в качестве препаратов, восстанавливающих силы. Часто спортсмены указывают на возникновение ощущения повышенной способности, которое побуждает их продемонстрировать более высокие спортивные результаты.

С чисто спортивной точки зрения считается, что амфетамины помогают спортсменам бежать быстрее, метать снаряд дальше, прыгать выше, а также отсрочить возникновение общего утомления или изнеможения. Спортсмены, пользующиеся этими препаратами, ожидают улучшения всех сторон физической подготовленности.

Доказанные воздействия

В целом следует отметить, что при изучении влияния амфетаминов на любую физиологическую, психологическую или спортивную переменную в одних исследованиях не наблюдали никакого влияния, в других отмечали положительное воздействие амфетаминов, а в третьих они вообще оказывали эрголитическое влияние. В качестве возможного стимулятора деятельности ЦНС амфетамины действуют возбуждающе, что вызывает ощущение прилива энергии, повышенной уверенности в своих силах, обуславливает более быстрое принятие решений. Для лиц, принимающих амфетамины, характерны пониженное ощущение утомления; повышенное систолическое и диастолическое артериальное давление, а также ЧСС; перераспределение кровотока к скелетным мышцам, увеличенное количество глюкозы крови и свободных жирных кислот; повышенное мышечное напряжение [28].

Способствует ли все это улучшению мышечной деятельности? Несмотря на отсутствие единого мнения, результаты недавних исследований показывают, что амфетамины могут улучшать некоторые качества, играющие важную роль в спортивной деятельности, в частности скорость, мощность, выносливость, концентрацию и двигательную координацию [14, 28, 42].

Результаты одного из таких исследований приведены в табл. 14.3 [12]. Испытуемым в этом исследовании давали либо плацебо, либо 15 мг на 70 кг массы тела амфетамин-декседрина за 2 ч до теста. В результате приема амфетамина наблюдали значительные увеличения силы разгибания ноги в коленном суставе, ускорения, времени до наступления изнеможения во время максимального теста на тредбане, реакции пика лактата после максимального теста на тредбане и максимальной ЧСС. Несмотря на увеличение отрезка времени до наступления изнеможения при выполнении теста на тредбане, аэробная мощность не изменялась [12]. Очевидно, увеличение отрезка времени до наступления изнеможения отражало психологическую

реакцию испытуемых на препарат. Спортсмены чувствовали себя более энергичными и могли дольше выполнять работу вследствие задержки наступления психической усталости.

Еще раз напомним, однако, что подобные лабораторные тесты не могут предельно точно воссоздавать условия соревнований. Кроме того, спортсмены могли принимать значительно большие дозы амфетаминов, чем им разрешалось во время исследований. Этот факт следует учесть при проведении будущих исследований.

Риск, связанный с употреблением амфетаминов

Опыт показывает, что употребление амфетаминов, в сущности, опасно. Чрезмерные дозы могут привести к смерти. Вследствие увеличения ЧСС и повышения артериального давления возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему. У некоторых лиц может возникать сердечная аритмия. Кроме того, амфетамины, по-видимому, задерживают возникновение не утомления, а ощущения утомления, тем самым позволяя спортсменам превысить безопасные границы вплоть до достижения недостаточности кровообращения. Смертельные случаи имели место, когда спортсмены превышали безопасный предел состояния изнеможения.

Таблица 14.; **Изменения мышечной деятельности и состояния основных функциональных систем вследствие использования амфетаминов**

Исследуемый показатель	Плацебо	Амфетамин	Среднее различие	Различие, %
Сила сгибания локтя, (ньютон)	681	724	43	6,3
Сила разгибания ноги в коленном суставе, ньютон	1,264	1,550	286	22,6*
мощность ног, Вт	623	642	19	3,0
Пиковая скорость, с на 10 ярдов	1,11	1,11	0	0,0
Ускорение на 30-ярдном отрезке, м·с ⁻²	2,89	3,00	0,11	3,8*
Аэробная мощность, л·мин ⁻¹	3,96	3,97	0,01	—
Время до наступления изнеможения, с	427	446	19	4,4*
Пик лактата, ммоль·л ⁻¹	13,3	14,4	1,1	8,3*
Максимальная ЧСС, ударов·мин ⁻¹	191	195	4	2,1*

*Статистически значимое различие, указывающее на более высокий уровень мышечной деятельности при употреблении амфетаминов. Чендлер и Блеир (1980)

Таблица 14.4. Острые и хронические побочные действия амфетаминов

Острое и среднее действие	Острое и сильное действие	Хроническое действие
Беспокойство	Спутанность сознания	Привыкание
Головокружение	Агрессивность	Уменьшение массы тела
Тремор	Делирий	Психоз
Раздражительность	Паранойя	Параноидный бред
Бессонница	Галлюцинации	Дискинезия
Эйфория	Судороги	Компульсивное (стереотипное) повторяющееся поведение
Неконтролируемые движения	Внутричерепное кровоизлияние	Васкулит
Головная боль	Стенокардия (инфаркт миокарда)	Невропатия
Учащенное сердцебиение	Сосудистая недостаточность	
Анорексия		
Тошнота		
Рвота		
Уодлер и Хейнлайн (1989)		

При употреблении амфетаминов возможно психологическое привыкание вследствие возникновения ощущения эйфории и прилива энергии. Возможно также чисто физическое привыкание к амфетамину в случае их регулярного приема, когда для достижения эффекта требуется увеличивать дозу. Амфетамины, кроме того, могут быть токсичными. Среди побочных действий регулярного употребления амфетаминов очень часто встречаются повышенная возбудимость, агрессивное поведение, острое чувство тревоги и бессонница. В табл. 14.4 приведены побочные действия амфетаминов [42].

БЕТА-БЛОКАТОРЫ

Симпатическая нервная система влияет на функции организма с помощью адренергических нервов, использующих в качестве нейромедиатора норадреналин. Нервные импульсы, проходящие по этим нервам, вызывают выделение норадреналина, который пересекает синапсы и присоединяется к адренорецепторам у клеток-мишеней. Адренорецепторы разделяются на две группы: альфа- и бета-адренорецепторы.

Бета-адренергические блокаторы, или бета-блокаторы, представляют собой категорию веществ, блокирующих бета-адренорецепторы и предотвращающих связывание нейромедиатора. Это значительно снижает стимуляцию со стороны симпатической нервной системы. Бета-блокаторы обычно назначают для лечения гипертонии, стенокардии и некоторых видов сердечной аритмии. Кроме того, их используют в качестве профилактического средства при мигрени, для устранения симптомов тревожного состояния и страха, а также в восстановительном периоде после сердечных приступов.

Предполагаемые положительные воздействия

Поскольку реакция симпатической нервной системы как бы "подстегивает" тело к выполнению мышечной деятельности (механизм "борьба или бегство"), очень трудно понять, почему спортсмены обращаются к бета-блокаторам в качестве средства, способствующего повышению работоспособности. В принципе бета-блокаторы используются в тех видах спорта, в которых на спортивный результат может повлиять чувство беспокойства, а также дрожание. Когда спортсмен стоит на силовой платформе (весьма сложное устройство для измерения механических сил), то при каждом ударе сердца регистрируется малейшее движение тела. Этого движения вполне достаточно, чтобы повлиять на точность попадания в цель. Точность попадания улучшается, если выстрел производится в промежутке между сердечными сокращениями. Бета-блокаторы замедляют частоту сердечных сокращений. Таким образом, стрелок получает в свое распоряжение больше времени, чтобы прицелиться.

Высказывается также предположение, что бета-блокаторы повышают физиологическую адаптацию к нагрузкам, направленным на развитие выносливости [45]. Исследования показали, что длительное употребление бета-блокирующих препаратов вызывает увеличение числа бета-рецепторов в организме. Естественно, организм реагирует на блокаду бета-рецепторов увеличением их количества. Предполагают, что употребление бета-блокирующих препаратов в процессе тренировки, направленных на повышение выносливости, увеличивает число бета-рецепторов и обеспечивает более сильную реакцию симпатической нервной системы после прекращения употребления этих препаратов.

Доказанные воздействия

Бета-блокаторы снижают активность симпатической нервной системы. Это отлично иллюстрирует

заметное уменьшение максимальной ЧСС при употреблении бета-блокаторов. У 20-летнего спортсмена с ЧСС 190 ударов-мин при употреблении бета-блокаторов она может снизиться до 130 ударов-мин. Эти препараты уменьшают субмаксимальную ЧСС, а также ЧСС в покое. Результаты ряда исследований подтвердили улучшение результатов в стрельбе вследствие снижения ЧСС под воздействием бета-блокаторов. Ввиду этого МОК, Олимпийский комитет США и НССА запретили использование бета-блокаторов в этих видах спорта.

В организме есть два вида бета-адренорецепторов: бета-1- и бета-2-рецепторы. Неизбирательные бета-блокаторы действуют на оба вида рецепторов, тогда как бета-1 избирательные блокаторы в основном действуют только на бета-1-рецепторы. Бета-1-рецепторы преимущественно находятся в сердце, поэтому бета-1 избирательный блокатор снижает ЧСС и сократительную способность сердца. Бета-2-рецепторы находятся в кровеносных сосудах, легких, печени, скелетной мышце и кишечнике. Поскольку неизбирательные бета-блокаторы блокируют оба вида рецепторов, их общее воздействие больше, чем влияние избирательных; они могут воздействовать на кровоток, и метаболизм. Если спортсмену необходимо принять бета-блокатор для устранения какого-либо недомогания, лучше использовать избирательный бета-блокатор, поскольку он оказывает менее отрицательное влияние на мышечную деятельность.

Результаты лабораторных исследований показывают, что бета-блокирующие препараты снижают:

- МПК, в частности, у спортсменов высокой квалификации;
- максимальную вентиляционную способность вследствие ограничения потока воздуха в дыхательных путях;
- субмаксимальную и максимальную ЧСС;
- максимальный сердечный выброс, поскольку невозможно достаточное увеличение систолического объема крови, компенсирующее пониженную ЧСС;
- давление крови, вследствие уменьшения сердечного выброса [47].

Выводы, сделанные на основании лабораторных тестов, подтвердили результаты исследований, проводившихся во время соревнований. В исследовании бегунов на длинные дистанции было отмечено заметное влияние бета-блокаторов на результаты бега на 10-километровую дистанцию [3]. В контрольных и плацебо условиях бегунам в среднем требовалось 35,8 мин, чтобы пробежать дистанцию 10 км. При использовании неизбирательного бета-блокатора на это уходило 41,0 мин (на 14,5 % дольше), в то время как при использовании избирательного бета-1-блокатора — 39,2 мин (на 0,5 % дольше).

Бета-блокирующие препараты, по-видимому, незначительно действуют на силу, мощность и локальную мышечную выносливость (в видах деятельности, при выполнении которых утомление возникает менее чем через 2 мин) [45]. Таким образом, в зависимости от вида деятельности бета-блокаторы могут оказывать положительное воздействие (точность стрельбы), эрголитическое (пониженная аэробная способность) или вообще не оказывать никакого влияния (сила, мощность, локальная мышечная выносливость).

Риск, связанный с употреблением бета-блокаторов

Главным образом риск связан с продолжительным использованием бета-блокаторов. Бета-блокирующие препараты могут вызывать бронхоспазм у страдающих астмой, а также сердечную недостаточность у людей с нарушенной сердечной функцией. У страдающих брадикардией может возникнуть блокада сердца. Понижение давления крови вследствие применения этих препаратов может вызывать головокружение. У некоторых людей, страдающих диабетом, может возникнуть гипогликемия, поскольку бета-блокаторы повышают секрецию инсулина. Разнообразное действие этих препаратов может приводить к возникновению значительного утомления, что, естественно, отрицательно сказывается на спортивной деятельности и мотивации.

КОФЕИН

Кофеин — одно из наиболее широко применяемых во всем мире средств, содержится в кофе, чае, какао, сладких напитках и многих других продуктах [14]. Он также содержится во многих патентованных лекарствах, очень часто даже в ас-пириновых соединениях. Кофеин является стимулятором ЦНС, воздействуя подобно амфетамину, только немного слабее. В табл. 14.5 приведено содержание кофеина в наиболее популярных

продуктах питания.

Таблица 14.5. Содержание кофеина в некоторых популярных продуктах питания и препаратах*

Продукт/препарат	Количество кофеина, мг
Обычная доза Проламина	280
Обычная доза Дексатрима, Диетак	200
Обычная доза No Doz, Виварина	100 — 200
6 унций кофе, приготовленного в автомате	181
6 унций кофе, сваренного в кофейнике с ситечком	125
Стандартная доза некоторых содержащих аспирин лекарств	30 — 128
6 унций горячего крепкого чая	65 — 107
6 унций чая со льдом	70 — 75
6 унций растворимого кофе	54 — 75
12 унций кола-напитков	32 — 65
12 унций виски	54
12 унций “Мелло Йеллоу”	51
8 унций молока с шоколадом	48
2 унции шоколадной конфеты	45
1 унция горячего шоколада	45

*Рекомендуемая доза кофеина — менее 250 мг в день.
Триболь (1991)

Предполагаемые положительные воздействия

Считается, что как и амфетамины, кофеин улучшает концентрацию внимания, скорость реакции, бодрит, обеспечивает приток энергии. Люди, употребляющие кофеин, чувствуют себя сильнее и готовыми состязаться. Они считают, что смогут работать дольше до возникновения утомления, а если преждевременное утомление и наступит, оно будет слабовыраженным.

Доказанные воздействия

Воздействуя на ЦНС, кофеин

- увеличивает психическую возбудимость;
- улучшает концентрацию внимания;
- поднимает настроение;
- снижает утомление и задерживает его возникновение;
- снижает скорость реакции;
- стимулирует выделение катехоламинов;
- усиливает мобилизацию свободных жирных кислот;
- повышает использование мышечных триглицеридов.

Первоначально изучали возможные положительные влияния употребления кофеина на спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости. В первых исследованиях, проведенных Костиллом и коллегами, было обнаружено значительное улучшение мышечной деятельности у велосипедистов, употреблявших напитки, содержащие кофеин, по сравнению с теми, кто употреблял напитки плацебо [15, 29]. Кофеин повышал результаты при выполнении работы в фиксированном темпе и понижал при фиксированной дистанции.

Последние исследования показали значительные благоприятные воздействия употребления кофеина на

работоспособность велосипедистов, занимающихся спортом для своего удовольствия, а также высококвалифицированных бегунов на длинные дистанции [25, 40]. В настоящее время общепризнано, что кофеин действительно стимулирует мышечную деятельность, требующую проявления выносливости, возможно, вследствие усиленной мобилизации свободных жирных кислот, обеспечивающей экономию мышечного гликогена. Однако действительные механизмы, посредством которых кофеин улучшает мышечную деятельность, могут быть куда сложнее. Известно, что кофеин понижает восприятие усилия при данной интенсивности работы, что, очевидно, позволяет работать с более высокой интенсивностью при таком же восприятии усилия. Тщательно исследовались также и клеточные механизмы [17].

Кофеин, по-видимому, может повышать мышечную деятельность спринтеров, а также спортсменов, занимающихся силовыми видами спорта [4, 13]. К сожалению, в этом направлении было проведено немного исследований. Кофеин может способствовать обмену кальция в саркоплазматическом ретикулуме, усиливать действие натриево-калиевого насоса, поддерживая потенциал мышечных мембран.

Риск, связанный с употреблением кофеина

У людей, не привыкших употреблять кофеин, чувствительных к нему, а также у тех, кто употребляет большие дозы кофеина, он вызывает бессонницу, повышенную возбудимость, беспокойство и дрожание мышц. Кофеин также действует как диуретик, увеличивая риск обезвоживания организма или возникновения расстройства, обусловленного повышенной температурой при выполнении мышечной деятельности в условиях высокой температуры окружающей среды. Он может вызвать нарушение сна, способствуя возникновению утомления. Кофеин вызывает физическое привыкание даже у тех, кто ежедневно употребляет его. Резкое прекращение употребления кофеина может привести к утомлению, раздражительности, головным болям и желудочно-кишечному дистрессу.

КОКАИН

Мало известно о влиянии на спортивную деятельность так называемых восстановительных препаратов, таких, как кокаин. Он стимулирует деятельность ЦНС и, кроме того, считается сим-патомиметическим препаратом; его действие очень похоже на действие амфетаминов.

Кокаин блокирует повторное использование норадреналина и допамина (два основных нейро-медиатора) нейронами, после их образования. Вспомним, что норадреналин выделяется симпатическими нервами, включая те, которые обслуживают сердце. Норадреналин и допамин используются мозгом. Блокируя их повторное использование, кокаин потенцирует действие этих нейромедиаторов во всем организме.

В ОБЗОРЕ...

1. Амфетамины — стимуляторы ЦНС, повышающие психическую возбудимость, настроение, ослабляющие ощущение утомления и создающие чувство эйфории.

2. Согласно последним исследованиям, амфетамины могут увеличивать силу, ускорение, максимальные реакции лактата во время изнурительной физической нагрузки, а также продолжительность отрезка времени до возникновения утомления.

3. Амфетамины повышают ЧСС и артериальное давление, могут вызывать аритмию сердца. Чрезмерные дозы амфетаминов могут стать причиной смерти. Амфетаминовые препараты могут вызывать как психологическое, так и физическое привыкание.

4. Бета-блокаторы блокируют бета-адренорецепторы, препятствуя связыванию нейромедиаторов.

5. Бета-блокирующие препараты замедляют ЧСС, что является очевидным преимуществом в стрельбе, поскольку спортсмены получают больше времени, чтобы прицелиться и произвести выстрел в промежутке между сокращениями сердца, тем самым снижая тремор, обусловленный каждым сокращением сердца. Вместе с тем эти препараты отрицательно влияют на мышечную деятельность в циклических видах спорта, приводя к снижению МПК у высококвалифицированных спортсменов ввиду пониженного сердечного выброса (систолический объем крови не может полностью компенсировать пониженную ЧСС).

6. Употребление бета-блокаторов может вызвать брадикардию и даже блокаду сердца, гипо-тензию,

бронхоспазм, значительное утомление, пониженную мотивацию. Избирательные бета-блокаторы характеризуются меньшим числом побочных действий по сравнению с неизбирательными. Именно их следует назначать, если спортсмену необходимо принимать бета-блокирующие препараты.

7. Кофеин — один из наиболее часто используемых препаратов. Он также стимулирует деятельность ЦНС, его действие подобно влиянию амфетаминов, только менее выражено.

8. Кофеин повышает психическую возбудимость и концентрацию, поднимает настроение, снижает утомление и задерживает его наступление, усиливает выделение катехоламинов и мобилизацию свободных жирных кислот, увеличивает использование мышцами свободных жирных кислот, тем самым обеспечивая экономию гликогена.

9. Кофеин может привести к бессоннице, нервозности, беспокойству, тремору и диурезу, что повышает восприимчивость к тепловой травме.

Предполагаемые положительные воздействия

Использование кокаина спортсменами довольно распространено. Главным образом его используют для восстановления сил. Вместе с тем некоторые спортсмены уверены, что кокаин способствует повышению работоспособности. Это средство создает значительное чувство эйфории, которое, как полагают, повышает мотивацию и уверенность в себе. Подобно амфетаминам кокаин "маскирует" утомление и болевые ощущения, повышает возбудимость и вызывает ощущение прилива энергии.

Доказанные воздействия

Небольшое количество исследований возможных свойств повышения работоспособности обусловлено определенной опасностью, связанной с употреблением кокаина. На основании хорошо контролируемых исследований можно утверждать, что кокаин не обладает способностью повышать работоспособность, несмотря на его сходство с амфетаминами.

Риск, связанный с употреблением кокаина

Спортсмены должны знать, что даже если кокаин и улучшает мышечную деятельность, риск, связанный с его употреблением, намного превышает возможное благоприятное воздействие на спортивные результаты. Тщательный обзор научной литературы позволяет уверенно утверждать, что употребление кокаина связано со значительным риском для здоровья, при отсутствии каких-либо улучшений мышечной деятельности [11, 14, 33, 42]. Причиной смерти ряда известных спортсменов было употребление кокаина.

Кокаин может быть причиной ряда психологических нарушений, таких, как раздражительность, тревожное возбуждение, беспокойство, страх. Он может вызывать бессонницу, а при продолжительном использовании — кокаиновый психоз, характеризующийся галлюцинациями, который может перейти в паранойю.

С точки зрения физиологии вдыхание кокаина может привести к воспалению, и в конечном итоге уничтожить слизистую носовых ходов. Более того, кокаин может усилить действие норадреналина на сердце, что в ряде случаев приведет к серьезной аритмии, иногда с летальным исходом. Значительно стимулируя деятельность сердца, кокаин оказывает огромную нагрузку даже на здоровое сердце. Поскольку его влияние проявляется очень быстро, сердце может внезапно столкнуться с очень большой нагрузкой, что вызовет его остановку. В сочетании с физической нагрузкой риск смертельного исхода значительно повышается.

Кокаин — препарат, к которому наиболее сильно привыкают. Особенно это характерно для наиболее чистой формы кокаина — крэка, или рокка. В США проблема, связанная с употреблением кокаина, в последнее время стала весьма серьезной. Спортсмены, как правило, начинают использовать кокаин как средство восстановления, однако очень скоро привыкают к нему. Потребность в кокаине становится непреодолимой. Его употребляют все чаще и чаще, все время увеличивая дозу для достижения полного эффекта. В конце концов кокаин полностью завладевает ими.

ДИУРЕТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Диуретические средства воздействуют на почки, увеличивая образование мочи. При правильном употреблении они избавляют организм от избытка жидкости, поэтому их часто прописывают при гипертензии, отеках (задержке жидкости), связанных с хронической сердечной недостаточностью и т.п.

Предполагаемые положительные воздействия

Диуретические средства, как правило, применяются для контролирования массы тела. В течение десятков лет их использовали борцы, гимнасты и наездники для снижения массы тела. Не так давно с такой же целью их стали применять страдающие анорексией и кинорексией [48].

Их также используют некоторые спортсмены, применяющие запрещенные препараты, но не для улучшения мышечной деятельности. Поскольку диуретические препараты увеличивают потери жидкости, спортсмены надеются, что дополнительное количество жидкости в моче разбавит концентрацию запрещенных препаратов и, тем самым, снизит вероятность их обнаружения при проведении теста на допинг. Подобное использование различных средств для изменения состава мочи с целью избежать обнаружения запрещенных препаратов называется маскировкой [42].

Доказанные воздействия

Диуретические препараты значительно уменьшают массу тела, доказательств других потенциально положительных воздействий пока не обнаружено. Более того, ввиду ряда побочных действий их можно считать эрголитическими средствами. Потери жидкости обусловлены, главным образом, потерей внеклеточной жидкости, включая плазму. Для спортсменов циклических видов спорта такое снижение объема плазмы означает уменьшение максимального сердечного выброса, что, в свою очередь, приводит к снижению аэробной способности и отрицательному влиянию на мышечную деятельность.

Риск, связанный с употреблением диуретических средств

Диуретические средства также нарушают терморегуляцию. С повышением внутренней температуры тела, чтобы обеспечить отдачу тепла во внешнюю среду, организм должен обеспечить усиленный кровоток в коже. Однако вследствие пониженного объема плазмы крови, обусловленного употреблением диуретических средств, организм вынужден обеспечивать повышенное кровоснабжение центральных участков для поддержания венозного и артериального давления центрального кровообращения, а также адекватного кровоснабжения жизненно важных органов. Поэтому кровоснабжение кожи оказывается ограниченным и процесс теплоотдачи нарушается.

Кроме того, может возникнуть дисбаланс электролитов. Многие диуретические средства, вызывая потерю жидкости, одновременно приводят к потере электролитов. Например, диуретический препарат фуросемид ингибирует реабсорбцию натрия в почках, способствует выделению большего его количества в мочу. Поскольку жидкость следует за натрием, выделяется больше жидкости. Дисбаланс электролитов возникает вследствие потерь либо натрия, либо калия. В результате дисбаланса возникает утомление и судороги мышц. При более значительном дисбалансе возникает изнеможение, аритмия сердца и даже его остановка. Известны случаи смерти некоторых спортсменов вследствие дисбаланса электролитов, вызванного употреблением диуретических средств.

МАРИХУАНА

Марихуана — еще один так называемый восстановительный препарат. Подобно алкоголю она может оказывать как стимулирующее, так и подавляющее действие [45]. Марихуана воздействует преимущественно на ЦНС, хотя механизм ее действия мало изучен.

Предполагаемые положительные воздействия

Марихуана является эрголитическим средством [19]. Однако она довольно популярна, особенно среди самых молодых спортсменов, поэтому имеет смысл определить ее влияние на мышечную деятельность. Большинство из тех, кто употребляет марихуану, ищет в ней средство для достижения эйфории и расслабления. Подобно алкоголю она довольно часто используется как средство снятия напряжения. Многие молодые люди считают уместным использовать марихуану, поскольку их ровесники ее курят.

Доказанные воздействия

Марихуана отрицательно влияет на умения, требующие

- согласованных действий рук — глаз;
- быстрой скорости реакции;
- двигательной координации;
- способности следить за изменением ситуации;

- точности восприятия [42].

Особую проблему составляет так называемый синдром отсутствия мотивации, характерный для тех, кто курит марихуану. Он проявляется в апатии, потере честолюбивых замыслов, неспособности осуществить долгосрочные планы.

Риск, связанный с употреблением марихуаны

Исследования влияния марихуаны на здоровье человека ведутся и в настоящее время. Всего несколько сигарет с марихуаной приводит к изменению личности. Нарушается кратковременная память, что дает основание предположить хроническое нарушение функции мозга под воздействием марихуаны. Значительные дозы марихуаны вызывают галлюцинации и психотическое поведение.

Другая проблема касается способа употребления марихуаны. Обычно ее курят, но можно и есть. Всем известно, как влияет на здоровье курение обычных сигарет. Приводит ли к таким же последствиям курение марихуаны? На этот и другие вопросы еще предстоит ответить.

НИКОТИН

Спортсмены используют никотин в качестве стимулятора. Наиболее известная форма никотина — никотин сигарет. К счастью, количество курящих в последнее время сокращается, однако среди спортсменов довольно распространены бездымные формы никотина, содержащегося в жевательном, нюхательном и прессованном табаке, причем число его приверженцев увеличивается.

Некоторые спортсмены ищут в никотине средство, способствующее повышению работоспособности, большинство же просто привыкает к нему и использует ежедневно, так что его воздействия касаются и спортивной деятельности.

Предполагаемые положительные воздействия

Никотин является стимулятором. Некоторые спортсмены считают, что никотин их возбуждает и помогает лучше сконцентрироваться. Парадоксально, но это средство оказывает и успокаивающее действие. Поэтому многие используют его, чтобы успокоить "расшатанные" нервы.

Доказанные воздействия

Никотин, как правило, отрицательно влияет на спортивную деятельность. У курящих в основном более низкие показатели МПК, чем у некурящих; они обусловлены более интенсивным присоединением оксида углерода к гемоглобину, что снижает транспорт кислорода. Никотин (сигарет и бездымного табака) повышает ЧСС, артериальное давление и автономную реактивность. Кроме того, происходит сужение сосудов, ухудшается периферическое кровообращение, увеличивается секреция антидиуретического гормона и катехо-ламинов, повышаются уровни липидов крови, глюкозы плазмы, инсулина, кортизола и глюкагона. Поскольку воздействие никотина на мышечную деятельность недостаточно хорошо изучено, мы не можем сделать какие-либо определенные выводы.

Риск, связанный с употреблением никотина

Никотин оказывает серьезное продолжительное воздействие на здоровье человека. К нему очень сильно привыкают, поэтому многие из тех, кто впервые закурил в юношеском возрасте, спустя много лет сталкиваются с проблемой, как бросить курить.

Влияние никотина во многом зависит от того, как его применяют. Бездымные виды табака, как известно, приводят к раку горла, глотки и гортани. Курение является также причиной многих других видов рака, чаще всего рака легких. Курящие более восприимчивы к респираторным инфекциям, поскольку сигаретный дым парализует реснички респираторного эпителия, устраняющего из легких инородные частицы. Если они парализованы, очистительное действие нарушается либо вообще прекращается, и частицы оседают на альвеолах, блокируя или разрушая их. Курение может также привести к эмфиземе и серьезным нарушениям деятельности сердечно-сосудистой системы. Оно повышает содержание холестерина в крови и способствует развитию атеросклероза, что может привести к инфаркту миокарда или стенокардии. Вероятность сердечных приступов у курящих в два раза выше, чем у некурящих, кроме того, курение — основной фактор риска внезапной смерти.

В ОБЗОРЕ...

1. Кокаин — стимулятор ЦНС. По мнению некоторых спортсменов, чувство эйфории, возникающее при его употреблении, повышает мотивацию и уверенность в своих силах. Не доказано, что кокаин способствует повышению работоспособности.

2. У употребляющих кокаин возникает значительное привыкание к нему. Прием кокаина приводит к значительным психологическим расстройствам, оказывает многочисленные отрицательные воздействия на физиологическую деятельность и особенно на работу сердца, которые могут привести к летальному исходу.

3. Диуретические средства оказывают влияние на почки, увеличивая образование и выделение мочи. Их часто используют спортсмены для снижения или поддержания массы тела, а также с целью замаскировать применение ими запрещенных препаратов.

4. Уменьшение массы тела — единственное положительное воздействие диуретических средств, однако оно, в основном, обусловлено потерей внеклеточной жидкости, включая плазму крови. Это вызывает обезвоживание организма, что может привести к нарушению терморегуляции и дисбалансу электролитов.

5. Марихуана влияет на ЦНС, оказывая как возбуждающее, так и угнетающее действие.

6. Марихуана не является средством, способствующим повышению работоспособности, а обладает эрголитическими свойствами. Она нарушает согласованность действий рука—глаз (зрительно-моторной реакции), скорость мгновенной реакции, двигательную координацию, способность следить за изменением ситуации, точность восприятия.

7. Употребление марихуаны может привести к изменениям личности, нарушению кратковременной памяти, галлюцинациям и психотическому поведению. Курение марихуаны приводит к таким же последствиям, как и курение обычных сигарет.

8. Никотин является стимулирующим веществом. Употребляется в виде никотина сигарет или бездымного табака — жевательного, нюхательного и прессованного. Некоторые спортсмены считают, что табак оказывает на них возбуждающее действие и помогает сконцентрироваться, другие употребляют его, чтобы успокоиться.

9. Никотин отрицательно влияет на спортивную деятельность. Он вызывает ряд изменений деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной систем, нарушает функцию гормонов и процессы обмена веществ, что приводит к ухудшению субмаксимальной и максимальной работы.

10. Употребление никотина ведет к появлению различных форм рака и сердечно-сосудистым заболеваниям.

Кроме того, нарушается кровообращение в конечностях. Курение является главным фактором заболевания периферических сосудов, которое проявляется в сужении кровеносных сосудов конечностей. Согласно сообщениям Американской ассоциации по изучению заболеваний сердца, этим заболеванием страдают почти исключительно курящие. Значительно повышается риск обморожения у курящих спортсменов при выполнении мышечной деятельности в условиях низкой температуры окружающей среды. Вместе с тем есть средства, которые действительно могут оказывать положительное воздействие, например, эфедрин — популярный препарат для лечения простудных заболеваний. Однако многие из этих веществ также запрещены, что может привести к дисквалификации неосведомленных спортсменов, принимающих их, как правило, по совету своего врача для лечения какого-либо недомогания. Поэтому прежде чем принимать какое-либо лекарство следует проверить, не входит ли оно в список запрещенных.

Многие фармакологические средства не обладают свойствами увеличения работоспособности, в чем уверены некоторые спортсмены. Некоторые средства запрещены к использованию, поскольку могут привести к серьезным заболеваниям. Запрещение веществ направлено на то, чтобы оградить спортсменов от пагубного влияния этих веществ на их организм, некоторые из них могут привести к летальному исходу

ГОРМОНАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Применение гормональных средств для улучшения работоспособности спортсменов началось в конце 40-х — начале 50-х годов. В период с 1950 по 1980 гг. чаще всего применяли анаболические стероиды. Во второй

половине 80-х годов появилось новое средство, повышающее работоспособность — синтетический гормон роста; в это же время женщины-спортсменки начали экспериментировать с пероральными противозачаточными средствами, чтобы выяснить, могут ли манипуляции с менструальными циклами положительно повлиять на спортивные результаты.

Влияние анаболических стероидов на спортивную деятельность всесторонне изучалось в процессе многочисленных научных исследований. В то же время очень мало известно о влиянии гормона роста и пероральных противозачаточных средств. Анаболические стероиды и гормон роста относятся к числу запрещенных препаратов вследствие высокой степени риска для здоровья спортсменов. Употребление пероральных противозачаточных средств также опасно для здоровья, хотя в настоящее время их использование в спорте не контролируется.

Рассмотрим три основные группы гормональных средств, которые в настоящее время используются спортсменами, — анаболические стероиды, гормон роста и пероральные противозачаточные средства.

АНАБОЛИЧЕСКИЕ СТЕРОИДЫ

Андрогены — анаболические стероиды, почти идентичны мужским половым гормонам (см. главу 6). Анаболические (укрепляющие) свойства этих стероидных гормонов ускоряют процесс роста вследствие увеличения интенсивности развития костей и более интенсивного развития мышечной массы. Многие годы анаболические стероиды прописывали подросткам с задержкой развития для нормализации этого процесса. Появление синтетических стероидов позволило изменить естественный химический состав этих гормонов с тем, чтобы снизить их андрогенные (маскулинизирующие) свойства и увеличить анаболическое воздействие на мышцы.

Предполагаемые положительные воздействия

Теоретически использование стероидов увеличивает чистую массу тела и силу. Следовательно, анаболические стероиды могут представлять очевидный интерес для спортсменов, занимающихся видами спорта, для которых большое значение имеют размеры мышц, размеры тела и сила. Спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, весьма заинтересовали сообщения о том, что употребление анаболических стероидов увеличивает аэробную производительность. Также утверждается, что анаболические стероиды повышают интенсивность восстановления после изнурительных тренировочных занятий и дают возможность интенсивно тренироваться в последующие дни. Это действие анаболических стероидов привлекло к ним повышенное внимание представителей практически всех видов спорта. Анаболические стероиды очень распространены среди спортсменов, являясь главной проблемой в спорте.

Доказанные воздействия

Ограниченные возможности научных исследований проявились при изучении воздействий анаболических стероидов. Результаты самых первых исследований были диаметрально противоположными. В одних исследованиях не наблюдали какого-либо влияния анаболических стероидов ни на размеры тела, ни на мышечную деятельность, в других — отмечали увеличение мышечной массы и силы. Главной проблемой практически всех исследований остается неспособность наблюдать в лабораторных исследованиях воздействия доз анаболических стероидов, применяемых в спортивном мире. Некоторые спортсмены превышают рекомендуемую максимальную дозу в 5 — 10 раз. Очевидно, было бы по меньшей мере неэтичным провести исследование влияния таких значительных доз. К счастью, есть другой вариант. Рассмотрим влияние стероидов на мышечную деятельность.

Мышечная масса и сила. Ученые имели возможность наблюдать за спортсменами, которые по собственной воле принимали более высокие дозы анаболических стероидов. В одном из исследований у 7 тяжелоатлетов наблюдали действие относительно больших доз стероидов [27]. Два периода, продолжительностью по 6 недель, в течение которых испытуемым давали анаболические стероиды, были разделены 6-недельным периодом обычных тренировочных занятий. Во время первого периода половине испытуемых давали плацебо, второй половине — анаболические стероиды. Во время второго периода первым давали анаболические стероиды, вторым — плацебо. Анализ данных показал, что во время употребления анаболических стероидов наблюдалось значительное увеличение:

- массы тела;
- содержания калия и азота, свидетельствующие об увеличении чистой массы тела;
- размера мышц;
- силы и производительности мышц ног.

Во время периода употребления плацебо подобные изменения не наблюдались. Результаты этого исследования показаны на рис. 14.3.

Во втором исследовании наблюдали изменения состава тела у профессиональных культуристов и

тяжелоатлетов [22]. Они сами себе "прописали" высокие дозы стероидов. Культурист употреблял стероиды в течение 140 дней, тяжелоатлет — в течение 125 дней. Показатели чистой массы тела увеличились в среднем на 19,2 кг, количество жира снизилось почти на 10 кг.

Форбс перенес результаты многочисленных исследований влияния различных доз анаболических стероидов на графики [22]. Он пришел к заключению, что небольшие дозы анаболических стероидов приводят к незначительному (1 — 2 кг) увеличению чистой массы тела. В то же время высокие дозы стероидов вызывают значительное увеличение чистой массы тела. Результаты Форбса показывают пороговый уровень доз стероидов; только очень высокие дозы вызывают значительное увеличение чистой массы тела.

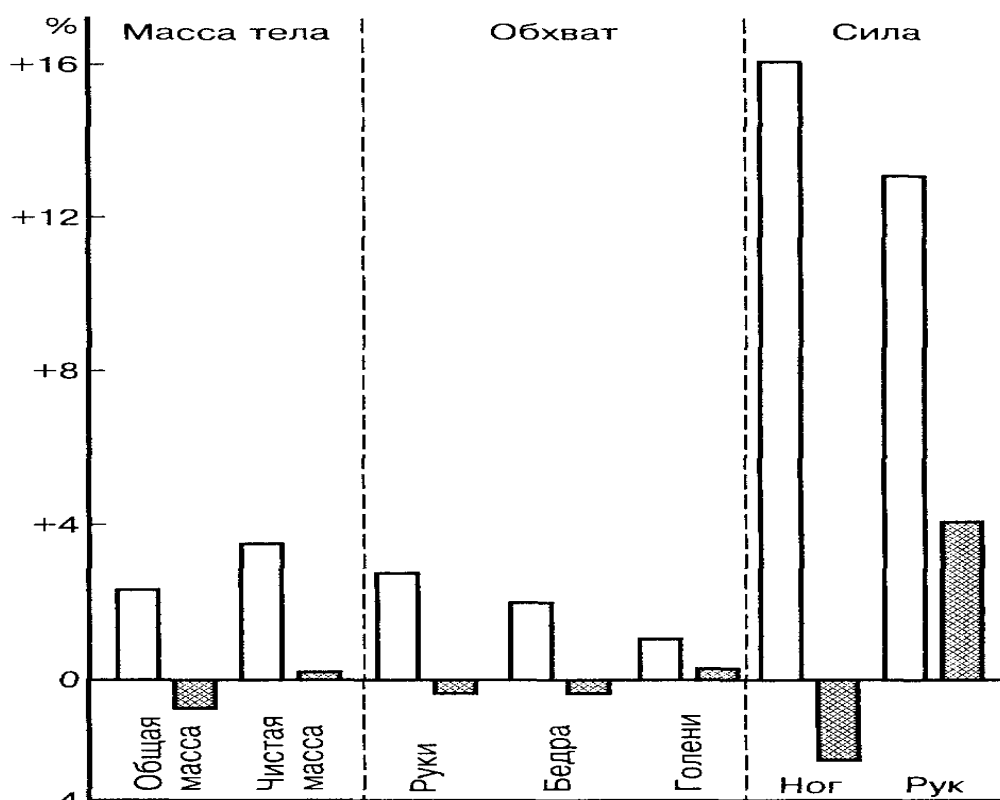


Рис. 14.3. Изменение массы, состава тела и силовых способностей вследствие использования анаболических стероидов (Ш) и плацебо (П). Данные Херви и соавт. (1981)

В 1987 г. Американский колледж спортивной медицины издал пересмотренный вариант своей позиции в отношении применения андроген-анаболических стероидов в спорте [2]. В нем, в частности, отмечалось, что при адекватном питании использование стероидов приводит к увеличению общей массы тела и очень часто — к увеличению чистой массы тела. Кроме того, отмечено, что у некоторых людей употребление анаболических стероидов повышает степень обычного увеличения силы мышц вследствие высокоинтенсивных тренировочных занятий и правильного режима питания. Этот вывод подтвердили результаты ряда последних исследований [34, 42].

Кардиореспираторная выносливость. В ряде первых исследований наблюдали увеличение МПК в результате употребления анаболических стероидов. Эти результаты соответствуют известному влиянию анаболических стероидов на увеличение образования эритроцитов и общий объем крови. Однако в этих исследованиях МПК определяли косвенно. В более поздних исследованиях, где МПК определяли непосредственно, оказалось, что анаболические стероиды не оказывают на него никакого влияния.

В опубликованной позиции АКСМ отмечается, что анаболические стероиды не способствуют повышению аэробной мощности и не увеличивают способность мышц выполнять физическую работу [2]. Следует, однако, отметить, что ни в одном из исследований влияния употребления анаболических стероидов не принимали участие в качестве испытуемых тренированные спортсмены, занимающиеся циклическими видами спорта.

Восстановление после тренировочных занятий. Весьма привлекательным выглядит предположение, что анаболические стероиды повышают интенсивность восстановления после высокоинтенсивных тренировочных занятий. Одна из главных забот тренеров, работающих со спортсменами высочайшего уровня, — снижение отрицательных физиологических и психологических воздействий, обусловленных

высокоинтенсивными тренировочными занятиями, чтобы спортсмен мог тренироваться с максимальной интенсивностью изо дня в день. На данный момент нет данных, подтверждающих это предположение.

Риск, связанный с употреблением анаболических стероидов

Хотя употребление анаболических стероидов может оказывать благоприятное воздействие на определенные виды спортивной деятельности, необходимо остановиться на некоторых моментах. Ни с моральной, ни с этической точек зрения неоправданно использование спортсменами различных препаратов для улучшения шансов на успех в соревнованиях. Многие спортсмены отрицательно относятся к своим соперникам, использующим различные препараты для улучшения мышечной деятельности. Вместе с тем многим из них приходится самим прибегать к анаболическим стероидам, чтобы противостоять своим соперникам, давно использующим эти препараты. Честное ведение спортивной борьбы невозможно, если вы единственный из участников данного соревнования, не употребляющий стероиды.

Насколько серьезна проблема использования анаболических стероидов? Если в прошлом анаболические стероиды применяли в основном мужчины, то в настоящее время их используют многие спортсменки, чтобы увеличить чистую массу тела, силу и спортивные результаты. Анаболические стероиды стали использовать спортсмены — учащиеся университетов и средних школ. Более того, их применяют подростки, не занимающиеся спортом, просто для того, чтобы хорошо выглядеть, и число таких подростков неумолимо возрастает.

Одно время, по оценкам специалистов, приблизительно 80 % тяжелоатлетов, метателей диска и копья, толкателей ядра национального уровня применяли анаболические стероиды, причем, по мнению большинства, эта цифра была заниженной

Несомненно, спортсмены подвергаются значительным нагрузкам, однако стоит ли рисковать, применяя анаболические стероиды? Они являются запрещенными препаратами, и уличенный в их применении спортсмен рискует быть пожизненно дисквалифицированным. Однако еще больший риск эти препараты несут для здоровья, особенно если употребляются в больших дозах. Использование стероидов тем, кто не достиг физической зрелости, может привести к преждевременному замыканию эпифиза длинных трубчатых костей и, следовательно, к меньшему росту. Использование анаболических стероидов подавляет секрецию гонадотропных гормонов, контролирующих развитие и функцию половых желез (яичек и яичников). У мужчин пониженная секреция гонадотропина может привести к атрофии яичек, уменьшению выделения тестостерона и пониженному количеству спермы. Уменьшенное количество тестостерона у мужчин может вызвать увеличение грудных желез. Гонадотропные гормоны у женщин необходимы для осуществления овуляции и секреции эстрогенов, поэтому пониженное содержание этих гормонов приводит к нарушению этих процессов, а также менструального цикла. Кроме того, это может вызвать маскулинизацию — уменьшение объема груди, увеличение клитора, огрубение голоса, появление волос на лице.

Другим побочным действием употребления анаболических стероидов может быть увеличение предстательной железы у мужчин. Известны также случаи нарушения функции печени, обусловленные развитием химического гепатита, вследствие употребления стероидов, которые могут перейти в рак печени.

У тех, кто употребляет анаболические стероиды продолжительное время, может наблюдаться кардиомиопатия (заболевание сердечной мышцы). Ученые наблюдали значительное снижение уровней альфа-липопротеинов холестерина высокой плотности — до 75 % и больше у спортсменов, употреблявших даже средние дозы стероидов (рис. 14.4). Эти вещества обладают антиатерогенными свойствами, т.е. препятствуют развитию атеросклероза. Низкие уровни этих веществ сопряжены с высоким риском возникновения ишемической болезни сердца и сердечными приступами (см. главу 20).

Употребление стероидов приводит к значительным изменениям личности, наиболее очевидным из которых является повышенная агрессивность. Многие подростки становятся просто безудержными. По их собственному мнению, подобные резкие изменения настроения обусловлены употреблением анаболических стероидов. Кроме того, у принимающих стероиды развивается привыкание к ним. Наконец, большую озабоченность вызывает тот факт, что ни ученые, ни врачи не знают потенциальные возможности долгосрочного воздействия анаболических стероидов.

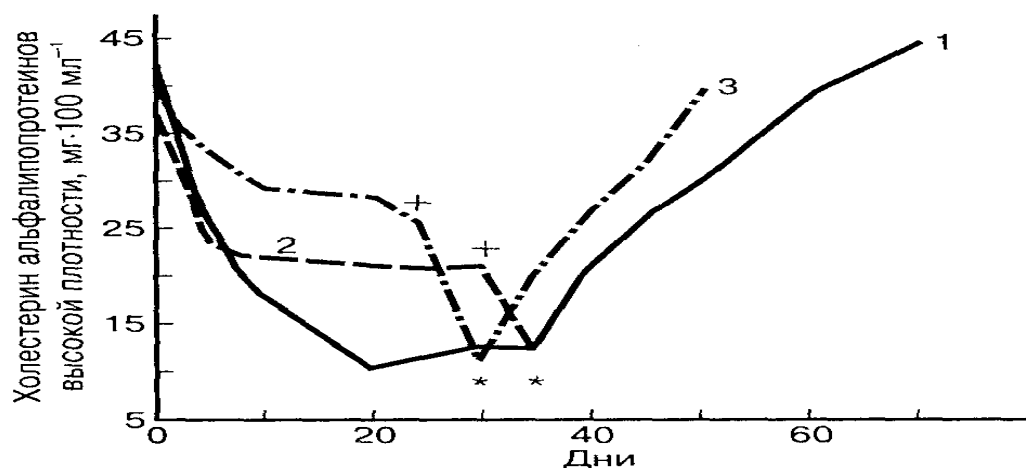


Рис. 14.4. Изменение уровней холестерина альфа-липопротеинов высокой плотности в результате применения анаболических стероидов: 1, 2, 3 — испытуемые; + — начало использования стероидов; * — прекращение использования стероидов. Данные Костилла и соавт. (1984)

Официальная позиция АКСМ и результаты последних исследований предоставляют более подробную информацию о возможных благоприятных воздействиях стероидов на спортивную деятельность, а также факторах риска для здоровья [2, 6, 34, 42, 51]. Большинство организаций, занимающихся делами спорта, разработали специальные информативные материалы в надежде, что они помогут в борьбе против применения стероидов. Кроме того, национальные руководящие организации большинства видов спорта учредили круглогодичные программы тестирования спортсменов на потребление анаболических стероидов.

В ОБЗОРЕ...

1. Анаболические стероиды правильнее было бы назвать синтетическими стероидами, поскольку в своем естественном состоянии они обладают анд-рогенными (маскулинизирующими) и анаболическими (укрепляющими) свойствами. Синтетические стероиды обладают максимально анаболическими и минимально андрогеническими действиями.

2. Анаболические стероиды предназначены для увеличения мышечной массы и силы, выносливости, а также интенсификации восстановления после изнурительных тренировочных занятий.

3. Анаболические стероиды действительно увеличивают мышечную массу и силу, однако их действие зависит от дозы. Они не повышают выносливость. Их способность интенсифицировать процесс восстановления после изнурительных тренировочных занятий не доказана.

4. Применение анаболических стероидов сопряжено со значительным риском. В частности, происходит изменение личности, наблюдаются вспышки неоправданной агрессивности, снижается количество спермы. Анаболические стероиды приводят к атрофии яичек, увеличению грудных желез у мужчин и уменьшению объема груди у женщин, увеличению предстательной железы у мужчин и маскулинизации у женщин, нарушению функции печени, развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

ГОРМОН РОСТА

В течение многих лет для лечения гипофизарного инфантилизма использовали гормон роста (ГР), выделяемый передней долей гипофиза. До 1985 г. этот гормон получали из гипофиза умерших людей, поэтому его количество было весьма ограниченным. В середине 80-х годов генная инженерия решила проблему получения ГР, хотя его стоимость по-прежнему высока. В это же время спортсмены начали экспериментировать с гормоном роста, заменяя им полностью или дополняя употребление анаболических стероидов.

Предполагаемые положительные воздействия

Пять функций ГР представляют несомненный интерес для спортсменов:

- 1) стимуляция синтеза белков и нуклеиновой кислоты в скелетной мышце;
- 2) стимуляция роста костей (удлинение), если не завершился процесс сращения (имеет большое значение для молодых спортсменов);
- 3) увеличение липолиза, ведущее к повышению концентрации свободных жирных кислот и общему уменьшению содержания жира в организме;

- 4) повышение уровней глюкозы крови;
- 5) более эффективное заживление повреждений скелетной мышцы.

Спортсмены начали применять этот гормон, считая, что он способствует развитию мышц в сочетании с увеличением чистой массы тела. Очень часто ГР применяют вместе с анаболическими стероидами, чтобы максимально повысить анаболические действия. В то же время многие спортсмены стали использовать ГР вместо анаболических стероидов, поскольку во время проверки на допинг очень трудно отличить синтетический гормон роста от естественного.

Доказанные воздействия

В настоящее время нельзя с уверенностью утверждать, что ГР способствует процессу заживления. Вместе с тем - в ходе многочисленных исследований было выявлено и другое действие гормона. В одном исследовании принимали участие физически здоровые мужчины в возрасте 61 — 81 года. После 6-месячного периода, во время которого 12 мужчинам давали ГР три раза в неделю, ученые обнаружили, что чистая масса тела увеличилась на 9 %; масса жира снизилась на 14 %;

плотность поясничных позвонков увеличилась на 2 %. В контрольной группе (9 мужчин) никаких изменений этих переменных за такой же период не было выявлено [38].

В другом исследовании молодых мужчин разделили на две группы. Обе группы тренировались на развитие силы. Испытуемым первой группы давали плацебо, испытуемым второй — ГР [50]. Через 12 недель у испытуемых второй группы обнаружили более значительные увеличения чистой массы тела; общего содержания жидкости в организме; интенсивности синтеза белков; белкового равновесия (интенсивность синтеза — расщепления). В то же время размер, сила и интенсивность синтеза белков в четырехглавых мышцах практически были одинаковыми в обеих группах, что свидетельствует о том, что силовая тренировка сама по себе приводит к одинаковым результатам, независимо от применения гормона роста.

Некоторые спортсмены используют и другие препараты, а также определенные аминокислотные добавки для стимулирования влияния ГР из гипофиза. В настоящее время не доказано, что это эффективно.

Факторы риска, связанные с применением гормона роста

Употребление ГР, как и анаболических стероидов, сопряжено с определенным риском для здоровья. Прием ГР после срачивания костей может привести к акромегалии. Это нарушение приводит к уплотнению костей, вызывающему расширение костей рук, ног и лица; уплотнение кожи и рост мягких тканей. Как правило, увеличиваются и внутренние органы. В конце концов это приводит к хронической слабости мышц, суставов и очень часто — к заболеваниям сердца. Употребление ГР может привести к смерти вследствие кардиомиопатии. Кроме того, ГР может вызвать диабет, гипертензию и непереносимость глюкозы.

ПЕРОРАЛЬНЫЕ ПРОТИВОЗАЧАТОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Пероральные противозачаточные средства содержат синтетический вариант эстрогенов и прогестеронов, которые предотвращают процесс овуляции.

Предполагаемые положительные влияния

Пероральные противозачаточные средства были предложены в качестве повышающих работоспособность ввиду того, что они контролируют менструальный цикл спортсменки. Многие женщины-спортсменки считают, что менструальный цикл не влияет на уровень их мышечной деятельности. По мнению других, менструальный цикл изменяет его. У спортсменок с циклическими колебаниями уровня мышечной деятельности очень часто наблюдается предменструальный синдром, проявляющийся в появлении эмоциональных или физических симптомов (чаще обоих) за 3 — 5 дней до менструаций. У многих наблюдается дисменорея (затрудненные или болезненные менструации).

Доказанные воздействия

Шенгоулд отметила, что вряд ли целесообразно или необходимо воздействовать на менструальный цикл, чтобы улучшить спортивные результаты [39]. Однако она также подчеркнула целесообразность использования пероральных противозачаточных средств для регуляции менструального цикла некоторыми сильнейшими спортсменками накануне важнейших соревнований, которые лучше выступают во время фолликулярной (начало цикла) фазы. Это достигается непрерывным приемом низких доз пероральных противозачаточных средств в течение нескольких месяцев перед соревнованием. За 10 дней до соревнования следует прекратить их принимать. Прекращение кровотечения следует ожидать в течение 3 дней после этого. Таким образом обеспечивается прогнозируемая структура кровотечения и к моменту начала соревнования — низкие уровни эстрогена и прогестерона. Этот метод относительно безопасен.

Риск, связанный с употреблением пероральных противозачаточных средств

Хотя использование пероральных противозачаточных средств довольно широко распространено, они не так уж безвредны. Употребление пероральных противозачаточных средств может вызывать:

- тошноту;
- увеличение массы тела;
- утомление;
- гипертензию;
- увеличение печени;
- образование тромбов;
- приступы стенокардии;
- сердечные приступы.

У курящих женщин риск возникновения последних трех расстройств значительно повышен.

В ОБЗОРЕ...

1. Гормон роста стимулирует синтез белков и нуклеиновых кислот в скелетной мышце, рост костей, усиливает липолиз (тем самым снижая количество жира в организме), повышает уровни глюкозы крови, ускоряет заживление травм скелетной мышцы.

2. Потенциальные свойства ГР повышать работоспособность изучались недостаточно тщательно. Результаты проведенных исследований подтверждают свойство ГР увеличивать чистую массу тела и уменьшать массу жира. В то же время ГР незначительно увеличивает (или вообще не увеличивает) мышечную массу и силу.

3. Употребление ГР вызывает акромегалию, гипертрофию внутренних органов, слабость мышц и суставов, диабет, гипертензию и заболевания сердца.

4. Пероральные противозачаточные средства предлагаются в качестве повышающих работоспособность спортсменок ввиду их свойства регулировать менструальный цикл.

5. В настоящее время имеется недостаточно доказательств того, что пероральные противозачаточные средства способствуют повышению работоспособности, вместе с тем они могут положительно влиять на женщин, страдающих пред-менструальным синдромом или дисменореей.

6. Употребление пероральных противозачаточных средств может вызывать тошноту, увеличение массы тела, утомление, гипертензию, увеличение печени, образование тромбов, приступы стенокардии и сердечные приступы.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

В качестве повышающих работоспособность предлагаются многие физиологические средства. Они улучшают физиологические реакции организма во время мышечной деятельности. С помощью этих средств в организме интенсифицируются естественные процессы жизнедеятельности и улучшается мышечная деятельность. Использование физиологических средств объясняется следующим образом. Если естественные количества вещества положительно влияют на мышечную деятельность, то большие их количества должны улучшать. Ряд физиологических средств эффективны в этом отношении, однако, как правило, только в довольно ограниченных условиях и для определенных видов спорта.

Как и в случае с гормональными средствами, многие спортсмены считают более этичным использовать эти

вещества, а не фармакологические средства, поскольку они есть в организме человека. Часто также считают, что если эти вещества есть в организме, вполне безопасно использовать их в любом количестве. К сожалению, это не так.

Мы рассмотрим лишь некоторые физиологические средства, используемые для повышения работоспособности:

- реинфузия крови;
- эритропоэтин;
- дополнительное потребление кислорода;
- аспаргиновую кислоту;
- нагрузку двууглекислой солью;
- фосфатную нагрузку.

РЕИНФУЗИЯ КРОВИ

Хотя любое изменение состава крови можно считать допингом, это понятие имеет более узкое значение. Допингом называют любое средство, обеспечивающее увеличение общего объема эритроцитов. Увеличение объема эритроцитов, как правило, достигается за счет переливания эритроцитарной массы, ранее взятой у испытуемого (аутогемотрансфузия) или у другого человека, имеющего такую же группу крови (гомоемотрансфузия).

Предполагаемые положительные воздействия

Поскольку кислород, связанный с гемоглобином, транспортируется по всему организму, вполне логично предположить, что увеличение количества эритроцитов, транспортирующих кислород к тканям, положительно повлияет на мышечную деятельность. Увеличение числа переносчиков кислорода должно повысить кислородтранспортную способность организма и обеспечить доставку большего количества кислорода к активным тканям. Если это имеет место, значительно повышается аэробная выносливость и, следовательно, уровень мышечной деятельности.

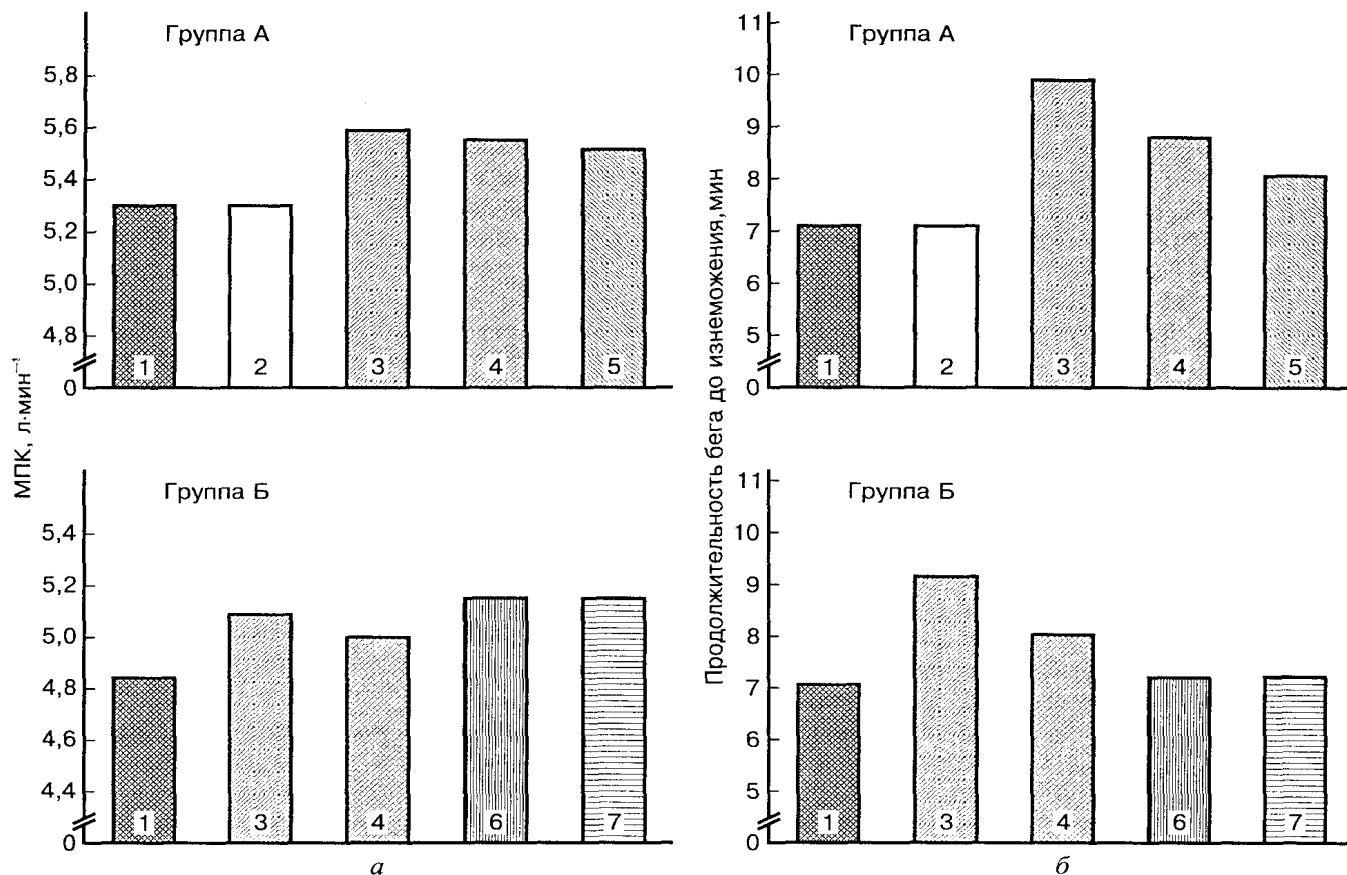


Рис. 14.5. Изменение МПК и продолжительности бега до изнеможения после реинфузии эритроцитов. 1 — контроль; 2 — плацебо; 3—24 часа; 4—7 дней; 5—16 недель; 6—16 недель плацебо; 7 — 17 недель; 3 — 7 — после реинфузии эритроцитов. Данные Буйка и соавт. (1980)

Доказанные воздействия

В начале 70-х годов XX ст. Экблом с коллегами буквально взбудоражили весь спортивный мир [21]. В одном из исследований они взяли у испытуемых 800 — 1 200 мл крови, а спустя 4 недели влили эритроциты обратно. Было установлено значительное (9 %) увеличение МПК и улучшение (23 %) результата выполнения работы на тред-бане. В последующие несколько лет данные одних исследований подтвердили результат, полученный Экбломом и соавт., тогда как других — нет.

Конец спорам об эффективности добавления крови положило исследование, проведенное в 1980 г. Буйком и соавт. [9]. 11 бегунов на длинные дистанции высокого класса тестировали в различные периоды исследования: 1) до взятия крови; 2) после восстановления нормального уровня эритроцитов, но до вливания взятой крови; 3) после реинфузии 50 мл солевого раствора (плацебо); 4) после реинфузии 900 мл ранее взятой и хранившейся в замороженном виде крови; 5) после того, как повышенные уровни эритроцитов возвратились к норме.

Как видно из рис. 14.5, значительно увеличивались МПК и улучшались результаты работы на тредбане после реинфузии эритроцитов (группа А), отсутствовали какие-либо изменения после реинфузии солевого раствора (группа Б). МПК оставалось повышенным в течение 16 недель, тогда как улучшенный результат, показанный при выполнении работы на тредбане, снизился в течение 7 дней.

Оптимизация положительных воздействий. Почему исследование Буйка и соавт. оказалось своего рода эпохальным? Гледжилл попытался объяснить противоречивые результаты первых исследований влияния добавления крови [23, 24]. В большинстве исследований, в которых не наблюдали влияния этого воздействия, реинфузировали очень небольшие объемы эритроцитов.

Кроме того, реинфузию осуществляли через 3 — 4 недели после взятия крови. Однако оказывается, что необходимо взять и затем повторно ввести не менее 900 мл цельной крови, поскольку меньший объем не вызывает таких значительных улучшений МПК и уровня мышечной деятельности. В некоторых исследованиях, в которых у испытуемых брали небольшой объем крови, не наблюдали никаких изменений.

Второе. Оказывается, прежде чем производить реинфузию, необходимо выждать 5 — 6, а возможно, и 10 недель, чтобы организм смог восстановить тот уровень гематокрита крови, который был до ее взятия.

И последнее. В первых исследованиях взятую кровь охлаждали. Максимальная продолжительность хранения крови в охлажденном виде — приблизительно 5 недель. Кроме того, при охлаждении около 40 % эритроцитов разрушается. В более поздних исследованиях кровь хранили в замороженном виде. Это позволяет хранить ее неограниченное время, кроме того, разрушается только около 15 % эритроцитов.

Гледхилл пришел к заключению, что реинфузия крови обеспечивает значительное увеличение МПК и уровня мышечной деятельности, требующей проявления выносливости, если соблюдаются такие оптимальные условия [23, 24]: реинфузируется, как минимум, 900 мл крови; интервал между взятием и реинфузированием крови составляет не менее 5—6 недель; кровь хранится в замороженном виде. Он также продемонстрировал, что эти результаты обусловлены непосредственным увеличением содержания гемоглобина в крови, а не повышенным сердечным выбросом вследствие увеличенного объема плазмы.

Реинфузия крови и выносливость. Означает ли увеличение МПК и улучшение результата при выполнении работы на тредбане вследствие реинфузии крови, что повышается уровень мышечной деятельности, требующей проявления выносливости? Этот вопрос был в центре внимания ряда исследований. В одном из них наблюдали за результатами бега на 5 миль (8 км) на тредбане у 12 опытных бегунов на длинные дистанции. Сравнивали результаты до и после введения солевого раствора (плацебо), а также до и после реинфузии крови [46]. Результаты значительно улучшились после реинфузии крови, особенно на последних 2,5 милях (4 км). Спортсмены после реинфузии пробегали последние 2,5 мили (4 км) на 33 с быстрее (3,7 %), а всю дистанцию — на 51 с быстрее (2,7 %), чем после введения плацебо.

В другом исследовании, в котором сравнивали результаты бега на 3 мили (4,8 км) у шести квалифицированных бегунов на длинные дистанции, наблюдали снижение результатов на 23,7 с после реинфузии крови. Этот показатель значительно отличался от показанных спортсменами во время "контрольной попытки вслепую" [25]. Последующие исследования подтвердили улучшение результатов в беге на длинные дистанции и в лыжных гонках после реинфузии крови. Рис. 14.6 иллюстрирует улучшение результатов на дистанциях до 11 км вследствие реинфузии крови.

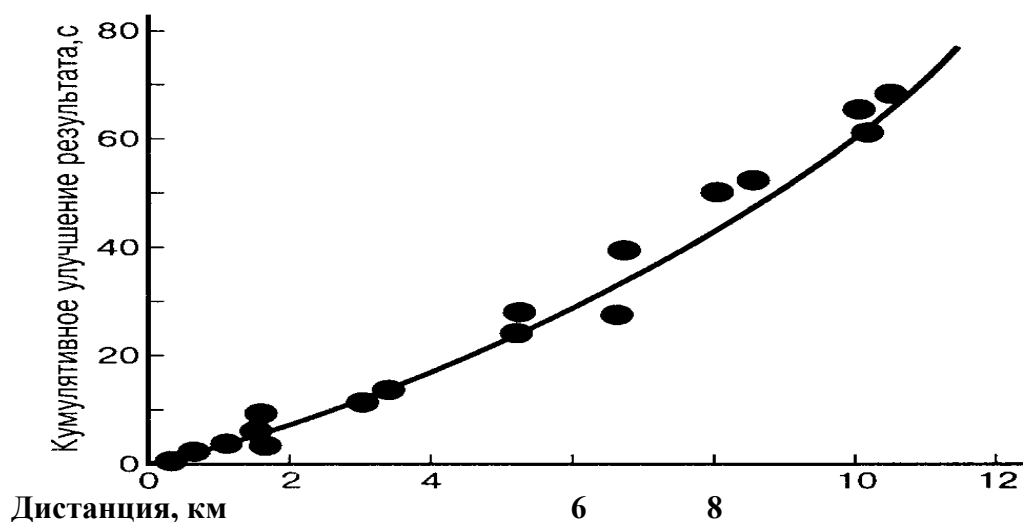


Рис. 14.6. Улучшение результата в беге на дистанции до 11 км после реинфузии эритроцитов из двух единиц крови, хранившейся в замороженном виде. Данные Сприета (1991)

Риск, обусловленный применением реинфузии крови

Хотя сама по себе эта процедура относительно безопасна, если ее осуществляет компетентный врач, существует определенная степень риска. Введение дополнительного объема крови в сердечно-сосудистую систему может привести к ее перегрузке, кровь становится более вязкой, что может вызвать повышенное свертывание и, возможно даже, сердечную недостаточность. При аутогемотрансфузии, когда реципиенту вливают его же кровь, существует вероятность того, что кровь могут перепутать. При гомогемотрансфузии, когда вводят кровь донора, возникают другие проблемы. Например, могут ввести кровь не той группы, может возникнуть аллергическая реакция. Спортсмен может испытывать озноб, жар, приступы тошноты. Кроме того, спортсмен рискует заразиться гепатитом или вирусом иммунодефицита человека (СПИД).

Риск, связанный с применением реинфузии крови, если не принимать во внимание моральные, правовые и этические аспекты, значительно превышает любые положительные результаты.

ЭРИТРОПОЭТИН

Эритропоэтин можно было бы отнести к допингу, поскольку он входит в тот же класс средств, однако ввиду некоторого отличия в механизме действия, рассмотрим его отдельно. Эритропоэтин — гормон, вырабатываемый почками. Он стимулирует образование эритроцитов. Благодаря эритропоэтину увеличивается образование эритроцитов при проведении тренировочных занятий в условиях высокогорья, поскольку тренировка в условиях пониженного парциального давления кислорода стимулирует выделение эритропоэтина.

Генная инженерия позволяет получить этот гормон в достаточном количестве. Он значительно повышает гематокрит у людей, страдающих почечной недостаточностью.

Предполагаемые положительные воздействия

Теоретически Эритропоэтин должен оказывать такое же действие, как и реинфузия эритроцитов, т.е. увеличивать объем эритроцитов, тем самым улучшая транспорт кислорода.

Доказанные воздействия

Свойство эритропоэтина увеличивать кислородтранспортную способность организма было продемонстрировано в 1991 г., когда впервые исследовали влияние подкожных инъекций небольших доз эритропоэтина на МПК и максимальную продолжительность работы на тредбане. В исследовании принимали участие тренированные и хорошо тренированные испытуемые [20]. Спустя 6 недель после инъекций наблюдали повышение концентрации гемоглобина и гематокрита на 10 %; увеличение МПК на 6 — 8 % и продолжительности работы до изнеможения на 13- 17 %.

Семь из 15 испытуемых за 4 мес. до этого принимали участие в исследовании влияния реинфузии эритроцитов. В обоих исследованиях увеличение МПК и продолжительности работы до изнеможения были почти идентичными и объяснялись непосредственно повышением концентрации гемоглобина.

Риск, связанный с использованием эритропоэтина

Использование эритропоэтина может привести к довольно серьезным последствиям. Несколько случаев смерти велосипедистов в начале 90-х годов связывали с употреблением эритропоэтина, что, однако, не было подтверждено.

Последствия применения эритропоэтина труднее предугадать, чем результаты реинфузии эритроцитов. После того как гормон попал в организм, никто не определит, какое количество эритроцитов образуется. Это значительно повышает риск увеличения вязкости крови, что может привести к ее повышенному свертыванию и сердечной недостаточности.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

Сидя у телевизора, вы смотрите футбольный матч. Бегущая назад "звезда" освобождается от опеки, пробегает метров тридцать, успешно завершает атаку, затем с трудом добирается до скамейки запасных игроков, хватается за кислородную маску и начинает дышать 100 %-ным кислородом, чтобы обеспечить восстановление. Насколько это лучше, чем обычный воздух?

Предполагаемые положительные воздействия

Очевидно, дополнительное потребление кислорода направлено на то, чтобы увеличить его содержание в крови, как и при реинфузии крови. Реинфузия крови осуществляет это, повышая кислородтранспортную способность организма, тогда как дополнительное потребление кислорода непосредственно увеличивает объем кислорода в крови. Таким образом спортсмен надеется как можно дольше отсрочить наступление утомления. Этот метод также предлагается для быстрого восстановления сил между изнурительными тренировочными нагрузками.

Доказанные воздействия

Первые попытки изучить положительное воздействие потребления чистого кислорода были предприняты еще в начале XX ст. Однако только в 1932 г. во время Олимпийских игр кислород стали рассматривать как средство, оказывающее положительное влияние на спортивную деятельность. В тот год японские пловцы одержали убедительные победы. Многие объяснили их успех вдыханием чистого кислорода перед стартом. К сожалению, трудно сказать, был ли их успех обусловлен потреблением кислорода, или тем, что они просто были сильнее.

С точки зрения истории, одним из первых исследований, в котором наблюдали влияние вдыхания кислорода на мышечную деятельность, было исследование, проведенное сэром Роджером Бен-нистером, ученым и врачом, известным во всем мире благодаря изучению неврологических расстройств [7]. Как спортсмен доктор Беннистер первым в мире преодолел дистанцию в 1 милю быстрее 4 мин.

Кислород можно потреблять непосредственно перед соревнованием, во время соревнования, в процессе восстановления после соревнования или комбинированно.

Использование кислорода непосредственно перед физической нагрузкой оказывает незначительное влияние на мышечную деятельность. Потребление кислорода повышает объем или интенсивность выполняемой работы только небольшой продолжительности, к выполнению которой приступают спустя несколько секунд после потребления кислорода. Во время таких кратковременных периодов физической нагрузки субмаксимальная работа может выполняться при пониженной частоте пульса. Если к выполнению физической нагрузки не приступают в течение нескольких секунд после потребления кислорода, никаких улучшений не происходит.

Влияние потребления кислорода значительно уменьшается, если продолжительность физической нагрузки превышает 2 мин и к ее выполнению приступают при более чем через 2 мин после вдыхания кислорода. Это отражает ограниченный потенциал накопления кислорода организмом — лишнее количество кислорода быстро исчезает.

При потреблении кислорода во время выполнения физической нагрузки улучшаются некоторые параметры мышечной деятельности. В частности, значительно увеличивается общий объем выполняемой работы, а также ее интенсивность. Кроме того, продуктивнее выполняется субмаксимальная работа при более низких физиологических затратах. Следует отметить снижение пиковых уровней лактата крови после изнурительной физической нагрузки, выполняемой при вдыхании кислорода, несмотря на выполнение значительно большего объема работы.

Исследования потребления кислорода во время периода восстановления не показали каких-либо изменений. Процесс восстановления не улучшается, как не улучшается и уровень последующей мышечной деятельности. В исследовании, проведенном в нашей лаборатории, результаты которого не публиковались, испытуемые выполняли изнурительную физическую нагрузку с максимальным усилием на велоэргометре в течение 60 с. После этого в течение 2-минутного периода восстановления они сразу же начинали дышать газовой смесью чистого кислорода либо воздуха. После этого выполнялся второй 60-секундный тест. Потребление кислорода не оказывало никакого воздействия ни на процесс восстановления, ни на общий объем работы, выполненной во время второго теста. Результаты этого исследования приведены на рис. 14.7. В подобном исследовании с участием профессиональных футболистов, выполнявших бег на тредбане, наблюдали точно такую же картину [49].

С практической точки зрения потребление кислорода перед выполнением физической нагрузки малоэффективно ввиду относительно короткого периода времени, в течение которого запасы кислорода остаются повышенными. В то же время сущность большинства видов спорта не позволяет спортсмену начинать соревнование сразу же после потребления кислорода. Эффективность использования кислорода во время выполнения мышечной деятельности ограничена объективными причинами: в каком виде спорта или в какой спортивной дисциплине вы можете нести баллон с кислородом без значительного ограничения движений?

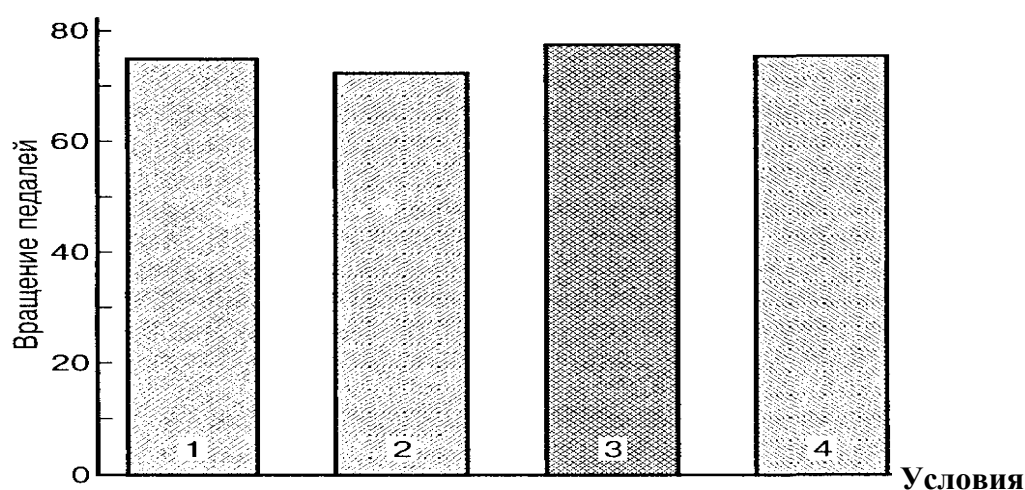


Рис. 14.7. Вращение педалей в течение второго максимального 60-секундного цикла работы на велоэргометре, который выполнялся спустя 2 мин после первого идентичного цикла. Между циклами испытуем дышали кислородом (60 и 100 %) либо комнатным воздухом: 1 - 100 % O₂; 2 - 60 % O₂; 3 - плацебо; 4 контроль

Таким образом, период восстановления представляется наиболее подходящим моментом для потребления кислорода. Однако это имеет смысл только в том случае, если потребление кислорода ускоряет процесс восстановления сил и помогает спортсмену снова принять участие в состязании, более полно восстановившись. К сожалению, результаты исследований не подтверждают положительное воздействие потребления кислорода на процесс восстановления.

Риск, связанный с потреблением дополнительного количества кислорода

В настоящее время не выявлен риск, связанный с потреблением кислорода. Отметим только, что кислород легко воспламеняется, поэтому кислородные аппараты не следует помещать вблизи огня или источника тепла, а также вблизи курящих.

В ОБЗОРЕ...

1. Реинфузия крови направлена на искусственное увеличение объема эритроцитов в крови человека. Она была предложена для усиления мышечной деятельности, требующей проявления выносливости, вследствие улучшения кислородтранспортной способности крови.

2. В первых исследованиях наблюдали противоречивые результаты. В более позднем исследовании было выявлено значительное увеличение МПК, продолжительности работы до изнеможения, а также повышение уровня мышечной деятельности во время бега на длинные дистанции и лыжных гонок.

3. Применение этого метода может повышать ее свертывание, приводить к сердечной недостаточности. Существует также риск возникновения аллергических реакций, заражения гепатитом и внесением вируса СПИД.

4. Эритропоэтин — гормон, стимулирующий образование эритроцитов. Он предложен в качестве средства, способствующего повышению работоспособности, на том основании, что увеличение количества эритроцитов приводит к повышению кислородтранспортной способности крови.

5. Изучению свойств эритропоэтина посвящено немного исследований. В одном из них наблюдали увеличение МПК и продолжительности работы до изнеможения.

6. Ввиду невозможности предугадать степень реакции организма на Эритропоэтин, его использование может быть опасным. При перепроизводстве эритроцитов возможен летальный исход, поскольку повышенная вязкость крови может привести к образованию тромбов и сердечной недостаточности.

7. Потребление кислорода во время выполнения физической нагрузки улучшает работоспособность, однако сам процесс слишком громоздок, чтобы его можно было использовать в практической деятельности. Не доказана эффективность использования кислорода до и после выполнения физической нагрузки.

8. Кратковременные периоды (2—3 мин) потребления кислорода не связаны с каким-либо риском для здоровья спортсмена.

АСПАРАГИНОВАЯ КИСЛОТА

Увеличение интенсивности и продолжительности физической нагрузки приводит к повышению концентрации аммиака в крови, что связано с возникновением утомления. Аммиак — токсическое вещество. Для снижения токсического действия избыток аммиака превращается в печени в менее вредное вещество — мочевины. Аспарагиновая кислота является аминокислотой, принимающей участие в этом процессе.

Предполагаемые положительные воздействия

Существует предположение, что аспартаты (соли аспарагиновой кислоты) могут способствовать выведению аммиака из крови, тем самым отдалая наступление утомления.

Доказанные воздействия

В настоящее время ученые не пришли к единому мнению относительно действия аспартатов. Так, в одном из исследований восемь физически здоровых мужчин выполняли работу до изнеможения на велоэргометре с постоянной интенсивностью 75 % Vo_{2max} . Первый тест проводился после приема аспартатов, второй — после употребления плацебо [35]. Значительных различий в продолжительности работы до изнеможения

между двумя тестами не было выявлено. Спустя несколько лет было проведено точно такое же исследование с единственным исключением: доза аспартагов была чуть выше. В этом исследовании наблюдали значительные различия в продолжительности работы до изнеможения между двумя группами. Таким образом, в настоящее время нельзя сделать конкретный вывод о действии аспартагов. Необходимо провести хорошо контролируемые систематические исследования, варьируя дозы аспартагов и изменяя интенсивность нагрузок.

Риск, связанный с использованием аспаргиновой кислоты

На сегодняшний день нет никаких сведений о риске, связанном с использованием аспаргиновой кислоты. Необходимо проведение большего числа исследований, чтобы определить, безопасна ли она для здоровья.

НАГРУЗКА ДВУУГЛЕКИСЛОЙ СОЛЬЮ

Из главы 9 мы знаем, что бикарбонаты — важная часть буферной системы — обеспечивают сохранение кислотно-щелочного равновесия жидкостей организма. Вполне естественно, что ученые заинтересовались, нельзя ли усилить мышечную деятельность в анаэробных видах спорта, характеризующихся образованием большого количества молочной кислоты, на основании увеличения буферной способности организма за счет повышения концентрации двууглекислой соли в крови.

Предполагаемые положительные воздействия

Употребление средств, повышающих концентрацию двууглекислой соли в плазме крови, например, двууглекислого натрия, может привести к повышению рН крови, сделав ее более щелочной. Была выдвинута гипотеза, согласно которой повышение уровней двууглекислой соли в плазме увеличит буферную способность, что приведет к более высокой концентрации лактата в крови. Теоретически это может задержать возникновение утомления при кратковременной чисто анаэробной деятельности, такой, как спринт.

Доказанные воздействия

Пероральное употребление двууглекислого натрия повышает концентрацию двууглекислой соли в плазме. Однако это практически не влияет на его внутриклеточную концентрацию в мышце. Считалось, что именно этот факт ограничивает потенциально положительные действия употребления двууглекислой соли на анаэробную нагрузку продолжительностью более 2 мин, поскольку физическая нагрузка продолжительностью менее 2 мин слишком кратковременна, чтобы достаточное количество ионов водорода (H^+ , из молочной кислоты) диффундировало из мышечных волокон во внеклеточную жидкость для последующей нейтрализации.

Однако в 1990 г. Рот и Брукс описали транспорт лактата клеточной мембраны, действующий в ответ на рН градиент [37]. Увеличение внеклеточной буферной способности вследствие употребления двууглекислой соли повышает внеклеточный рН, что, в свою очередь, приводит к увеличению транспорта лактата из мышечного волокна посредством мембранного транспортера в плазму крови и другие внеклеточные жидкости. Это должно улучшить уровень анаэробной деятельности в видах спорта, длящихся даже менее 2 мин.

Несмотря на то, что теория употребления двууглекислой соли для улучшения анаэробной деятельности выглядит довольно убедительно, данные исследований весьма противоречивы. Вместе с тем Линдермен и Фехи, изучая литературу по данному вопросу, обнаружили ряд важных закономерностей, которые могут служить объяснением существующим противоречиям [32]. Они пришли к выводу, что употребление двууглекислой соли не влияет или незначительно влияет на мышечную деятельность продолжительностью менее 1 мин или более 7 мин, тогда как уровень мышечной деятельности, длящейся от 1 до 7 мин, повышается вследствие употребления бикарбоната. Кроме того, они установили, что большую роль играет доза. В большинстве исследований с использованием дозы 300 мг·кг⁻¹ массы тела отмечали усиление мышечной деятельности в отличие от исследований, в которых применяли меньшую дозу. Таким образом, употребление 300 мг·кг⁻¹ массы тела двууглекислой соли может повышать уровень максимальной анаэробной деятельности продолжительностью 1 — 7 мин.

Этот вывод подтверждает исследование, результаты которого приведены на рис. 14.8. Концентрацию двууглекислой соли в крови искусственно повышали приемом бикарбоната до и во время пяти спринтерских заездов на велосипеде продолжительностью 1 мин каждый (рис. 14.8,а) [16]. Результат в последнем заезде улучшился на 42 %! Это увеличение количества двууглекислой соли в крови привело к снижению концентрации свободных H^+ как во время нагрузки, так и после нее (рис. 14.8,б), тем самым повысив рН крови. Авторы сделали вывод, что кроме улучшения буферной способности дополнительное количество двууглекислой соли ускоряет выведение ионов H^+ из мышечных волокон, тем самым сокращая снижение

внутриклеточного рН. 6 лет спустя, в 1990 г., Рот и Брукс сообщили о существовании транспортера лактата в клеточной мембране мышцы, который действует точно так же, как предположили Костилл и соавт. [16, 37].

Риск, связанный с нагрузкой двууглекислой солью

Двууглекислый натрий уже давно используют для лечения расстройств пищеварения. Однако многие исследователи, изучающие влияние нагрузки двууглекислой солью, указывают, что большие дозы вызывают серьезный желудочно-кишечный дискомфорт, включая диарею, спазмы и вздутие живота. Эти расстройства можно предотвратить, употребляя достаточное количество воды, а также разделив дозу 300 мг-кг⁻¹ массы тела на 5 равных частей и принимая их в течение 1 — 2 ч [32]. Некоторые авторы обнаружили подобное влияние на буферную способность и мышечную деятельность лимоннокислого натрия, который не приводит к желудочно-кишечному дискомфорту [30, 36].

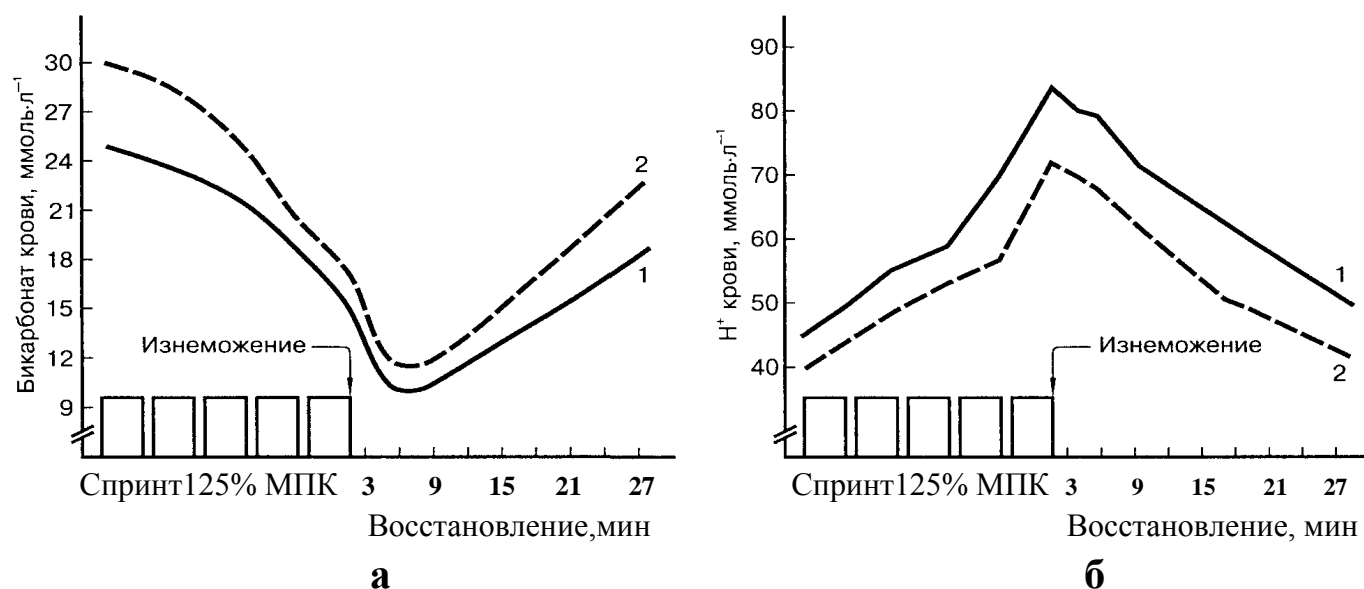


Рис. 14.8. Концентрация бикарбоната (HCO_3^-) в крови (а) и ионов водорода (H^+) в крови (б), до, во время и после 5 спринтерских заездов на велосипеде при употреблении и неупотреблении бикарбоната натрия (NaHCO_3). 5-й заезд проводился до состояния изнеможения. Повышенные концентрации HCO_3^- вызывали повышение концентрации H^+ в крови, меньшее снижение рН крови и более быстрое восстановление. Данные Костилла и соавт. (1984)

ФОСФАТНАЯ НАГРУЗКА

Еще в начале XX ст. ученых заинтересовала возможность увеличения потребления фосфата для улучшения функции сердечно-сосудистой системы и повышения обмена веществ при выполнении физической нагрузки. В ряде первых исследований выдвигалось предположение о том, что фосфатная нагрузка в виде фосфата натрия — эффективное средство улучшения работоспособности.

Предполагаемые положительные воздействия

Считают, что фосфатная нагрузка оказывает ряд положительных влияний во время выполнения мышечной деятельности: увеличение внутри- и внеклеточных уровней фосфата, обеспечивающее его достаточное количество для окислительного фосфорилирования и синтеза креатинфосфата, вследствие чего повышается способность организма производить энергию. Предполагают также, что это ускоряет синтез 2,3-дифосфоглицерата в эритроцитах. Это вещество способствует выделению кислорода из эритроцитов. Поэтому усиление его синтеза приводит к смещению вправо кривой диссоциации гемоглобин — кислород и выделению большего объема кислорода в активные мышцы [42]. Предлагают также использовать фосфатную нагрузку для улучшения реакции адаптации сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, повышения буферной способности организма и, следовательно, повышения выносливости и уровня мышечной деятельности.

Доказанные положительные влияния

Влияние фосфатной нагрузки изучали лишь в нескольких исследованиях. В одних наблюдали значительное увеличение МПК и продолжительности работы до изнеможения [10, 31, 41], в других не было обнаружено никаких изменений [8, 18]. Очевидно, фосфатная нагрузка оказывает определенное

положительное влияние, что должны подтвердить результаты последующих исследований в этом направлении.

Риск, обусловленный фосфатной нагрузкой

На данном этапе нет никаких данных о риске, обусловленном фосфатной нагрузкой, что частично обусловлено недостаточным количеством проведенных исследований.

В ОБЗОРЕ...

1. Аспарагиновая кислота — аминокислота, участвующая в процессе трансформации аммиака в мочевину в печени. Поскольку наличие чрезмерного количества аммиака в организме связано с возникновением утомления, предлагается использовать аспартаты для снижения объема образующегося во время выполнения физической нагрузки аммиака и, следовательно, отсрочки наступления утомления.

2. Результаты немногочисленных исследований свойств аспарагиновой кислоты противоречивы. Необходимо проведение большего числа исследований для изучения ее свойств и возможности применения без ущерба для здоровья.

3. Двууглекислая соль — важный компонент буферной системы организма, поддерживающий нормальный рН в результате нейтрализации избытка кислоты.

4. Нагрузка двууглекислой солью предлагается для повышения щелочности крови и, следовательно, буферной способности, обеспечивающей выведение большего количества лактата. Это должно способствовать задержке возникновения утомления.

5. Употребление по меньшей мере 300 мг·кг⁻¹ массы тела двууглекислой соли задерживает возникновение утомления и повышает уровень мышечной деятельности максимальной интенсивности продолжительностью более 1 мин и менее 7 мин.

6. Употребление двууглекислой соли может вызывать желудочно-кишечный дискомфорт, включая спазмы, диарею и вздутие живота.

7. Употребление фосфата натрия предлагается для улучшения деятельности сердечно-сосудистой системы и усиления обменных процессов. Во время мышечной деятельности фосфатная нагрузка повышает уровни фосфата в организме, что способствует окислительному фосфорилированию и синтезу креатинфосфата, увеличивает выделение кислорода в клетки, улучшает адаптацию сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, повышает буферную способность организма и выносливость.

8. В данный момент положительное влияние фосфатной нагрузки подтверждают результаты некоторых немногочисленных исследований. Следует отметить противоречивость этих результатов, а также неопределенность в отношении возможного риска, обусловленного фосфатной нагрузкой.

В заключение...

В этой главе мы рассмотрели некоторые вещества и методы, которые, как считают, могут способствовать повышению работоспособности. Все спортсмены должны четко понимать этические, моральные, правовые и медицинские последствия использования любого из средств, повышающих работоспособность. Список запрещенных к использованию препаратов пополняется ежедневно. Спортсмены, использующие запрещенные препараты, рискуют быть исключенными из соревнования. Кроме того, им могут запретить участвовать в соревнованиях в течение года и больше. В своем постоянном стремлении к успеху спортсмены могут легко и очень быстро привыкнуть к какому-либо препарату; к сожалению, многие не задумываются о последствиях своих действий до тех пор, пока их спортивная карьера не начинает рушиться или не возникают серьезные проблемы со здоровьем.

Мы изучили фармакологические, гормональные и физиологические средства, способствующие повышению работоспособности. В следующей главе остановимся на различных пищевых препаратах и выясним потребности в пище у спортсменов.

Контрольные вопросы

1. Что означает понятие "средство, способствующее повышению работоспособности"? Что такое эрголитическое действие?
2. Почему при изучении свойств какого-либо вещества или явления, способствующих повышению работоспособности, необходимо иметь контрольную группу и группу плацебо?
3. Как влияют средние и большие дозы алкоголя на спортивную деятельность?
4. Что в настоящее время известно об использовании амфетаминов в спорте? Какой риск связан с их употреблением?
5. При каких условиях бета-блокаторы можно считать средствами, способствующими повышению работоспособности? Какие эрголитические свойства характерны для них?
6. Как может кофеин улучшать спортивную деятельность?
7. Что известно о положительном действии кокаина и марихуаны?
8. Повышают ли работоспособность диуретические средства? Какой риск связан с их использованием?
9. Как влияют на спортивную деятельность анаболические стероиды? Каковы могут быть последствия их использования?
10. Что известно о гормоне роста как о средстве, способствующем повышению работоспособности? К чему может привести его использование?
11. Как используются пероральные противозачаточные средства для повышения работоспособности?
12. Что такое реинфузия крови? Улучшает ли она спортивную деятельность?
13. Как теоретически может положительно влиять на мышечную деятельность эритропоэтин?
14. Насколько эффективно потребление кислорода до, во время соревнования и в процессе восстановления?
15. Какие потенциально положительные свойства характерны для аспартатов, двууглекислой соли и фосфата?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. American College of Sports Medicine Position Statement. (1982). The use of alcohol in sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, ix-xi.
2. American College of Sports Medicine Position Statement. (1987). The use of anabolic-androgenic steroids in sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 534 — 539.
3. Anderson R.L., Wilmore J.H., Joyner M.J., Freund B.J., Hartzell A.A., Todd C.A., Ewy G.A. (1985). Effects of cardioselective and nonselective beta-adrenergic blockade on the performance of highly trained runners. *American Journal of Cardiology*, 55, 149D - 154D.
4. Anseime F., Collomp K., Mercier B., Ahmaydi S., Prcfaut C. (1992). Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. *European Journal of Applied Physiology*, 65, 188 - 191.
5. Ariel G., Saville W. (1972). Anabolic steroids: The physiological effects of placebos. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 4, 105-110.

Sports and Exercise, 4, 124 —126.

6. Bahrke M.S., Yesalis C.E., Wright J.E. (1990). Psychological and behavioural effects of endogenous testosterone levels and anabolic-androgenic steroids among males:

A review. *Sports Medicine*, 10, 303 — 337.

7. Bannister R.G., Cunnigham D.J.C. (1954). The effects of the respiration and performance during exercise of adding oxygen to the inspired air. *Journal of Physiology*, 125, 118 - 137.

8. Bredle D.L., Stager J.M., Brechue W.F., Farber M.O. (1988). Phosphate supplementation, cardiovascular function, and exercise performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 65, 1821 - 1826.

9. Buick F.J., Gledhill N., Froese A.B., Spriet E., Meyers E.C. (1980). Effect of induced erythrocythemia on aerobic work capacity. *Journal of Applied Physiology*, 48, 636 — 642.

10. Cade R., Conte M., Zauner C., Mars D., Peterson J., Lunne D., Hommen N., Packer D. (1984). Effects of phosphate loading on 2,3-diphosphoglycerate and maximal oxygen uptake. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 263 - 268.

11. Cantwell J.D., Rose F.D. (1986). Cocaine and cardiovascular events. *The Physician and Sportsmedicine*, 14 (11), 77 — 88.

12. Chandler J.V., Blair S.N. (1980). The effect of amphetamines on selected physiological components related to athletics success. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, 65 — 69.

13. Collomp R., Ahmaydi S., Chatard J.C., Audran M.,

Prefaut C. (1992). Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 64, 377 — 380.

14. Conlee R.K. (1991). Amphetamine, caffeine, and cocaine. In D.R.Lamb, M.H.Williams (Eds.) *Ergogenics — enhancement of performance in exercise and sport* (pp. 285 — 325). Dubuque, IA: Brown, Benchmark.

15. Costill D.L., Dalsky G.P., Fink W.J. (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and Science in Sports*, 10, 155 — 158.

16. Costill D.L., Verstappen F., Kuipers H., Janssen E., Fink W. (1984). Acid-base balance during repeated bouts of exercise: Influence of HCO^- . *International Journal of Sports Medicine*, 5, 228 -231.

17. Dodd S.L, Herb **R.A.**, Powers **S.K.** (1993). Caffeine and exercise performance: An update. *Sports Medicine*, 15, 14-23.

18. Duffy D.J., Conlee R.K. (1986). Effects of phosphate loading on leg power and high intensity treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 674 — 677.

19. Eichner E.R. (1989). Ergolytic drugs. *Sports Science Exchange*, 2(15), 1 — 4, Cliicago: Gatorade Sports Science Institute.

20. Ekblom B., Berglund B. (1991). Effect of erythropoietin administration on maximal aerobic power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 1, 88 - 93.

21. Ekblom B., Goldberg A.N., Gullbring B. (1972). Response to exercise after blood loss and reinfusion. *Journal*

of Applied Physiology, 33, 175 — 180.

22. Forbes G.B. (1985). The effect of anabolic steroids on lean body mass: The dose response curve. *Metabolism*, 34, 571 - 573.

23. Gledhill N. (1982). Blood doping and related issues: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 183- 189.

24. Gledhill N. (1985). The influence of altered blood volume and oxygen transport capacity on aerobic performance. *Exercise and Sports Science Reviews*, 13, 75 — 93.

25. Goforth H.W., Jr., Campbell N.L., Hodgdon J.A., Sucec A.A. (1982). Hematologic parameters of trained distance runners following induced erythrocythemia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 174 (abstract).

26. Graham T.E., Spriet L.L. (1991). Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, 71, 2292 — 2298.

27. Hervey G.R., Knibbs A.V., Burkinshaw L., Morgan D.B., Jones P.R.M., Chettle D.R., Vartsky D. (1981). Effects of methandienone on the performance and body composition of men undergoing athletic training. *Clinical Science*, 60, 457 -461.

28. Ivy J.L. (1983). Amphetamines. In M.H. Williams (Ed.), *Ergogenic aids in sport* (pp. 101 — 127). Champaign, IL: Human Kinetics.

29. Ivy J.L., Costill D.L., Fink W.J., Lower R.W. (1979). Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Medicine and Science in Sports*, 11, 6 — 11.

30. Kowalchuk J.M., Maltais S.A., Yamaji K., Hughson R.L. (1989). The effect of citrate loading on exercise performance, acid-base balance and metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 858 — 864.

31. Kreider R.B., Miller G.W., Williams M.H., Somma C.T., Nasser T.A. (1990). Effects of phosphate loading on oxygen uptake, ventilatory anaerobic threshold, and run performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 250 - 256.

32. Linderman J., Fahey T.D. (1991). Sodium bicarbonate ingestion and exercise performance: An update. *Sports Medicine*, 11, 71 — 77.

33. Lombardo J.A. (1986). Stimulants and athletic performance: Cocaine and nicotine. *Physician and Sports-medicine*, 14 (12), 85—91.

34. Lombardo J.A., Hickson R.C., Lamb D.R. (1991). Anabolic/androgenic steroids and growth hormone. In D.R. Lamb, M.H. Williams (Eds.) *Ergogenics-enhancement of performance in exercise and sport* (pp. 249 — 278). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.

35. Maughan R.J., Sadler D.J.M. (1983). The effects of oral administration of salts of aspartic acid on the metabolic response to prolonged exhausting exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, 4, 119 — 123.

36. McNaughton L.R. (1990). Sodium citrate and anaerobic performance: Implications of dosage. *European Journal of Applied Physiology*, 61, 392 — 397.

37. Roth D.A., Brooks G.A. Lactate transport is mediated by a membrane-bound carrier in rat skeletal muscle sarcolemmal vesicles. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 279, 377 - 385.

38. Rudman D., Feller A.G., Nagraj H.S., Gergans G.A., Lalitha P.Y., Goldberg A.F., Schlenker R.A., Cohn L., Rudman I.W., Mattson D.E. (1990). Effects of human growth hormone in men over 60 years old. *New England Journal of Medicine*, 323, 1 — 6.

39. Shangold M.M. (1988), Gynecologic concerns in exercise and training. In M. Shangold, G. Mirkin (Eds.), *Women and exercise: Physiology and sports medicine*, (pp. 186 — 194). Philadelphia: F.A. Davis.

40. Spriet L.L., MacLean D.A., Dyck D.J., Hultman E., Cederblad G., Graham T.E. (1992). Caffeine ingestion and muscle metabolism during prolonged exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 262, E891 — E898.

41. Stewart I., McNaughton L., Davies P., Tristram S. (1990). Phosphate loading and the effects on K⁺, ⁺ in

trained cyclists. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 61, 80- 84.

42. Wadler G.I., Hainline B. (1989). *Drugs and the athlete*. Philadelphia: F.A.Davis.

43. Wesson M., McNaughton L., Davies P., Tristram S. (1988). Effects of oral administration of aspartic acid salts on the endurance capacity of trained athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59, 234 — 239.

44. Williams M.H. (Ed.) (1983). *Ergogenic aids in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.

45. Williams M.H. (1991). Alcohol, marijuana, and beta blockers. In D.R.Lamb, M.H.Williams (Eds.), *Ergogenics— enhancement of performance in exercise and sport* (pp. 331 - 369). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.

46. Williams M.H., Wesseldine S., Somma T., Schuster R. (1981). The effect of induced erythrocythemia upon 5-mile treadmill run time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13, 169 — 175.

47. Wilmore J.H. (1988). Exercise testing, training, and beta-adrenergic blockade. *Physician and Sportsmedicine*, 16 (12), 45 - 52.

48. Wilmore J.H. (1991). Eating and weight disorders in the female athlete. *International Journal of Sports Nutrition*, 1, 104- 117.

49. Winter F.D., Snell P.G., Stray-Gundersen J. (1989). Effects of 100 % oxygen on performance of professional soccer players. *Journal of the American Medical Association*, 262, 227 — 229.

50. Yarasheski K.E., Campbell J.A., Smith K., Rennie M.J., Holloszy J.O., Bier D.M. (1992). Effect of growth hormone and resistance exercise on muscle growth in young men. *American Journal of Physiology*, 262, E261 — E267.

51. Yesalis C.E., Wright J.E., and Bahrke M.S. (1989). Epidemiological and policy issues in the measurement of the long term health effects of anabolic-androgenic steroids. *Sports Medicine*, 8, 129 — 138.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Catlin D., Wright J., Pope H., Jr., Liggett M. (1993). Assessing the threat of anabolic steroids. *The Physician and Sportsmedicine*, 21 (8), 37 — 44.

Clarkson P.M. (1993). Nutritional ergogenic aids: Caffeine. *International Journal of Sport Nutrition*, 3, 103 — 111.

Heigenhauser G.J.F., Jones N.L. (1991). Bicarbonate loading. In D.R.Lamb, M.H.Williams (Eds.), *Ergogenics — enhancement of performance in exercise and sport* (pp. 183 - 207). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.

Lamb D.R., Williams M.H. (Ed.) (1991). *Ergogenics - enhancement of performance in exercise and sport*.

Dubuque, IA: Brown & Benchmark. Morgan W.P. (Ed.) (1972). *Ergogenic aids and muscular performance*. New York: Academic Press. Rogol A.D. (1989). Growth hormone: Physiology, therapeutic use, and potential for abuse. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 17, 353 - 377. Spriet L.L. (1991). Blood doping and oxygen transport. In

D.R.Lamb, M.H.Williams (Eds.), *Ergogenics —enhancement of performance in exercise and sport* (pp.213 — 242).

Dubuque, IA: Brown & Benchmark. Wright J.E. (1981). Anabolic steroids and athletics. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 8, 149 — 202.

Yarasheski K.E., Zachwieja J.J., Angelopoulos T.J., Bier D.M. (1993). Short-term growth hormone treatment does not increase muscle protein synthesis in experienced weight lifters. *Journal of Applied Physiology*, 74 (6), 3073 - 3076.

Г л а в а 15

Питание и пищевая эргогеника

Значительные затраты энергии во время тренировочной и соревновательной деятельности — причина необычайно высоких требований к рациону питания спортсменов. Спортсмены, занимающиеся такими видами спорта, как плавание и бег на длинные дистанции, должны стремиться обеспечить баланс между количеством энергии, поступающей с пищей, и энергией, расходуемой организмом в процессе мышечной деятельности. Именно поэтому многие спортсмены обращают главное внимание не на качество, а на количество потребляемой пищи. Следует также отметить, что многие спортсмены в своем стремлении к успеху, кто раньше, кто позже, вели поиски какой-то "магической" пищи, которая обеспечила бы им победу. Как мы уже знаем, любое вещество, способствующее повышению работоспособности, считается эргогенным. К сожалению, пищевые манипуляции обычно основываются на утверждениях более успешно выступающих спортсменов, недостаточно качественных исследованиях и заверениях рекламных агентов. Отрасль спортивного питания изобилует множеством "чудотворных" рецептов.

В этой главе мы рассмотрим вещества, которые мы употребляем и их значение, не касаясь их роли в процессе биоэнергетики. Акцентируем внимание на оптимальном составе рациона питания, выясним особые пищевые потребности спортсменов. Кроме того, изучим, как питание влияет на мышечную деятельность, обратив внимание на возможные повышающие работоспособность свойства различных питательных веществ и развеяв многочисленные мифы о "чудодейственных" пищевых препаратах.

В 1970 г. мы провели исследование с целью выяснить, почему у спортсменов, интенсивно тренирующихся или выступающих в соревнованиях несколько дней подряд, постепенно развивается продолжительное утомление. Хорошо подготовленные марафонцы три дня подряд должны были выполнять в течение 2 ч бег на тредбане со скоростью, равной соревновательной. В течение этого периода спортсмены питались обычной смешанной пищей: 50 % углеводов, 35 % жиров и 15 % белков. В среднем за 2 ч спортсмены пробежали около 32 км (20 миль), а степень утомления возрастала изо дня в день. На третий день ни один из спортсменов не смог поддержать скорость бега двух предыдущих дней, и всем пришлось прекратить бег преждевременно. Чем было вызвано утомление? Данные биопсихического анализа мышц показали исключительно низкие уровни гликогена, вызванные неадекватностью рациона питания удовлетворению потребностей в энергии во время выполнения физической нагрузки. Можно ли предотвратить подобный дефицит энергии с помощью диеты?

Для достижения оптимального уровня мышечной деятельности необходим тщательный пищевой баланс основных питательных веществ. Правительство США (Национальный центр по исследованиям, Подкомитет по 10-му изданию Рекомендуемых норм питания) разработало стандарты оптимального потребления питательных веществ — так называемые рекомендуемые (ежедневные) нормы питания (РНП), обеспечивающие адекватное количество продуктов питания для сохранения нормального состояния здоровья. Эти нормы помогут людям, занимающимся умеренной мышечной деятельностью, правильно организовать свое питание.

Вместе с тем пищевые потребности некоторых спортсменов могут значительно превышать РНП. Потребности организма в энергии очень индивидуальны и зависят от массы тела спортсмена, пола и вида спорта. Энергетические потребности некоторых спортсменов составляют около 12 000 ккал/день. Кроме того, в некоторых видах спорта существуют строгие ограничения массы тела спортсменов, которым приходится постоянно следить за своим весом и, следовательно, за калорийностью потребляемой пищи. Очень часто это приводит к неправильному питанию, обезвоживанию организма и серьезным нарушениям здоровья. Следует также отметить, что пищевые манипуляции некоторых спортсменов, направленные на значительное уменьшение массы тела, представляют серьезную проблему, поскольку приводят к нарушению питания, в частности к анорексии и кинорексии.

Рацион питания человека должен включать относительно сбалансированное количество углеводов, белков и жиров, а именно

- углеводов — 55 — 60 %;
- жиров — не более 30 % (менее 10 % насыщенных);
- белков — 10 — 15 %.

Хотя все продукты питания в конечном итоге расщепляются на углеводы, белки и жиры, это не все питательные вещества, которые необходимы организму. Рассмотрим классы питательных веществ.

ШЕСТЬ КЛАССОВ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Энергия, образуемая в результате усвоения продуктов питания, необходима нам не только для того, чтобы выполнять физическую работу. Продукты питания можно разделить на 6 классов питательных веществ, каждое из которых выполняет особую функцию в нашем организме.

1. Углеводы.
2. Жиры (липиды).
3. Белки.
4. Витамины.
5. Минеральные вещества.
6. Вода.

• УГЛЕВОДЫ

Углеводы подразделяются на моно-, ди- и полисахариды. Моносахариды представляют собой простые сахара (глюкоза, фруктоза и галактоза), которые не расщепляются. Дисахариды (сахароза, мальтоза и лактоза) состоят из двух моносахаридов. Например, сахароза (столовый сахар) состоит из глюкозы и фруктозы. Полисахариды содержат более двух моносахаридов. В состав полисахаридов входят крахмал и гликоген, которые, в свою очередь, полностью состоят из единиц глюкозы. Сложные полисахариды, например, крахмалы, называют сложными углеводами. Организм использует все углеводы только после их расщепления до моносахаридов.

Углеводы выполняют в организме множество функций:

- являются основным источником энергии, особенно при выполнении физической нагрузки высокой интенсивности;
- регулируют обмен белков и жиров;
- являются единственным источником энергии нервной системы;
- являются источником синтеза гликогена печени и мышц.

Основные источники углеводов — фрукты, овощи, молоко, злаки и сладости. Почти чистыми углеводами являются рафинад, очищенная патока и крахмал зерновых. Только углеводы в основном содержатся в различных сладостях — меде, леденцах, желе, мелассе и сладких напитках.

Потребление углеводов и накопление гликогена

В организме человека, в основном в мышцах и печени, содержится избыток углеводов в форме гликогена. Именно поэтому потребление углеводов непосредственно влияет на содержание гликогена в мышцах и, следовательно, на способность атлета выступать в видах спорта, требующих проявления выносливости. Как видно из рис. 15.1, у интенсивно тренирующихся спортсменов, потребляющих пищу с низким содержанием углеводов (40 % общего количества калорий), очень часто наблюдается снижение содержания мышечного гликогена изо дня в день. Однако при потреблении пищи, богатой углеводами (70 % общего количества калорий), уровни мышечного гликогена почти полностью восстанавливаются в течение 22 ч. Кроме того, при поддержании высоких уровней гликогена спортсмены легче переносят тренировочные нагрузки.

Результаты первых исследований показали, что при потреблении мужчинами пищи, содержащей нормальное количество углеводов (около 55 % общего количества калорий), в их мышцах накапливается приблизительно 100 ммоль гликогена на 1 кг мышц. В одном из исследований было установлено, что при потреблении с пищей менее 15 % углеводов в мышцах накапливается всего 53 ммоль-кг⁻¹ гликогена, в то время как пища, богатая углеводами (60—70 %), приводит к накоплению до 205 ммоль-кг⁻¹. При выполнении испытуемыми физической нагрузки до изнеможения с интенсивностью 75 % МПК продолжительность работы была прямо пропорциональной количеству гликогена в мышцах перед тестом (рис. 15.2).

Рис. 15.1 Влияние содержания углеводов в рационе питания на запасы мышечного гликогена во время повторяющихся тренировочных нагрузок: 1 — диета с высоким содержанием углеводов; 2 — с низким содержанием углеводов. Данные Костилла и Миллера (1980)

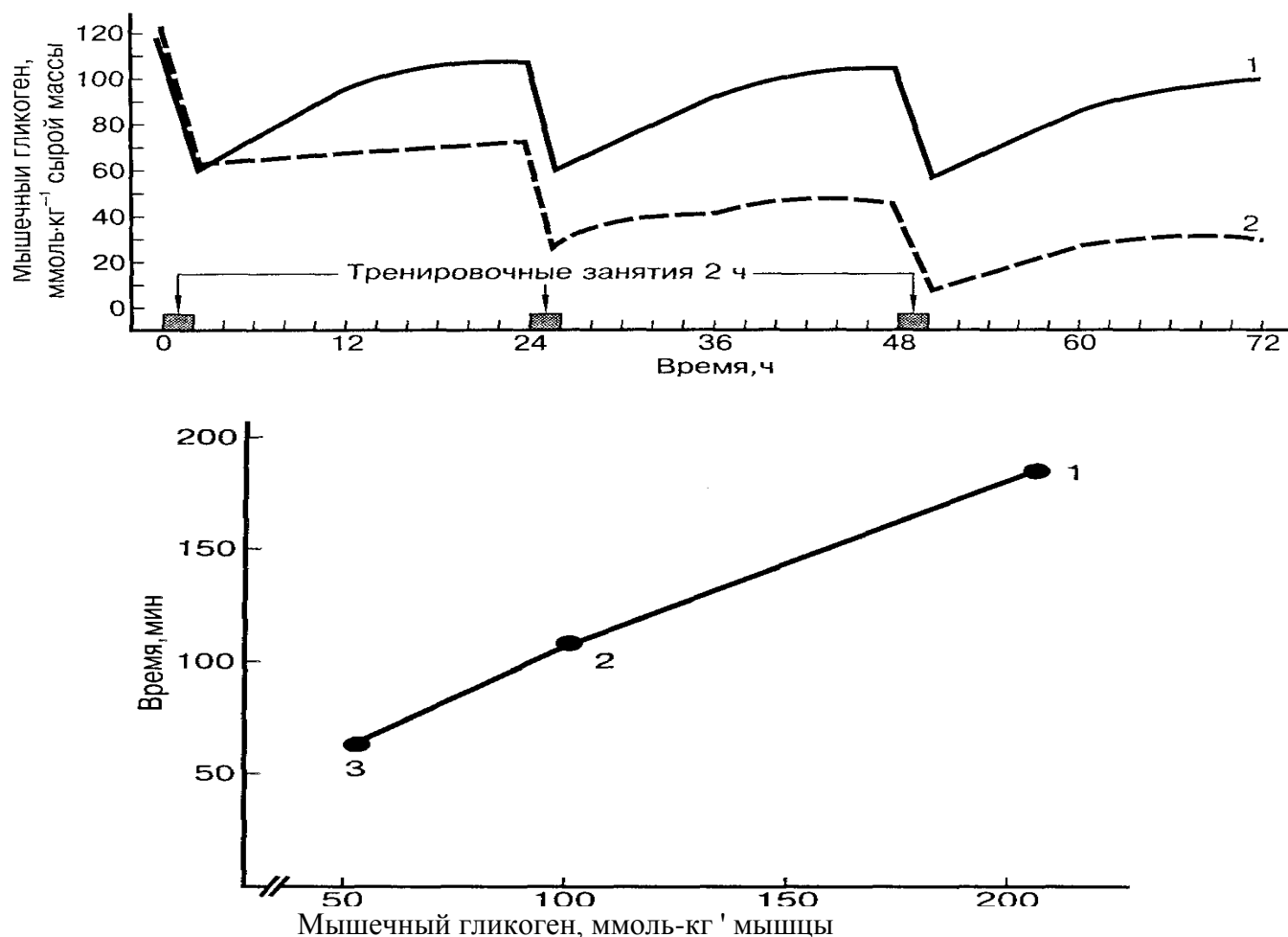


Рис. 15.2. Взаимосвязь между содержанием мышечного гликогена и продолжительностью времени до наступления изнеможения: 1 — диета с высоким содержанием углеводов; 2 — обычная диета; 3 — диета с высоким содержанием жиров

Углеводы — основной источник энергии для организма большинства спортсменов. Их вклад в образование энергии должен составлять не менее 50 % калорий. У спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими проявления выносливости, этот показатель должен быть еще выше — 55 — 65 %

Как показали более поздние наблюдения, восполнение запасов гликогена определяется не только количеством употребляемых с продуктами питания углеводов. Физические упражнения, включающие эксцентрический компонент (удлинение мышцы), например, бег или тяжелая атлетика, могут в определенной мере наносить травму мышцам и тем самым нарушать ресинтез гликогена. В этом случае в первые 6 — 12 ч после физической нагрузки уровни мышечного гликогена оказываются вполне нормальными, однако как только начинается процесс "ремонта" мышцы, ресинтез гликогена замедляется или прекращается полностью.

Чем обусловлена такая реакция, неизвестно. Вместе с тем торможение потребления мышечного гликогена и его накопление может быть вызвано состоянием мышцы. Например, в течение 12 — 24 ч после интенсивной физической нагрузки эксцентрического типа поврежденные мышечные волокна инфильтруются клетками — (лейкоцитами, макрофагами и т.п.), которые удаляют поврежденные частицы клеточных мембран. Для этого

процесса "ремонта" необходимо значительное количество глюкозы крови, что приводит к уменьшению количества глюкозы, необходимой для осуществления ресинтеза мышечного гликогена. Кроме того, есть данные, что мышцы после выполнения упражнений эксцентрического типа становятся менее чувствительными к инсулину, что может ограничивать потребление глюкозы мышечными волокнами. Будем надеяться, что будущие исследования позволят выяснить, почему мышечная деятельность эксцентрического типа вызывает задержку накопления гликогена. Пока же можно отметить, что процесс восстановления запасов гликогена после различных видов физической нагрузки протекает по-разному, и это необходимо учитывать в процессе тренировочной и соревновательной деятельности.

Если спортсмен потребляет столько пищи, сколько необходимо, чтобы удовлетворить чувство голода, это, как правило, приводит к тому, что потребляется недостаточное количество углеводов для компенсации затрат энергии во время соревновательной и тренировочной деятельности. Дисбаланс между использованием гликогена и потреблением углеводов может, по крайней мере частично, объяснить, почему у некоторых спортсменов наблюдается хроническое утомление и им требуется не менее 48 ч, чтобы восстановить нормальное содержание гликогена в мышцах. Спортсмены, интенсивно тренирующиеся несколько дней подряд, должны потреблять пищу, богатую углеводами, чтобы уменьшить чувство тяжести и усталости, возникающее при истощении запасов гликогена в организме.

Тип углеводов

Простые углеводы (сахара) — моносахариды, такие, как глюкоза или фруктоза, довольно быстро абсорбируются из пищеварительной системы. Ввиду этого потребление простых углеводов вызывает гипергликемию — повышенное содержание глюкозы в крови. Движению глюкозы из крови к клеткам способствует инсулин. Это приводит к "перегрузке" энергообразующих систем клеток, вследствие которой избыток углеводов превращается в жиры. Это, в свою очередь, может вызывать увеличение содержания триглицеридов и холестерина (производных жира) в крови, что повышает риск развития заболеваний сердца. Сложные углеводы, например, крахмал, расщепляются медленнее, поэтому приводят к более постепенному и меньшему повышению концентрации глюкозы в крови. Вследствие этого сложные углеводы меньше влияют на уровни липидов крови.

Подобное влияние углеводов на уровни липидов крови наблюдали у относительно малоподвижных испытуемых. У спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, большая часть потребляемых с пищей углеводов накапливается в виде гликогена. Уровни липидов крови у них изменяются весьма незначительно при потреблении углеводов, поскольку физические тренировки приводят к истощению запасов гликогена, что, в свою очередь, вызывает повышенный синтез гликогена.

На основании этой информации можно предположить, что изменение относительного содержания простых и сложных углеводов в рационе питания спортсмена окажет влияние на скорость и количество образуемого гликогена. Однако результаты исследований, в которых проверяли правильность этого предположения, оказались довольно противоречивыми. Поэтому в настоящее время неизвестно, какие углеводы более эффективно восполняют запасы мышечного гликогена.

Свойства углеводов повышают работоспособность

Как уже отмечалось, мышечный гликоген — главный источник энергии во время выполнения физической нагрузки. Поскольку истощение его запасов является главной причиной возникновения утомления и, в конечном итоге, измождения в видах спорта, продолжительностью более 1 ч, попытки "загрузить" мышцу дополнительным количеством гликогена перед началом физической нагрузки рассматривались как метод повышения работоспособности. Первые исследования показали, что у мужчин, потреблявших в течение 3 дней пищу, богатую углеводами, количество накапливаемого в мышцах гликогена было в два раза выше [1]. Кроме того, у них значительно увеличилась продолжительность выполнения физической нагрузки до изнеможения с интенсивностью 75 % МП К. Этот метод, получивший название "гликогенная нагрузка", широко используется бегунами на длинные дистанции, велосипедистами и другими представителями циклических видов спорта. Более подробно о нем пойдет речь ниже.

Уровни глюкозы крови понижаются (гипогликемия) во время изнурительного бега на длинные дистанции и езды на велосипеде, что может способствовать появлению утомления. Результаты ряда исследований показали повышение уровня мышечной деятельности у спортсменов после потребления углеводов во время физической деятельности продолжительностью 1 — 4ч [13]. При потреблении испытуемыми углеводов или плацебо никаких различий в уровне мышечной деятельности во время начальной фазы выполнения нагрузки не наблюдали, однако во время заключительной фазы у испытуемых, потреблявших углеводы, отмечали значительное улучшение работоспособности (рис. 15.3).

На сегодняшний день точно не установлено, каким образом углеводы способствуют улучшению мышечной деятельности. Многие ученые считают, что поддержание почти нормальных уровней глюкозы крови позволяет мышцам получать больше энергии именно за ее счет. Потребление углеводов во время выполнения физической нагрузки не обеспечивает экономное использование мышечного гликогена, однако позволяет сохранить его запасы. Уровень мышечной деятельности, требующей проявления выносливости (продолжительностью более 1 ч), можно повысить, потребляя углеводы за 5 мин до начала физической активности; за 2 ч до физической нагрузки (потребление пищи перед соревнованием), а также через определенные интервалы времени непосредственно во время выполнения физической нагрузки.

Не рекомендуется потреблять пищу богатую углеводами за 15—45 мин до начала мышечной деятельности, поскольку это может привести к гипогликемии сразу же после начала работы и преждевременному утомлению. Как следует из рис. 15.3, потребление углеводов в этот отрезок времени стимулирует секрецию инсулина, что обуславливает повышение его концентрации после начала мышечной деятельности. Вследствие этого аномально увеличивается интенсивность потребления глюкозы, что приводит к гипогликемии. Подобная реакция наблюдается не у всех, тем не менее нецелесообразно потреблять углеводы за 15 — 45 мин до начала физической нагрузки.

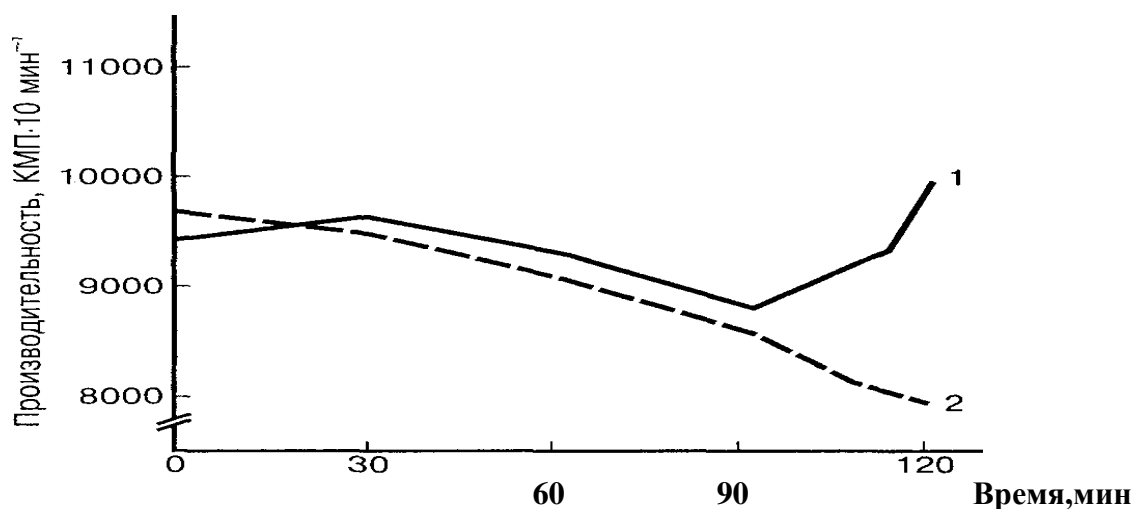


Рис. 15.3. Влияние потребления углеводов (1) и плацебо (2) на эффективность езды на велосипеде в течение 2 ч. Обратите внимание на повышение производительности с 90-й по 120-ю минуту, обусловленное потреблением углеводов

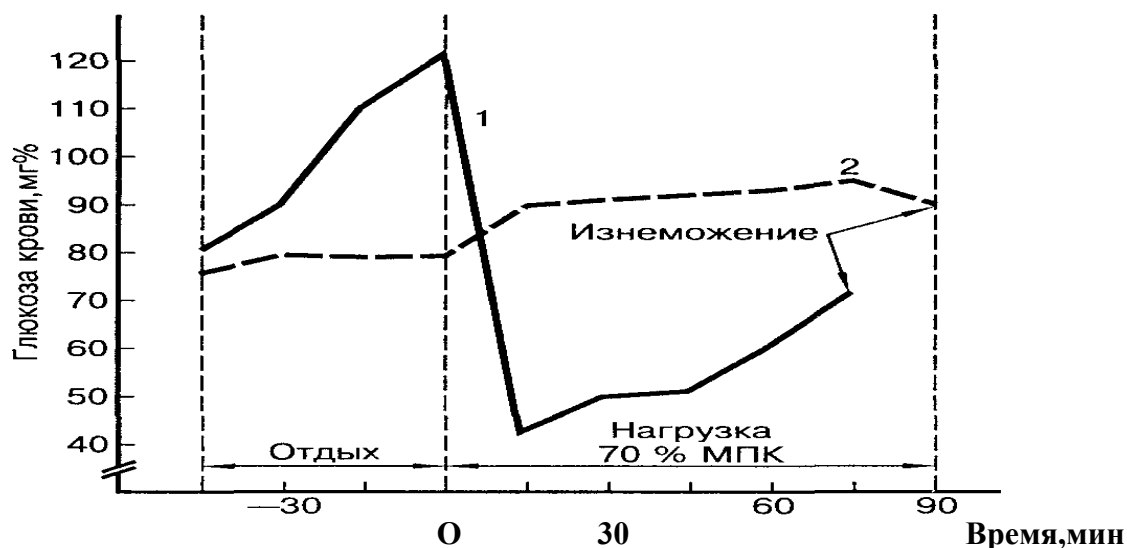


Рис. 15.4. Влияние потребления углеводов перед физической нагрузкой на содержание глюкозы в крови во время физической деятельности. Обратите внимание на снижение содержания глюкозы в крови до гипогликемических уровней после потребления сахара за 45 мин до физической нагрузки: 1 — потребление сахара перед физической нагрузкой; 2 — без сахара. Данные Костилла и соде/я. (1977)

Почему потребление углеводов во время выполнения физической нагрузки не приводит к возникновению гипогликемии? Потребление сахара во время физической нагрузки в меньшей степени увеличивает содержание глюкозы и инсулина, поэтому менее вероятна угроза повышенной реакции, вызывающей резкое снижение уровня глюкозы крови. Подобный контроль уровня глюкозы крови во время физической нагрузки может быть обусловлен повышенной проницаемостью мышечных волокон, что снижает потребность в инсулине или приводит к изменению участков связывания инсулина во время мышечной деятельности.

Независимо от причины потребление углеводов во время выполнения физической нагрузки обеспечивает организм дополнительным их количеством, необходимым для мышечной деятельности.

ЖИРЫ

Жиры, или липиды, представляют собой класс органических соединений, характеризующийся ограниченной растворимостью в воде. В организме они содержатся в различных видах или формах:

триглицериды, свободные жирные кислоты, фосфолипиды и стеролы. Жиры в организме человека в основном представлены триглицеридами, состоящими из трех молекул жирных кислот и одной молекулы глицерина. Триглицериды — наиболее концентрированный источник энергии.

Жиры, попадающие в организм с продуктами питания, особенно холестерин и триглицериды, играют важную роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний (глава 20), а чрезмерное потребление жиров тесно связано с развитием ряда других заболеваний, например рака. Несмотря на столь отрицательную рекламу, жиры выполняют множество важных функций в организме:

- являются неотъемлемым компонентом клеточных мембран и нервных волокон;
- являются основным источником энергии, обеспечивают организм до 70 % энергии в состоянии покоя;
- "окутывают" основные органы тела;
- из холестерина образуются все стероидные гормоны;
- обеспечивают усвоение жирорастворимых витаминов и транспортируют их по всему организму;
- подкожный слой жира обеспечивает сохранение тепла в организме.

Основной частью жиров является жирная кислота, используемая для образования энергии. Жирные кислоты могут быть насыщенными и ненасыщенными. Ненасыщенные жиры имеют одну (мононенасыщенные) или несколько (полиненасыщенные) двойных связей между атомами углерода; каждая двойная связь заменяет два атома водорода. В насыщенной жирной кислоте нет двойных связей, поэтому она имеет максимальное количество водорода, связанного с углеродом. Чрезмерное потребление насыщенного жира — фактор риска многочисленных заболеваний.

В жирах животного происхождения, как правило, больше насыщенных жирных кислот, чем в жирах растительного происхождения. Кроме того, более насыщенные жиры при комнатной температуре находятся в твердом состоянии, тогда как менее насыщенные — жидком. Исключения составляют пальмовое и кокосовое масла — жиры растительного происхождения, находящиеся в жидком состоянии при комнатной температуре и характеризующиеся значительной насыщенностью. Хотя многие растительные масла характеризуются меньшей насыщенностью жирами, их часто используют в продуктах питания в качестве ускорителей гидрогенизации. В ходе гидрогенизации добавление водорода обеспечивает насыщенность жиров.

Содержание насыщенных жиров в некоторых видах жиров и масел (Трайбол, 1992)

Масло кокосового ореха — 86 %

Масло из орехов пальмы — 81 %

Сливочное масло — 66 %

Пальмовое масло — 48 %

Говяжий жир — 48 %

Свиной жир — 40 %

Куриный жир — 32 %

Растительный шортенинг — 28 %

Масло из семян хлопчатника — 26 %

Маргарин — 19 %

Масло земляных орехов — 18 %

Масло сои — 15 %

Оливковое масло — 14 %

Кукурузное масло — 13 %
Подсолнечное масло — 11 %
Сафлоровое масло — 10 %
Каноловое масло — 6 %

Потребление жиров

Жиры повышают вкусовые качества пищи, абсорбируя и задерживая запахи. Именно поэтому они частый гость в нашем рационе. Жители США потребляют 35 — 45 % жиров. Этот показатель значительно повысился с начала XX ст. В то же время большинство специалистов в области питания рекомендуют потреблять не более 30 % жиров, а согласно рекомендуемым нормам, количество насыщенных жиров не должно превышать 10 %.

Свойства жиров повышают работоспособность

Жиры — важный источник энергии для спортсменов. Запасы гликогена в мышцах и печени ограничены, поэтому использование жиров (свободных жирных кислот) для образования энергии может отсрочить наступление изнеможения. Очевидно, любое изменение, позволяющее организму использовать больше жиров, дает несомненное преимущество, особенно в циклических видах спорта. Отметим в этой связи, что в результате тренировок, направленных на повышение выносливости, возрастает способность использовать жиры в качестве источника энергии. К сожалению, простое потребление жиров не стимулирует их использование мышцами. Наоборот, потребление жирных продуктов приводит к увеличению содержания триглицеридов в плазме, которые должны расщепиться прежде чем свободные жирные кислоты могут быть использованы для образования энергии. Чтобы увеличить использование жиров, необходимо повысить уровни содержания свободных жирных кислот в крови, а не уровни триглицеридов.

Определение содержания жира в продуктах питания

Нас заверяют, что информация об энергетической ценности, содержащаяся на продуктах питания, позволяет нам сделать правильный выбор, однако эта информация зачастую оказывается неточной. Особенно характерно это для содержания жира в продуктах питания. Содержание жира в продуктах питания можно определить по массе жира, проценту жира в общей массе продукта, количеству калорий, обеспечиваемых жиром, и проценту жира в общем количестве калорий.

Рекомендуется ограничивать потребление жиров до 30 % общего количества калорий, однако эта информация, как правило, отсутствует. Вы можете сами довольно просто произвести подсчеты. В табл. 15.1 сравнивается содержание жира в одной чашке молока четырех видов. Например, одна чашка цельного молока содержит 8,15 г жира, что составляет 3,3 % общей массы молока. Этот показатель выглядит обнадеживающим, поскольку наша цель — ограничиться потреблением 30 % жира, однако показатель 3,3 % — это доля общей массы, а не количества калорий.

Вспомним из главы 5, что 1 г жира содержит 9 ккал энергии. Умножив 8,15 г на 9 ккал-г⁻¹, получим, что вклад жира в общее количество калорий, содержащихся в одной чашке цельного молока, составляет 73,4 ккал. Теперь выполним последний подсчет: какой процент это составляет в общем количестве калорий? Разделив ккал жира на общее количество ккал молока (73,4 : 244), получим 48,9 %, что намного превышает рекомендуемый показатель 30 %!

Если же вы не очень сильны в математике, есть более простой способ определить содержание жира в продуктах питания. Информация, содержащаяся на продуктах питания, обычно включает данные общей калорийности одной порции, а также содержания жира в граммах в одной порции. Чтобы не превысить рекомендуемые 30 %, выбирайте продукты, содержащие не более 3 г жира/100 ккал, поскольку $3 \text{ г жира}/100 \text{ ккал} \times 9 \text{ ккал}^{\wedge 1} \text{ жира} = 27 \text{ ккал жира}/100 \text{ ккал} = 27 \% \text{ ккал за счет жира}$.

В рационе питания среднего американца жиры составляют 35 — 45 % общего количества калорий, что выше рекомендуемого показателя (30 %), который обеспечивает хорошее состояние здоровья, предотвращает развитие заболеваний и способствует оптимальной спортивной деятельности

Таблица 15.1 **Определение содержания жира в продуктах питания**

Продукт	Масса, г	Н ₂ О, % массы	Энергетическая ценность, ккал	Содержание жира			
				г	% массы	ккал	% ккал
Цельное молоко	244	88	150	8,15	3,3	73,4	48,9
2 %-е молоко	244	89	121	4,78	2,0	43,0	35,6
1 %-е молоко	244	90	102	2,54	1,0	22,9	22,4
Снятое молоко	245	91	86	0,44	0,2	4,0	4,6

Попытки повысить содержание свободных жирных кислот в плазме потреблением определенных продуктов оказались относительно неудачными. Некоторые продукты, содержащие кофеин, способствуют использованию жиров и повышают работоспособность при продолжительной изнурительной физической нагрузке, если потребляются за 1 ч до нагрузки. Однако у многих людей наблюдается отрицательная реакция на кофеин и отсутствие каких-либо улучшений работоспособности. Несмотря на потенциально положительное влияние кофеина (глава 14), весьма спорно его использование с этической точки зрения. Несмотря на попытки международных руководящих органов, например, Международного олимпийского комитета, запретить использование кофеина, контроль за его применением довольно сложен и малоэффективен.

БЕЛКИ

Белки представляют собой класс соединений, содержащих азот, и образованных аминокислотами. Белки выполняют в организме человека ряд функций:

- они главный структурный компонент клетки;
- используются для развития, "ремонта" и сохранения тканей тела;
- являются источником образования гемоглобина, ферментов и многих гормонов;
- обеспечивают поддержание нормального осмотического давления в плазме;
- служат источником образования антител для предотвращения заболеваний;
- являются источником энергии.

Для развития человека и осуществления обменных процессов в его организме необходимы 22 аминокислоты (табл. 15.2). Из них 11 или 12 называются заменимыми аминокислотами, так как наш организм синтезирует их сам. Остальные 8 или 9 называются незаменимыми аминокислотами, поскольку не синтезируются в нашем организме, а поступают с продуктами питания. При отсутствии одной из незаменимых аминокислот в рационе питания прекращается образование белков, содержащих эту аминокислоту, необходимых для сохранения состава ткани.

Таблица 15.2. Заменимые и незаменимые аминокислоты

Незаменимые	Заменимые
<p>Изолейцин Лейцин Лизин Метионин Фенилаланин Треонин Триптофан Валин Гистидин (дети)*</p>	<p>Аланин Аргинин Аспарагин Аспарагиновая кислота Цистеин Глутаминовая кислота Глутамин Глицин Пролин Серин Тирозин</p>
<p>*Гистидин не синтезируется в детском организме, поэтому он является незаменимой аминокислотой для детей, но не для взрослых.</p>	

Пищевой источник белков, содержащий все незаменимые аминокислоты, называется полным белком. Это — мясо, рыба, яйца, птица и молоко. Белки, содержащиеся в овощах и злаках, называются неполными, поскольку не содержат всех незаменимых аминокислот. На это рекомендуется обратить внимание людям, проповедующим вегетарианскую диету.

Потребление белков

Вклад белков в общее количество калорий в пище жителей США составляет 5 —15 % в день. По мнению многих специалистов, это в 2 — 3 раза превышает необходимое количество. Рекомендуемые нормы потребления белков приведены в табл. 15.3. Они зависят от массы и состава тела человека. Мужскому организму, как правило, требуется больше белков, поскольку масса тела мужчин обычно больше, чем женщин, кроме того, у них большая мышечная масса. Рекомендуемая норма составляет около 0,8 г/кг массы тела.

Таблица 15.3. Потребность в белках у мужчин и женщин

Мужчины	Рекомендуемая пищевая норма*, г	Женщины	Рекомендуемая пищевая норма*, г
Подростки	45	Подростки	46
Взрослые	58 — 63	Взрослые	44 — 50
<p>* Рекомендуемые пищевые нормы основаны на стандартных нормативах 1989 г., разработанных Национальным Советом по исследованиям.</p>			

Свойства белков повышать работоспособность

Должны ли спортсмены, занимающиеся силовыми видами спорта, потреблять большое количество белков? Аминокислоты — основной "строительный материал" организма, поэтому белки необходимы для роста и развития его тканей. В течение многих лет дополнительное потребление белков было обязательным для спортсменов. Считалось, что мышца использует белки как топливо для осуществления сокращений. В настоящее время нам известно, что очень небольшое количество белков используется для мышечной деятельности, преимущественно это жиры и углеводы.

Повышает ли дополнительное потребление белков уровень физической деятельности? По мнению Хорстмана, обычная диета в западном обществе адекватно удовлетворяет потребности в белках спортсменов [17]. Теоретически следует удовлетворять потребности в белках при выполнении тяжелой физической работы, даже если затраты энергии превышают 5 000 ккал/день и поддерживается соответствующая пропорция вклада белков в общее количество образуемой энергии (ккал). Происходит ли это на самом деле? У испытуемых, дополнительно потреблявших белки, наблюдался значительный прирост силы, однако то же самое наблюдали, когда они принимали плацебо.

Исследования, в которых участвовали учащиеся колледжей, показали, что у тех, кто в течение месяца занимался силовой подготовкой, потребляя ежедневно пищу, содержащую 0,8 либо 2,4 г белков-кг⁻¹ массы тела, в организме накопилось больше белков, чем у тех, кто потреблял такую же пищу, но не выполнял физические нагрузки [21]. В тренировавшейся группе испытуемых наблюдали значительное снижение выделения азота с мочой — показателя использования белка. Количество накопленного белка соответствовало увеличению чистой массы тела на 2 кг. Сравнивая потребность в белках и увеличение чистой массы тела, можно сделать вывод, что потребление всего 0,8 г белков-кг⁻¹ массы тела в день, может оказаться недостаточным. Полнее удовлетворяет потребность человека в белках потребление 2,4 г. В другом исследовании две группы мужчин потребляли разное количество белков (1,4 и 2,8 г-кг⁻¹ массы тела в день) в течение продолжительного периода интенсивных физических тренировок [8]. Значительное увеличение чистой массы тела наблюдали в группе потреблявших большее количество белков.

В начале, а также при интенсивной физической нагрузке некоторым спортсменам, занимающимся циклическими видами спорта, требуется белков до 1,6 г-кг⁻¹ массы тела ежедневно [20]. Это превышает рекомендуемую норму для взрослых. В отношении спортсменов, занимающихся силовой подготовкой, результаты исследований не позволяют сделать конкретный вывод, тем не менее спортсменам, которые хотят сохранить мышечную массу, требуется около 0,9 г-кг⁻¹ массы тела в день.

Итак, в настоящее время отсутствуют доказательства необходимости потреблять большое количество белков большинством спортсменов. Чрезмерное потребление белков может отрицательно повлиять на здоровье, поскольку повышается нагрузка на почки — необходимо выделять неиспользованные аминокислоты. Организму большинства спортсменов вполне достаточно 12 — 15 % белков, если только для них не характерен общий дефицит энергии.

В ОБЗОРЕ...

1. Углеводы представляют собой сахара и крах-малы. Они содержатся в организме в виде моно-ди- и полисахаридов. Все углеводы должны расщепиться до моносахаридов, чтобы организм мог использовать их в

качестве источника энергии.

2. Нагрузка гликогеном, т.е. потребление пищи, богатой углеводами, способствует повышению работоспособности.

3. Жиры или липиды находятся в организме в виде триглицеридов, свободных жирных кислот, фосфолипидов и стеролов. Они накапливаются в организме, главным образом в виде триглицеридов, являющихся основным источником концентрированной энергии. Молекула триглицеридов расщепляется на одну молекулу глицерина и три молекулы свободных жирных кислот. Только свободные жирные кислоты используются организмом для образования энергии.

4. Хотя жиры — основной источник энергии, попытки увеличить содержание свободных жирных кислот, потребляя определенные продукты, можно считать успешными лишь частично. Кофеин может способствовать использованию жиров и повышать уровень продолжительной мышечной деятельности, однако его использование ограничено нормативами, разработанными руководящими органами.

5. Аминокислота — наименьшая единица белков. Все белки должны расщепиться до аминокислот, чтобы организм мог их использовать. Наш организм способен синтезировать только заменимые аминокислоты. Незаменимые аминокислоты поступают в организм лишь с продуктами питания. Белки не являются главным источником энергии, но могут использоваться для ее образования.

6. Рекомендуемые нормы потребления белков, по-видимому, недостаточны для спортсменов, занимающихся силовыми или циклическими видами спорта, особенно в начальные периоды или в периоды высоких нагрузок. Вместе с тем слишком большое количество белков в рационе питания может привести к нарушению функции почек.

ВИТАМИНЫ

Витамины — группа органических соединений, функция которых обеспечивать развитие организма и поддержание здоровья. Организму человека требуется небольшое количество витаминов. Без витаминов организм человека не может использовать другие питательные вещества. Витамины в основном действуют как катализаторы химических реакций. Они необходимы для выделения энергии, "строительства" тканей, регуляции обменных процессов. Их можно разделить на две основные категории: жирорастворимые и водорастворимые. К первым относятся витамины А, Д, Е и К; они абсорбируются из пищеварительного тракта вместе или связанными с липидами (жирами). Эти витамины есть в организме, поэтому чрезмерное их потребление может вызвать токсичную кумуляцию. Витамины В-комплекса и витамин С — водорастворимые. Они абсорбируются из пищеварительного тракта вместе с водой. Избыток этих витаминов экскретируется главным образом в мочу, вместе с тем известны случаи их токсического действия. В табл. 15.4 приведены различные витамины, их рекомендуемые дозы, пищевые источники, основные функции, признаки дефицита и токсичности.

Таблица 15.4. Потребности в витаминах взрослых мужчин и женщин

Витамин	Жиро-(Ж) или водо-(В) растворимый	Источник	Функция	Признаки дефицита	Рекомендуемая пищевая доза
А (ретинол)	Ж	Провитамин А, содержащийся в желтых и зеленых овощах; преформируется в печени, яичном желтке, масле, молоке	Необходим для синтеза родопсина, нормального состояния эпителиальных клеток, роста костей и зубов	Дефицит родопсина, куриная слепота, задержка роста, кожные заболевания, повышенный риск инфекционных заболеваний	800 мкг для женщин 1000 мкг для мужчин
В ₁ (тиамин)	В	Злаки, дрожжи, молоко	Участвует в метаболизме углеводов и аминокислот; необходим для роста	Бери-бери — мышечная слабость (включая сердечную), паралич и неврит	1,1 мкг для женщин 1,5 мкг для мужчин
В ₂ (рибофлавин)	В	Зеленые овощи, печень, пророщенное зерно, молоко	Компонент флавин-аденин-динуклеотида (ФАД), участвует в цикле лимонной кислоты	Заболевания глаз, трещины кожи, особенно в уголках рта	1,3 мкг для женщин 1,7 мкг для мужчин
Пантотеновая кислота (часть В ₂ -комплекса)	В	Печень, дрожжи, зеленые овощи, зерно, кишечные бактерии	Составная часть кофермента А, образование глюкозы из липидов и аминокислот, стероидных гормонов	Утомление и нарушение нервномышечной функции, синтез	4 — 7 мг
В ₃ (ниацин)	В	Рыба, печень, дрожжи, черное мясо, зерновые, орехи, бобовые, горох	Компонент никотинамид-аденин-динуклеотида (НАД), участвует в гликолизе и цикле лимонной кислоты	Пеллагра — диарея, дерматит, нарушения психики	15 мг для женщин 19 мг для мужчин
В ₆ (пиридоксин)	В	Рыба, печень, дрожжи, помидоры, кишечные бактерии	Участвует в метаболизме аминокислот	Дерматит, задержка роста, тошнота	1,6 мг для женщин
Фолиевая кислота	В	Печень, зеленые овощи (листья), кишечные бактерии	Синтез нуклеиновой кислоты; гемопоэз	Макроцитная анемия (увеличенные эритроциты)	180 мкг для женщин 200 мкг для мужчин
В ₁₂ (цианокобаламин)	В	Печень, красное мясо, молоко, яйца	Образование эритроцитов; метаболизм нуклеиновой кислоты и аминокислот	Пернициозная анемия и расстройства нервной системы	2,0 мкг
С (аскорбиновая кислота)	В	Цитрусовые, помидоры, зеленые овощи	Синтез коллагена; метаболизм белков	Цинга — нарушенное образование костей, плохое заживание ран	60 мг
Д (холекальциферол, эргостерол)	Ж	Масло печени рыб, обогащенное молоко, яйца; провитамин D, в коже превращаемый солнечными лучами в холекальциферол	Способствует использованию кальция и фосфора; нормальный рост и образование костей и зубов	Рахит — слабое развитие, слабые кости; остеомалация; реабсорбция костей	10 мкг
Е (альфа-токоферол)	Ж	Пророщенное зерно, рисовое и пальмовое масла, печень, семена хлопчатника, злаки	Предотвращает катаболизм некоторых жирных кислот; может предотвращать самопроизвольный аборт	Дистрофия мышц и бесплодие	8 мг для женщин 10 мг для мужчин

Продолжение табл. 15.4

Витамин	Жиро-(Ж) или водо-(В) растворимый	Источник	Функция	Признаки дефицита	Рекомендуемая пищевая доза
Н (биотин), часто относят к витаминам группы В	В	Печень, дрожжи, яйца, кишечные бактерии	Синтез жирных кислот и пурина; движение пировиноградной кислоты в цикле лимонной кислоты	Нарушения психики, мышечной функции, утомление, тошнота	Неизвестно, 0,3 — 1,0 мг
К (филлохинон)	Ж	Печень, шпинат, растительные масла, люцерна, капуста, кишечные бактерии	Необходим для синтеза ряда факторов свертывающей системы крови	Чрезмерное кровотечение вследствие задержки свертывания крови	65 — 80 мкг
Примечание. Рекомендуемые пищевые нормы основаны на дозах, установленных в 1989 г. Национальным Советом по исследованиям.					

Функции многих витаминов имеют большое значение для спортсменов:

- витамин А играет важную роль в обеспечении нормального развития организма, поскольку активно участвует в процессе роста костей;
- витамин D обеспечивает абсорбцию кальция и фосфора в кишечнике и, следовательно, осуществляет важную функцию в развитии костной системы. Регулируя абсорбцию кальция, он играет ключевую роль в осуществлении нервно-мышечной передачи возбуждения;
- витамин К является своеобразным "посредником" в цепочке транспорта электронов, играя важную роль в процессе окислительного фосфорилирования. Из всех витаминов только витамины В-комплекса, а также витамины С и Е, тщательно исследовались с точки зрения их положительного влияния на спортивную деятельность. Рассмотрим каждый из них.

Витамины В-комплекса

Витамины В-комплекса раньше рассматривали как один витамин. В настоящее время известно более дюжины витаминов В-комплекса. Они играют чрезвычайно важную роль в клеточном метаболизме. Среди множества разнообразных функций отметим их роль в качестве кофакторов в различных ферментных системах, связанных с окислением продуктов питания и образованием энергии. Рассмотрим некоторые примеры. Витамин В1 (тиамин) необходим для трансформации пировиноградной кислоты в ацетил-КоА. Витамин В2 (рибофлавин) превращается в ФАД, который действует как акцептор водорода во время окисления. Витамин В3 (ниацин) — компонент НАДФ — кофермента гликолиза. Витамин В12 играет роль в метаболизме аминокислот и необходим для образования эритроцитов, транспортирующих кислород для процесса окисления. Витамины В-комплекса настолько взаимосвязаны, что дефицит одного из них может нарушить утилизацию других. Симптомы дефицита того или иного витамина значительно колеблются.

В ряде исследований установлено, что дополнительное потребление одного или нескольких витаминов В-комплекса благоприятно влияет на мышечную деятельность. Вместе с тем это имеет место только в том случае, если у испытуемого наблюдался дефицит витаминов В-комплекса [3,6]. Дефицит одного или нескольких витаминов В-комплекса, как правило, отрицательно влияет на мышечную деятельность. Нет доказательств необходимости потреблять дополнительное количество витаминов при отсутствии их дефицита.

Витамин С

Витамин С (аскорбиновая кислота) — наиболее частый "гость" в нашем рационе питания, однако может наблюдаться его дефицит у тех, кто курит, принимает пероральные противозачаточные средства, перенес операцию. Этот витамин необходим для образования и поддержания уровня коллагена — белка, содержащегося в соединительных тканях. Следовательно, он необходим для обеспечения здоровья костей, связок и кровеносных сосудов. Другие функции витамина С: участие в обмене аминокислот, синтезе некоторых гормонов, таких, как катехоламины (адреналин и норадреналин) и противовоспалительные кортикоиды и обеспечение абсорбции железа из кишечника.

Многие люди также считают, что витамин С способствует процессу заживления ран, противодействует инфекционным и простудным заболеваниям и помогает в лечении простудных заболеваний. Значение витамина С для лечения заболеваний представляет особый интерес.

Результаты исследований влияния дополнительного потребления витамина С, проведенных до настоящего времени, весьма противоречивы. Единым общим мнением ученых является то, что при отсутствии дефицита, дополнительное потребление витамина С не оказывает положительного влияния на уровень мышечной деятельности.

Витамин Е

Витамин Е содержится в мышцах и жирах. Его функции недостаточно хорошо изучены. Известно, что он усиливает активность витаминов А и С, предотвращая их окисление. Наиболее значительная его функция — антиокислительное действие. Он "разоружает" свободные радикалы (очень реактивные молекулы), которые в противном случае могли бы значительно повредить клетки, нарушая процессы обмена. Это также предотвращает повреждение легких многочисленными загрязняющими веществами, которые мы вдыхаем. В последние годы витамин Е привлек к себе значительный интерес как потенциальный "чудодейственный" витамин, способный предотвратить или облегчить течение ряда заболеваний — мышечной дистрофии, ревматической атаки, коронарной болезни сердца, бесплодия, менструальных расстройств, самопроизвольных аборт. К сожалению, доказательств подобных действий мало. Вместе с тем, по последним данным, риск возникновения коронарной болезни сердца у людей, потребляющих более 400 мг витамина Е в день, понижен.

Значительная часть спортсменов, очевидно, потребляет большие дозы этого витамина на основании предположения, что он положительно влияет на мышечную деятельность благодаря своей взаимосвязи с транспортом кислорода и энергообеспечением. Однако, по мнению специалистов, длительный прием витамина Е не улучшает спортивную деятельность.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Ряд неорганических соединений необходим для нормального функционирования клеток. Минеральные вещества составляют приблизительно 4 % массы тела. Высокие концентрации их в скелете и зубах. Вообще минеральные вещества можно обнаружить в любом участке тела, почти в каждой клетке, растворенными в жидкостях организма. Они могут быть представлены в виде ионов или в сочетании с различными органическими соединениями. Минеральные соединения, которые могут расщепляться (диссоциировать) на ионы, называются электролитами.

Макроминералы — соединения, которые ежедневно необходимы организму в количестве более 100 мг. Значительно меньше требуется микроминералов, или микроэлементов. В табл. 15.5 приведены 17 основных минералов, их основные функции, признаки дефицита или избытка и рекомендуемые дозы.

Спортсмены в значительно меньшей степени потребляют дополнительное количество минералов, по сравнению с витаминами. Это обусловлено тем, что минералам приписывают меньше свойств повышать работоспособность. Из большого числа минералов предметом исследований чаще всего являются кальций и железо.

Кальций

Из всех минералов в организме человека больше всего содержится кальция, который составляет около 40 % концентрации минералов. Кальций играет важную роль в развитии и сохранении здоровых костей, именно в костях его больше всего. Кроме того, он играет важную роль в передаче нервных импульсов, активации и регуляции проницаемости клеточной оболочки, что имеет большое значение для обменных процессов. Кальций необходим для обеспечения нормальной функции мышц. Вспомним из главы 2, что кальций находится в саркоплазматическом ретикулуме мышц и выделяется оттуда при стимуляции мышечных волокон. Он необходим для образования поперечных мостиков актин-миозина, обеспечивающих сокращение мышечных волокон.

Достаточное количество кальция в организме необходимо для поддержания нормального состояния здоровья. Потребление недостаточного количества кальция приводит к его выделению из участков хранения в организме, особенно из костей. Это вызывает нарушение остеогенеза, проявляющееся в снижении плотности костей, что в конечном итоге приводит к остеопорозу, который чаще всего встречается у женщин после достижения климакса. К сожалению, влияние дополнительного потребления кальция мало изучалось, результаты немногочисленных исследований свидетельствуют, что его дополнительное потребление малоэффективно в случае достаточного потребления с пищей.

Фосфор

Фосфор тесно связан с кальцием. Его вклад в общее количество минералов в организме человека составляет приблизительно 22 %. Около 80 % этого количества фосфора соединяется с кальцием (фосфат кальция), обеспечивая прочность костей. Фосфор — неотъемлемая часть метаболизма, клеточной мембраны и буферных систем (поддержание постоянного рН крови). Как мы уже выяснили в главе 5, фосфор играет главную роль в биоэнергетических процессах, являясь важнейшим компонентом АТФ.

Таблица 15.5. Потребности в минералах у мужчин и женщин

Минерал	Функция	Признаки дефицита	Рекомендуемая пищевая доза
Кальций	Образование костей и зубов, свертывание крови, мышечная деятельность, нервная функция	Произвольный нервный разряд и судороги	1200 мг
Хлор	Кислотно-щелочное равновесие; образование соляной кислоты в желудке	Кислотно-щелочный дисбаланс	Не определена
Хром	Связь с ферментами, участвующими в процессе обмена глюкозы	Неизвестны	50 — 200 мкг
Кобальт	Компонент витамина В ₁₂ ; образование эритроцитов	Анемия	Не определена
Медь	Образование гемоглобина и меланина; система транспорта электронов	Анемия, недостаток энергии	1,5 — 3,0 мг
Фтористое соединение	Обеспечение дополнительной крепости зубов; предотвращение кариеса	—	1,5 — 4,0 мг
Йод	Образование тиреоидного гормона; поддержание нормальной интенсивности метаболизма	Понижение метаболизма	150 мкг
Железо	Компонент гемоглобина; образование АТФ в системе транспорта электронов	Анемия, пониженный транспорт кислорода, потеря энергии	10 мг для мужчин 15 мг для женщин
Магний	Составная часть кофермента; образование костей; мышечная и нервная функция	Повышенная возбудимость нервной системы, аритмия и расширение сосудов	280 мг для женщин 350 мг для мужчин
Марганец	Синтез гемоглобина; рост, активация ряда ферментов	Судороги и конвульсии	2,5 — 5,0 мг
Молибден	Компонент ферментов	Неизвестны	75 — 250 мкг
Фосфор	Образование костей и зубов; играет важную роль в передаче энергии АТФ; компонент нуклеиновых кислот	Потеря энергии и снижение клеточной функции	1200 мг
Калий	Нервная и мышечная функции	Мышечная слабость, аномальная ЭКГ; много щелочи в моче	Не определена
Селен	Компонент многих ферментов	Неизвестны	55 мкг для женщин 70 мкг для мужчин
Натрий	Регуляция осмотического давления; нервная и мышечная функции	Рвота, тошнота, истощение, головокружение	Не определена, очевидно, около 2500 мг
Сера	Компонент гормонов, ряда витаминов и белков	Неизвестны	Не определена
Цинк	Компонент ряда ферментов, транспорт диоксида углерода и метаболизм; необходим для белкового метаболизма	Нарушенный транспорт диоксида углерода и белковый метаболизм	12 мг для женщин 15 мг для мужчин

Рекомендуемые пищевые дозы основаны на нормах, разработанных в 1989 г. Национальным Советом по исследованиям.

Железо

Железо — микроэлемент — содержится в организме человека в небольшом количестве (35 — 50 мг/кг массы тела). Оно играет исключительно важную роль в транспорте кислорода: железо необходимо для образования как гемоглобина, так и миоглобина. Гемоглобин, содержащийся в эритроцитах, связывается с кислородом в легких и транспортирует его в ткани тела кровью. Мио-глобин, содержащийся в мышцах, соединяется с кислородом и хранится в организме.

Дефицит железа — довольно распространенное заболевание во всем мире. По оценкам специалистов, 25 % населения земного шара страдает дефицитом железа. Главная проблема, связанная с этим заболеванием, — железодефицитная анемия, характеризующаяся пониженными уровнями гемоглобина, что значительно ухудшает кислородтранспортную способность крови. Это приводит к утомлению, головным болям и т.п. Дефицит железа чаще всего наблюдается у женщин, которые теряют железо в период менструаций и беременности. Кроме того, женщины, как правило, потребляют меньше пищи и, следовательно, меньше железа, чем мужчины.

Многие исследования посвящались изучению влияния железа. Концентрация гемоглобина в крови менее 11 г в 100 мл является признаком анемии. В то же время в США 22 % женщин в возрасте 17 — 44 лет имеют анемию, несмотря на нормальные уровни гемоглобина. Согласно результатам исследований, 22 — 25 % спортсменок и 10 % спортсменов страдают дефицитом железа. Эти цифры, по-видимому, несколько занижены. Риссер и соавт. обнаружили дефицит железа у более чем 31 % спортсменок США, студенток двух

крупнейших университетов [23].

При дополнительном потреблении железа у тех, кто страдает его дефицитом, повышаются аэробные возможности. Потребление же дополнительного количества железа при отсутствии дефицита, видимо, не оказывает никакого влияния.

Натрий, калий и хлор

Натрий, калий и хлор содержатся во всех жидкостях и тканях организма. Натрий и хлор в основном находятся в жидкостях вне клеток и в плазме крови, тогда как калий — преимущественно в клетках. Избирательное размещение этих трех минералов обеспечивает разделение электрического заряда между нейроном и мембранами мышечных клеток. Следовательно, натрий, калий и хлор обеспечивают контроль мышечной деятельности с помощью нервных импульсов (см. главу 3). Кроме того, они отвечают за сохранение водного баланса, обеспечение осмотического равновесия, кислотно-щелочного равновесия (рН) и нормального ритма сердца.

В рационе питания жителей Запада количество натрия достаточно, поэтому его дефицит встречается редко. Вместе с тем с потом выделяется большое количество этих трех минералов, поэтому при выполнении физической нагрузки в условиях повышенной температуры окружающей среды может произойти истощение их запасов. Рассматривая дисбаланс содержания минералов, мы, как правило, обращаем внимание на их дефицит. В то же время их избыток может оказывать отрицательное влияние. Например, избыток калия может привести к сердечной недостаточности! Индивидуальные потребности в натрии, калии и хлоре очень разнообразны, однако ни в коем случае не рекомендуется употреблять их в больших количествах.

В ОБЗОРЕ...

1. Витамины выполняют множество функций в организме человека. Они обеспечивают нормальный рост и развитие. Многие витамины участвуют в обменных процессах, например в тех, которые приводят к образованию энергии.

2. Витамины А, D, Е и К являются жирорастворимыми. Они могут накапливаться в организме до токсичных уровней. Витамины С и В-комплекса — водорастворимые. Избыток этих витаминов экскретируется, поэтому их токсичные уровни встречаются крайне редко. Некоторые витамины В-комплекса участвуют в процессах образования энергии.

3. Макроминералы требуются организму человека в количестве свыше 100 мг в день. Микроминералы, или микроэлементы, необходимы организму человека в небольших дозах.

4. Минералы участвуют в многочисленных физиологических процессах — сокращении мышц, транспорте кислорода, балансе жидкости, биоэнергетических процессах. Минералы могут расщепляться на ионы, которые участвуют во многих химических реакциях. Поскольку минералы могут образовывать ионы, их часто называют электролитами.

5. Витамины и минералы, по-видимому, не способствуют повышению работоспособности. Потребление их в количестве, превышающем рекомендуемую дозу, не влияет на уровень физической деятельности.

ВОДА

Воду вряд ли можно считать питательным веществом, поскольку она не имеет калорической ценности. Вместе с тем она — вторая по значимости после кислорода. В организме молодого мужчины вода составляет около 60 % общей массы тела, в организме женщины — 50 %. Человек может выжить при потере 40 % жиров, углеводов и белков, однако потеря 9 — 12 % воды приводит к смерти.

Потеря 9—12% общей массы тела воды может привести к смерти

Компартменты жидкости организма человека показаны на рис. 15.5. Около 60 — 65 % воды находится в клетках. Это — внутриклеточная жидкость. Остальное количество находится вне клеток. Это — внеклеточная жидкость. В нее входят тканевая жидкость, находящаяся вокруг клеток, плазма, лимфа и некоторые другие жидкости.

Вода имеет большое значение для физической деятельности: эритроциты переносят кислород в активные мышцы с помощью плазмы крови, которая в основном состоит из воды; питательные вещества — глюкоза, жирные кислоты и аминокислоты — также транспортируются в мышцы плазмой;

Масса тела среднего человека = 70 кг
60 % массы тела = H ₂ O (около 42 кг)
Общее количество воды в организме = внутриклеточный объем + внеклеточный объем (около 42 кг)
Внутриклеточный объем: 2/3 H ₂ O организма находится внутри клеток (около 28 кг)
Внеклеточный объем: 1/3 H ₂ O организма находится за пределами клеток в виде плазмы, интерстициальной жидкости, лимфы и других жидкостей (около 14 кг)

Рис. 15.5. *Компартменты жидкости организма*

CO₂ и другие промежуточные продукты метаболизма, покидая клетки, проникают в плазму, откуда и выводятся из организма;

гормоны, регулирующие обменные процессы и мышечную деятельность, во время выполнения физической нагрузки транспортируются к своим мишеням плазмой крови;

жидкости организма содержат буферные соединения, обеспечивающие нормальное рН при образовании лактата;

вода способствует отдаче тепла, которое образуется при выполнении физической нагрузки;

объем плазмы крови — главный показатель давления крови, а следовательно, и функции сердечно-сосудистой системы.

В следующих разделах мы рассмотрим роль воды во время мышечной деятельности более подробно.

В ОБЗОРЕ...

1. Вода— главное питательное вещество. Без воды человек умирает значительно быстрее, чем без любого другого питательного вещества.

2. Вода находится во внутриклеточном (внутри клеток) и внеклеточном (вне клеток) компартментах. Внеклеточная жидкость включает плазму, лимфу, тканевую жидкость и другие жидкости организма.

3. Наиболее важные функции воды: транспорт и доставка тканям различных веществ, регуляция температуры тела, поддержание нормального давления крови, обеспечивающего нормальное функционирование сердечно-сосудистой системы.

БАЛАНС ВОДЫ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Оптимальная мышечная деятельность во многом зависит от относительно постоянного содержания в организме воды и электролитов. К сожалению, во время физической нагрузки это часто нарушается. В следующих разделах мы рассмотрим баланс воды и электролитов, влияние на него физических нагрузок, а

также влияние нарушения их баланса на мышечную деятельность.

БАЛАНС ВОДЫ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

В состоянии покоя содержание воды в организме человека относительно постоянно, т.е. потребление воды равно ее выделению. Около 60 % ежедневного потребления воды обеспечивают различные напитки, 30 % — продукты питания. Остальные 10 % образуются в клетках организма в процессе обмена веществ (в главе 5 мы выяснили, что вода — промежуточный продукт окислительного фосфорилирования). В ходе обменных процессов образуется от 150 до 250 мл воды в день в зависимости от затрат энергии: чем выше интенсивность метаболизма, тем больше образуется воды. Ежедневное потребление воды (из всех источников) составляет в среднем — 33 мл·кг⁻¹ массы тела. У человека с массой тела 70 кг (154 фунта) это составит 2,31 л в день.

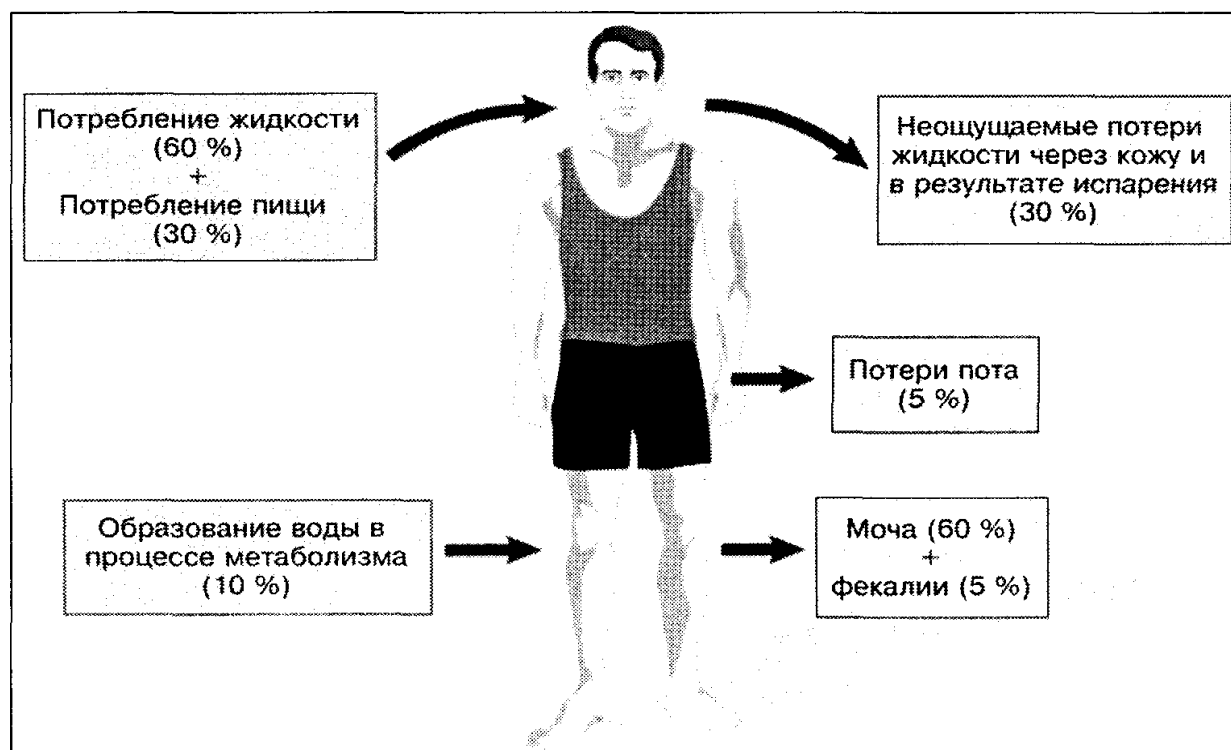
Потери воды осуществляются:

- 1) испарением с поверхности кожи;
- 2) испарением из дыхательных путей;
- 3) выделением из почек;
- 4) выделением из толстой кишки.

Вода может проникать через кожу человека. Она диффундирует к поверхности кожи, откуда испаряется в окружающую среду. Кроме того, газы, которыми мы дышим, постоянно увлажняются водой, проходя по дыхательным путям. Эти два вида потерь воды происходят незаметно для нас. Поэтому они называются неощущаемыми потерями воды. В состоянии покоя при невысокой температуре окружающей среды они составляют около 30 % ежедневных потерь воды.

Основные потери воды в состоянии покоя (60 %) обеспечивают почки, экскретирующие воду и продукты распада в виде мочи. В состоянии покоя почки выделяют около 50 — 60 мл воды в час. Еще 5 % воды теряется вследствие потения (часто эти потери воды рассматривают как неощущаемые) и еще 5 % выделяется из толстой кишки с фекалиями. На рис. 15.6 показаны источники потребления и выделения воды в состоянии покоя.

Рис. 15.6 Источники потерь воды и пополнения ее запасов в состоянии покоя



БАЛАНС ВОДЫ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Физическая нагрузка ускоряет потери воды. Способность тела отдавать тепло, образующееся при выполнении физической нагрузки, зависит главным образом от образования и испарения пота (табл. 15.6). С

повышением температуры тела усиливается процесс потоотделения, направленный на предотвращение перегрева организма. Одновременно образуется больше воды вследствие усиленного окислительного метаболизма. К сожалению, ее количество, образующееся даже при самом максимальном усилии, лишь незначительно влияет на дегидратацию, обусловленную интенсивным потоотделением. В течение 1 ч интенсивной физической нагрузки человек с массой тела 70 кг может усвоить около 245 г углеводов. Это обеспечит образование около 146 мл воды. В то же время потери воды с потом могут превысить 1500 мл, т.е. окажутся в 10 раз больше. Тем не менее вода, образуемая при окислительном метаболизме, в определенной степени предотвращает дегидратацию.

В мышцах марафонца во время соревнования образуется около 500 мл воды в течение 2 — 3ч

Таблица 15.6. Сравнение потерь воды организмом в состоянии покоя при невысокой температуре окружающей среды и при продолжительной интенсивной физической нагрузке

Источник потерь	В покое		При продолжительной нагрузке	
	мл·ч ⁻¹	% всех	мл·ч ⁻¹	% всех
Неощущаемые потери				
кожа	14,6	15	15	1,1
дыхание	14,6	15	100	7,5
Потоотделение	4,2	5	1200	90,6
Моча	58,3	60	10	0,8
Фекалии	4,2	5	—	0
В с е г о	95,9 мл·ч⁻¹		1325 мл·ч⁻¹	

В принципе количество образующегося во время физической нагрузки пота зависит от температуры окружающей среды, размеров тела и интенсивности метаболизма. Эти три фактора влияют на способность организма сохранять тепло и его температуру. Тепло переходит из более теплых участков в более прохладные, поэтому процесс отдачи тепла нарушается при высокой температуре окружающей среды. Важность размеров тела обусловлена тем, что более крупным людям требуется больше энергии, чтобы выполнить данное задание, поэтому для них характерна более высокая интенсивность обмена веществ, обеспечивающая образование большего количества тепла. Однако у них большая площадь поверхности тела, что обеспечивает образование большего количества пота и более значительное испарение.

Увеличение интенсивности физической нагрузки повышает интенсивность обмена. Это увеличивает образование тепла, что, в свою очередь, усиливает потоотделение. Чтобы сохранить запасы воды во время выполнения физической нагрузки, организм ограничивает кровоснабжение почек, пытаясь таким образом предотвратить обезвоживание, однако зачастую этого оказывается недостаточно. При исключительно высоких физических нагрузках в условиях повышенной температуры окружающей среды организм может терять 2 — 3 л воды в час (более подробную информацию о потере организмом жидкости в условиях повышенной температуры окружающей среды можно найти в главе 11).

Потери жидкости во время соревнований по марафону могут снижать содержание воды в организме на 6 — 10 %, несмотря на потребление жидкости

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОРГАНИЗМА И ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Даже минимальные изменения содержания воды в организме могут отрицательно повлиять на физическую деятельность, требующую проявления выносливости. Без адекватного восполнения запасов жидкости толерантность к физической нагрузке заметно снижается при продолжительных видах мышечной деятельности вследствие потерь жидкости с потом. Исследования убедительно показывают отсутствие толерантности к продолжительной физической и тепловой нагрузке при обезвоживании организма [1, 7]. Бегуны на длинные дистанции, например замедляют темп бега почти на 2 % при потере массы тела на 1 % вследствие дегидратации. Бегун, способный пробежать 10 000 м за 35 мин в нормальном состоянии, пробежит эту дистанцию за 2 мин 48 с (на 8 % худший результат) при обезвоживании организма на 4 %.

Влияние обезвоживания на деятельность сердечно-сосудистой и терморегуляторной систем можно легко предугадать. Потери жидкости приводят к снижению объема плазмы. Это обуславливает снижение давления крови, что, в свою очередь, уменьшает кровоснабжение мышц и кожи. В результате этих реакций увеличивается ЧСС. Поскольку кожный кровоток ограничен, нарушается процесс теплоотдачи и тело задерживает больше тепла. Таким образом, при обезвоживании организма более чем на 2 % массы тела, ЧСС и температура тела при выполнении физической нагрузки повышаются. Если обезвоживание достигает 4 — 5 % массы тела, способность выполнять продолжительную нагрузку аэробной направленности снижается на 20 — 30 %, как видно из рис. 15.7.

Влияние обезвоживания на менее продолжительную физическую нагрузку аэробной направленности не столь значительно. Так, на мышечную деятельность продолжительностью всего несколько секунд, при которой АТФ образуется главным образом благодаря гликолитической системе и системе АТФ — КФ, дегидратация практически не влияет. Несмотря на некоторую противоречивость результатов, по мнению большинства специалистов, обезвоживание незначительно влияет на кратковременную мышечную деятельность взрывного типа анаэробной направленности (например, тяжелая атлетика). Борцы, как правило, намеренно подвергают свой организм обезвоживанию, чтобы получить преимущество в массе тела во время соревнований. Большинство осуществляют регидратацию накануне соревнований, испытывая лишь незначительное ухудшение работоспособности. Влияние обезвоживания на физическую деятельность демонстрирует табл. 15.7.

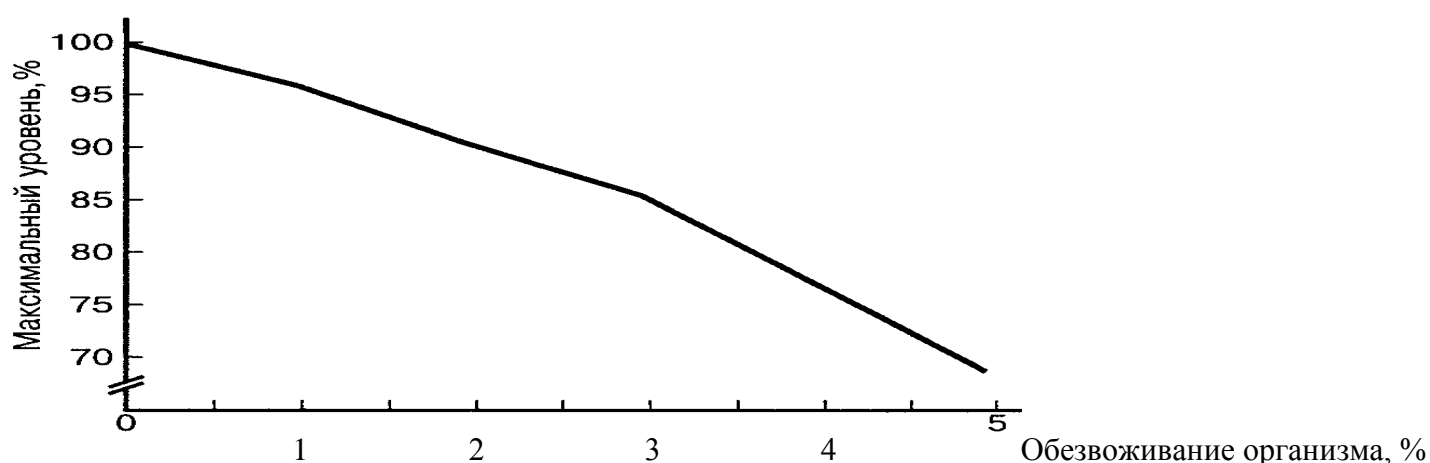


Рис. 15.7. Снижения уровня мышечной деятельности в результате обезвоживания организма. Данные Салтена и Костилла (1988)

Помимо потерь воды во время продолжительной физической деятельности, из организма с потом выводятся многие питательные вещества, особенно минералы.

Таблица 15.7. Влияние дегидратации (обезвоживания) на некоторые физиологические параметры и мышечную деятельность

Исследуемый показатель	Дегидратация
Физиологические параметры	
сила	Не изменяется
спринтерский бег	”
время реакции	Незначительно увеличивается
выносливость	Уменьшается
Субмаксимальная физическая деятельность	
ЧСС	Увеличивается
потребление кислорода	Не изменяется
температура тела	Увеличивается
лактат крови	”
Максимальная физическая деятельность	
МПК	Уменьшается
ЧСС	Не изменяется
лактат крови	Уменьшается

Как уже отмечалось, нормальное функционирование организма зависит от баланса воды и электролитов. Мы выяснили, как влияют потери воды на мышечную деятельность. Рассмотрим теперь влияние электролитов. При значительных потерях воды, например, при выполнении физической нагрузки, равновесие между содержанием воды и электролитов быстро нарушается. В следующих разделах мы рассмотрим влияние физических нагрузок на баланс электролитов.

В ОБЗОРЕ...

1. Водный баланс зависит от баланса электролитов и наоборот.
2. В состоянии покоя потребление воды соответствует ее потере. Потребление воды включает воду, потребляемую с продуктами питания и напитками, а также образуемую в процессе метаболизма. Большая часть потерь воды приходится на выделяемую почками. Кроме того, вода выделяется с фекалиями, а также вследствие потоотделения и испарения.
3. Во время мышечной деятельности образование воды вследствие метаболических процессов увеличивается, поскольку возрастает интенсивность метаболизма.
4. Во время физической нагрузки потери воды повышаются, поскольку увеличивается образование тепла в организме и, следовательно, повышается потоотделение. Во время физической нагрузки основные потери воды происходят с потом, поскольку почки сокращают экскрецию воды, пытаясь предотвратить обезвоживание.
5. Если дегидратация составляет более 2 % массы тела, значительно нарушается работоспособность во время продолжительной физической нагрузки. Дегидратация вызывает повышение ЧСС и температуры тела.

Потери электролитов с потом

Человеческий пот представляет собой фильтрат плазмы крови, поэтому в нем содержится множество веществ: натрий, хлор, калий, магний, кальций. Несмотря на солоноватый привкус в нем содержится меньше минералов, чем в плазме или в других жидкостях организма. В действительности на 99 % он состоит из воды.

В поте и крови доминируют ионы хлора и натрия. Как видно из табл. 15.8, концентрации натрия и хлора в поте едва равны 1/3 их содержания в плазме и в 5 раз меньше, чем в мышцах. В таблице показана осмоляльность этих трех жидкостей, т.е. соотношение растворенных веществ (таких, как электролиты) и жидкости. Концентрация электролитов в поте значительно колеблется у разных людей. Она зависит от интенсивности потоотделения, уровня подготовленности и степени акклиматизации к высокой температуре окружающей среды.

При повышенной интенсивности потоотделения, например, во время мышечной деятельности, требующей проявления выносливости, в поте большое количество натрия и хлора и небольшое калия, кальция и магния. В одном исследовании изучали влияние потерь нота порядка 4,1 кг (9 фунтов), что соответствовало уменьшению массы тела на 5,8 %. Исходя из оценок общего содержания электролитов в теле спортсмена, подобные потери пота приведут к снижению содержания натрия и хлора в организме всего на 5 — 7 %. Содержание калия и магния — двух ионов, находящихся преимущественно внутри клеток, понизится в этом случае на 1 %. Подобные потери вряд ли могут повлиять на уровень мышечной деятельности спортсмена.

Таблица 15.8. Концентрация и осмоляльность электролитов в поте, плазме крови и мышечной ткани после 2-часовой нагрузки в условиях повышенной температуры окружающей среды

Объект исследования	Электролит, мэкв·л ⁻¹				Осмоляльность, мосм·л ⁻¹
	Натрий	Хлор	Калий	Магний	
Пот	40—60	30—50	4—6	1,5—5,0	80—185
Плазма крови	140	101	4	1,5	295
Мышечная ткань	9	6	162	31	295

При потере электролитов с потом остальные ионы перераспределяются по тканям организма. Например, калий диффундирует из активных мышечных волокон по мере их сокращения во внеклеточную жидкость.

Повышение уровня внеклеточного калия в этом случае не соответствует количеству K^+ выделяемому из активных мышц, так как калий используется неактивными мышцами и другими тканями по мере того как он выделяется из активных мышц. Во время восстановления содержание внутриклеточного калия быстро нормализуется. По мнению некоторых ученых, подобные реакции калия во время физической нагрузки могут способствовать развитию утомления, изменяя потенциалы нейронов и мышечных волокон и тем самым затрудняя передачу импульсов.

Выделение электролитов с мочой

Помимо выведения из крови продуктов распада и регуляции содержания воды в организме, почки также реагируют на содержание электролитов в организме. Образование мочи — другой существенный источник потерь электролитов. В состоянии покоя электролиты экскретируются с мочой, что обеспечивает поддержание гомеостатических уровней. С увеличением потерь воды во время выполнения физической нагрузки образование мочи значительно уменьшается. Организм пытается сохранить запасы воды. Таким образом, снижаются потери электролитов.

Почки регулируют содержание электролитов в организме и по-другому. Если, например, человек потребляет 250 мэкв соли (NaCl), почки экскретируют такое же количество электролитов, поддерживая их постоянную концентрацию. Однако при интенсивном потоотделении и дегидратации надпочечники выделяют гормон альдостерон, стимулирующий почечную реабсорбцию натрия. Следовательно, организм задерживает больше натрия, чем обычно после продолжительной физической нагрузки. Это приводит к повышению концентрации натрия, ведущему к увеличению осмоляльности внеклеточных жидкостей.

Повышение содержания натрия вызывает чувство жажды, человеку хочется пить больше воды, которая затем задерживается во внеклеточном компартменте. Повышенное потребление воды восстанавливает нормальную осмоляльность во внеклеточных жидкостях, однако увеличивает их объем, что ведет к разбавлению концентрации содержащихся в них веществ. Увеличение объема внеклеточных жидкостей не оказывает отрицательного влияния и является временным явлением. Спустя 48 — 72 ч после физической нагрузки уровни жидкости нормализуются.

В ОБЗОРЕ...

1. Значительные потери воды могут нарушить баланс электролитов, хотя последние разведены в поте, который на 99 % состоит из воды.
2. Потери электролитов во время выполнения физической нагрузки происходят главным образом путем потери воды с потом. В поте больше всего натрия и хлора.
3. В состоянии покоя избыток электролитов экскретируется почками с мочой, однако при выполнении физической нагрузки образование мочи значительно уменьшается, вследствие чего значительно сокращаются потери электролитов.
4. Дегидратация посредством гормона альдостерона обеспечивает задержку почками Na^+ и Cl^- , что приводит к повышению их концентрации. Это, в свою очередь, обуславливает возникновение чувства жажды.

ВОСПОЛНЕНИЕ ПОТЕРЬ ЖИДКОСТИ

При интенсивном потоотделении теряется больше воды, чем электролитов. Это приводит к повышению осмотического давления жидкостей, поскольку повышается концентрация электролитов. Вследствие этого потребность в восполнении потерь воды превышает потребность в электролитах, так как восполнение запасов воды обеспечит восстановление нормальной концентрации электролитов. Но откуда об этом известно организму?

Чувство жажды

При возникновении чувства жажды вы что-нибудь пьете. Чувство жажды регулируется гипоталамусом. Оно возникает при повышении осмотического давления плазмы. К сожалению, механизм жажды недостаточно точно определяет или оценивает состояние дегидратации организма. Чувство жажды возникает только после начала дегидратации. Даже в состоянии дегидратации желание выпить возникает лишь через определенные промежутки времени.

Как контролируется чувство жажды, не совсем понятно. При потреблении жидкости в зависимости от чувства жажды организму человека требуется 24 — 48 ч, чтобы полностью восполнить потери воды с потом. В то же время собаки и ослики могут выпить количество воды, соответствующее 10 % общей массы тела в первые минуты после физической нагрузки или пребывания в условиях повышенной температуры окружающей среды, полностью восполнив потери воды. Ввиду замедленного возникновения потребности восполнить запасы воды, и для предотвращения хронического обезвоживания организма людям рекомендуется выпивать больше жидкости, чем этого требует чувство жажды. Ввиду повышенных потерь воды во время выполнения физической нагрузки спортсмены должны потреблять достаточное количество воды для удовлетворения потребности организма, а также осуществлять регидратацию во время и после выполнения физической нагрузки.

Положительное влияние потребления жидкости во время физической нагрузки

Потребление напитков при продолжительной физической деятельности, особенно в условиях повышенной температуры окружающей среды, оказывает очевидное положительное воздействие. Потребление жидкости сводит к минимуму обезвоживание организма, повышение температуры тела и нагрузку на сердечно-сосудистую систему.

Как видно из рис. 15.8, при обезвоживании организма испытуемых во время продолжительного (несколько часов) бега на тредбане при высокой температуре окружающей среды (40°C) и без восполнения запасов воды у них прогрессивно повышается ЧСС. Без потребления жидкости испытуемые достигали состояния изнеможения и не могли закончить 6-часовую физическую нагрузку. Потребление воды или физиологического раствора в количестве, соответствующем потерям массы тела, предотвращало дегидратацию и значительное повышение ЧСС. Даже потребление теплых напитков (равных температуре тела) обеспечивает некоторую защиту организма от перегревания, вместе с тем прохладные напитки ускоряют процесс охлаждения тела, поскольку тепло из глубины тела используется для их согревания.

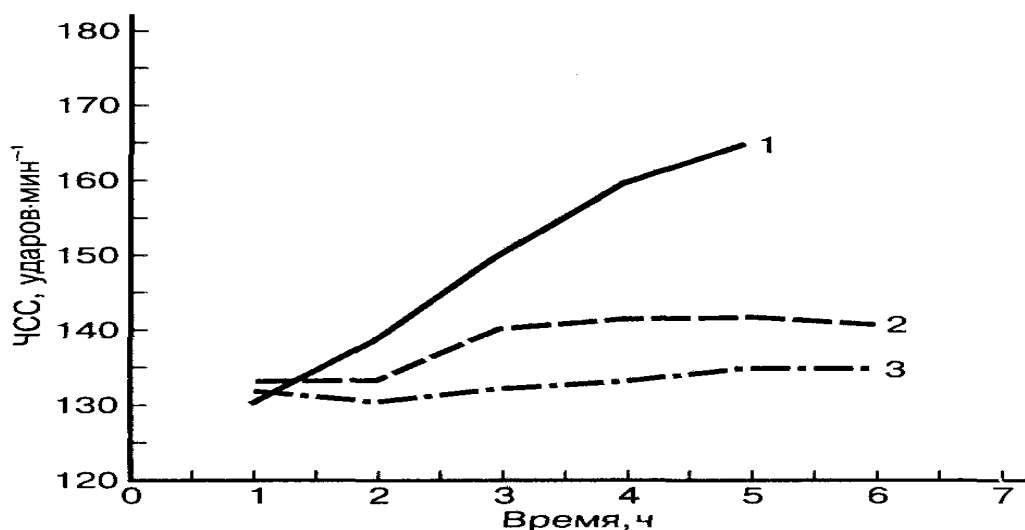


Рис. 15.8. Влияние выполнения продолжительной физической нагрузки в условиях повышенной температуры окружающей среды на ЧСС испытуемых, не потреблявших никакой жидкости (1), потреблявших солевой раствор (2) и воду (3)

Гипонатриемия

Несомненно, восполнение запасов воды в организме крайне важно, однако не может ли потребление слишком большого количества жидкости привести к отрицательным последствиям? В последние несколько лет были замечены случаи гипонатриемии у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. С клинической точки зрения гипонатриемия характеризуется концентрацией натрия в крови ниже нормального уровня — 136— 143 ммоль·л⁻¹. Признаки гипонатриемии проявляются поэтапно: слабость, дезориентировка, эпилептические припадки и кома. Как возникает гипонатриемия?

Процесс регуляции объема жидкостей и концентрации электролитов отличается высокой эффективностью, поэтому в обычных условиях довольно трудно достичь разведения электролитов плазмы, потребляя достаточное количество воды. Марафонцы при потерях пота порядка 3 — 5 л, потребляя 2 — 3 л воды, поддерживают нормальные концентрации натрия, хлора и калия в плазме. У бегунов на длинные дистанции, пробегающих 25 — 40 км в день в жаркую погоду, которые не добавляют соль в пищу, не возникает дефицит электролитов в организме. Нормальные уровни электролитов поддерживаются даже при потреблении всего 30 % калия, при потерях пота 3 — 4 л ежедневно в течение 8 дней подряд [9].

Результаты ряда исследований показывают, что гипонатриемия может возникать при беге на сверхдлинных дистанциях (более 42 км, или 26,2 миль). Исследование в 1983 г. двух бегунов, впавших в коллапс после завершения дистанции в 160 км (100 миль), показало, что концентрация натрия у них снизилась со 140 (нормальная) до 123 и 118 мэкв-л⁻¹ [15]. У одного из них случился эпилептический припадок, у второго нарушилась ориентация. Анализ потребления жидкости этими бегунами и потребления натрия в процессе бега показали, что они разбавили содержание натрия в организме, потребляя напитки, содержавшие очень незначительное количество натрия. В то же время исследование, проведенное Барром и соавт., показало, что потребление более 7 л чистой воды во время выполнения физической нагрузки при высокой температуре воздуха в течение 6 ч приводит лишь к незначительному снижению концентрации натрия в плазме (около 3,9 ммоль-л⁻¹) [2].

Наиболее оптимальный вариант — восполнять запасы воды с интенсивностью, соответствующей интенсивности их потерь, или добавлять в потребляемую жидкость натрий, чтобы избежать возникновения гипонатриемии. В этой связи следует отметить, что напитки для спортсменов, содержащие менее 25 ммоль натрия-л⁻¹, слишком "слабые", чтобы предотвратить разбавление натрия, тогда как более высокие концентрации трудно переносимы. Точная причина возникновения гипонатриемии остается невыясненной.

В ОБЗОРЕ...

1. Потребность в восполнении потерь воды значительно превышает потребность в восполнении запасов электролитов.
2. Механизм чувства жажды человека недостаточно точно определяет состояние дегидратации, вследствие чего рекомендуется потреблять больше воды, чем хочется.
3. Потребление воды при продолжительной физической нагрузке снижает риск дегидратации и повышает функцию сердечно-сосудистой и терморегуляторной систем.
4. Потребление слишком большого количества жидкости, содержащей небольшое количество натрия, в некоторых случаях приводит к гипонатриемии (низкие уровни натрия в плазме), что может вызвать дезориентировку, спутанность сознания и даже эпилептические припадки.

РАЦИОН ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНА

Спортсмены предъявляют повышенные требования к своему организму вследствие ежедневных интенсивных тренировок. Тело спортсмена должно быть максимально подготовлено. Этому в большой степени способствует оптимальный режим питания. Очень часто спортсмены прилагают значительные усилия, затрачивая много времени на совершенствование своих способностей и достижение максимального уровня подготовленности, забывая при этом о питании и режиме сна. Ухудшение спортивных результатов очень часто обусловлено неадекватным питанием.

Таблица 15.9. Сравнение рациона питания 22 бегунов с рекомендуемыми ежедневными дозами

Рацион питания	Средний показатель бегунов	Рекомендуемая доза
Калории, ккал/день	3 012	(2 000)
Углеводы, г	375	(250)
Белки, г	112	(70)
Насыщенные жиры, г	42	(26)
Ненасыщенные жиры, г	64	(54)
Общее количество жира, г	122	(66—100)
Холестерин, мг	377	(300)
Клетчатка, г	7	(3—6)
Витамин А, МЕ	10,814	5 000
Витамин В ₁ , мг	1,9	1,5
Витамин В ₂ , мг	2,5	1,7
Витамин В ₆ , мг	2,2	2,0
Витамин В ₁₂ , мкг	3,8	2,0
Фолиевая кислота, мкг	230	200
Ниацин, мг	27,3	19,0
Пантотеновая кислота, мг	5,3	4—7
Витамин С, мг	205	60
Витамин Е, мг	5,2	10
Железо, мг	25	15
Калий, г	4,3	Не определена
Кальций, мг	1 300	1,200
Магний, мг	400	350
Фосфор, мг	200	800—1 200
Натрий, г	2 600	(2 500)*

Примечание. Цифры в скобках представляют средние показатели содержания в рационе питания жителей США и могут не отражать уровень, необходимый для обеспечения нормального состояния здоровья. Даже низкий показатель, например, витамина Е не обязательно свидетельствует о дефиците, поскольку рекомендуемые дозы в некоторой степени произвольны.

**Рекомендуемая доза не определена. Показатель приблизительный*

К сожалению, мы мало знаем о пищевых привычках спортсменов. Для получения информации проводили учет питания бегунов высокого уровня на длинные дистанции в процессе тренировок и за три дня до соревнований (табл. 15.9). 22 бегуна (11 мужчин и 11 женщин) имели опыт выступлений от любительского до международного уровня, что не сказалось на их пищевых привычках. Рацион питания практически не влиял на спортивные результаты. Несмотря на определенные различия в рационе питания, анализ содержания жиров, белков и углеводов, витаминов и минералов не показал значительных различий.

Любопытно, что рацион питания спортсменов был очень близким к рекомендуемому. Он включал 50 % углеводов, 36 % жиров и 14 % белков. На первый взгляд, количество углеводов представляется слишком низким. Однако в действительности спортсмены потребляли их значительно больше. Общая энергетическая ценность потребляемой пищи оказалась почти на 50 % выше, чем у нетренированных людей с таким же строением тела (масса тела около 65,8 кг, или 145 фунтов), следовательно, общее потребление углеводов спортсменами было выше среднего.

Большинство бегунов не потребляли дополнительное количество витаминов. Вместе с тем потребляемое ими количество витаминов и минералов, по меньшей мере, соответствовало рекомендуемым дозам. Продолжительное недопотребление витаминов влияло на мышечную деятельность. Только два бегуна потребляли недостаточное количество витамина В₁₂. Испытуемые также потребляли в достаточном количестве клетчатку — необходимый компонент для поддержания хорошего состояния здоровья.

В последние три дня накануне соревнований испытуемые изменили структуру тренировки и рацион питания. Они сократили среднюю дистанцию, пробегаемую за день, с 13,7 км (8,5 миль) до 3,7 км (2,3 мили). Чтобы "нагрузить" мышцы гликогеном, бегуны увеличили калорийность потребляемой пищи с 3 012 ккал до 3 730 ккал.

У некоторых спортсменов потребление энергии составляло более 5 000 ккал/день, что в два раза превышало энергозатраты, теоретически такое перекармливание могло отрицательно влиять на спортивную деятельность. В этот период марафонцы сократили отрезок пробегаемой на тренировке дистанции, поэтому затраты энергии составляли всего около 2 526 ккал/день, а потребляли они 3 730 ккал/день. Ежедневный излишек в 1 204 ккал за три дня составил лишний фунт (0,45кг) ненужного организму жира (1 фунт жира — 3 500 ккал). Следует, однако, отметить, что для повышения эффективности мышечной деятельности лучше

потреблять больше пищи, особенно углеводов, чем "недогрузить" мышцы и печень гликогеном накануне соревнований.

Заметим, что полученные результаты, естественно, не отражают характерный для спортсменов рацион питания. Рацион питания спортсменов, занимающихся различными видами спорта, может значительно отличаться.

ВЕГЕТАРИАНСКАЯ ДИЕТА

Многие спортсмены являются поклонниками вегетарианской диеты, употребляя в пищу только продукты растительного происхождения. Лакто-вегетарианцы употребляют также молочные продукты, а ово вегетарианцы добавляют в рацион питания яйца. Лакто-ово вегетарианцы употребляют молочные продукты, яйца и продукты растительного происхождения.

Могут ли спортсмены находиться на вегетарианской диете? Могут! Однако чистым вегетарианцам следует тщательно подбирать продукты растительного происхождения, чтобы обеспечить организм соответствующим количеством незаменимых аминокислот, рибофлавина, витаминов А, В, D, кальция, железа, а также достаточным количеством калорий. Некоторые профессиональные спортсмены отмечали значительное снижение спортивных результатов после перехода на вегетарианскую диету. Проблема чаще всего заключается в неправильном подборе продуктов питания. Включение в рацион яиц и молока значительно снижает вероятность дефицита питательных веществ. Прежде чем перейти на вегетарианскую диету, следует ознакомиться с соответствующей литературой или проконсультироваться у специалиста.

ПИЦЦА, ПОТРЕБЛЯЕМАЯ НАКАНУНЕ СОРЕВНОВАНИЙ

Многие годы спортсмены за несколько часов до соревнования получали традиционный бифштекс. Эта традиция, очевидно, возникла вследствие предположения, что мышца как бы "потребляет" себя саму, чтобы получить энергию для осуществления сокращений, а бифштекс обеспечит организм спортсмена достаточным количеством белков, которые восполнят потери. Теперь мы знаем, что бифштекс, пожалуй, — самый худший продукт, который можно есть перед соревнованием. В нем высокое содержание жиров, для усвоения которых требуется несколько часов, поэтому во время соревнования пищеварительная система будет конкурировать с мышечной системой за кровоснабжение. Кроме того, ввиду высокого нервного напряжения накануне соревнований даже самый вкусный бифштекс вряд ли "придется" по душе спортсмену. Бифштекс можно съесть (и то нежелательно) вечером накануне соревнования или после его окончания. Если бифштекс не подходит, что же тогда должен есть спортсмен?

Хотя пицца, потребляемая за несколько часов до соревнований, вряд ли увеличит запасы мышечного гликогена, тем не менее она может обеспечить нормальный уровень глюкозы крови, а также предотвратить возникновение чувства голода. Ее калорийность не должна превышать 200 — 250 ккал и она должна состоять главным образом из продуктов, содержащих углеводы, которые легко усваиваются. Это могут быть зерновые, сок, гренки, которые быстро усваиваются и не вызывают чувство переполненного желудка. Есть следует по крайней мере за 2 ч до начала соревнований. Интенсивность усвоения пищи очень индивидуальна, поэтому рассчитывать время ее приема можно на основании предыдущего опыта.

Жидкая пища, потребляемая перед соревнованием, вряд ли может вызвать тошноту, рвоту, нервную диспепсию, колики в животе. Ее рекомендуют как до соревнования, так и в промежутке между отдельными видами. Также не рекомендуется есть менее чем за 1 ч до начала соревнований. Довольно трудно покормить спортсмена, который должен выступать в серии предварительных и финальных соревнований. В этих условиях единственным приемлемым решением является жидкая пища, содержащая большое количество углеводов и незначительное — жиров.

ГЛИКОГЕННАЯ НАГРУЗКА

Как уже указывалось, различные диеты по-разному влияют на запасы мышечного гликогена в организме, и результат в циклических видах спорта во многом зависит от величины этих запасов. Считается, что чем больше запас гликогена, тем выше потенциальные возможности спортсмена в циклических видах спорта, поскольку отсрочивается наступление утомления. Поэтому рекомендуется начинать соревнования с максимальными запасами гликогена в организме.

Основываясь на исследованиях с использованием пункционной биопсии, проведенных в середине 60-х годов, Астранд предложил план помощи спортсменам в накоплении максимального количества гликогена [1] — так называемую гликоген-ную нагрузку. Согласно рекомендациям Астранда, спортсмены готовятся к соревнованиям, проводя изнурительные тренировочные занятия в течение 7 дней до начала. Затем в течение

3 дней потребляется пища, содержащая исключительно жиры и белки, с тем, чтобы лишить мышцы углеводов. Это приводит к повышению активности гликогенсин-тазы — фермента, обеспечивающего синтез гликогена. В оставшиеся дни спортсмены потребляют пищу, богатую углеводами. Вследствие повышенной активности гликогенсинтазы увеличенное потребление углеводов приводит к накоплению большого количества гликогена в мышцах. Объем и интенсивность тренировочных занятий в течение этих 6 дней следует заметно снизить, чтобы не допустить дополнительного истощения запасов гликогена и тем самым увеличить резервы гликогена в мышцах и печени.

Этот метод позволяет увеличить запасы мышечного гликогена вдвое, однако он не совсем подходит для сильнейших спортсменов. В течение 3 дней потребления пищи с низким содержанием углеводов тренировочный процесс затрудняется. Кроме того, повышается раздражительность спортсменов и они оказываются не в состоянии выполнять интеллектуальные задачи. Довольно часто снижается содержание сахара в крови, что проявляется в мышечной слабости и дезориентации. Более того, изнурительные тренировочные занятия на протяжении 7 дней перед соревнованиями характеризуются незначительным тренировочным эффектом и могут привести к уменьшению, а не увеличению запасов гликогена в организме. Повышается риск получения травмы или перетренированности.

В связи с изложенным многие специалисты предлагают отказаться от изнурительных занятий, направленных на истощение запасов гликогена, а также от потребления пищи с низким содержанием углеводов. Вместо этого рекомендуется просто снизить интенсивность тренировочных занятий за неделю до начала соревнований и потреблять обычную смешанную пищу, содержащую 55 % калорий за счет углеводов, до тех пор, пока до начала соревнований не останется 3 дня. В эти оставшиеся 3 дня объем тренировки следует еще больше снизить, проводя лишь 10—15-минутные разминки и потребляя пищу, богатую углеводами. Если следовать этому плану (рис. 15.9), уровень гликогена повысится до 200 ммоль·кг⁻¹ мышцы, т.е. на столько же, как и при использовании метода Астранда, однако при этом спортсмен подойдет к началу соревнований лучше отдохнувшим.

Диета также играет важную роль в подготовке печени к физической деятельности циклической направленности. Запасы гликогена печени очень быстро уменьшаются, если человек не потребляет углеводы в течение всего лишь 24 ч, даже находясь в состоянии покоя. После 1 ч интенсивной физической нагрузки концентрация гликогена в печени снижается на 55 %. Следовательно, интенсивные тренировочные занятия в сочетании с определенным рационом питания с низким содержанием углеводов могут привести к опустошению запасов гликогена в печени. Однако потребление пищи, содержащей углеводы, очень быстро восстанавливает концентрацию гликогена в печени. Естественно, потребление пищи, богатой углеводами, накануне соревнований значительно увеличит содержание гликогена в печени и сведет к минимуму риск возникновения гипогликемии во время самого соревнования.

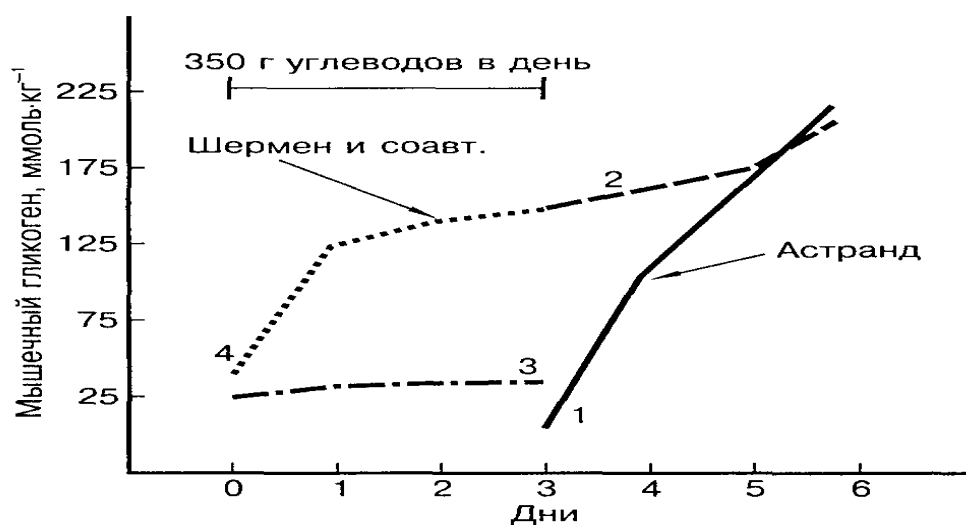


Рис. 15.9. Два режима осуществления гликогенной нагрузки: 1,2 — диета с высоким содержанием углеводов; 3 — с низким содержанием углеводов; 4 — смешанная диета. Данные Астранда (1979), Шермана и соавт. (1981)

Вода накапливается в организме с интенсивностью около 2,6 г воды на каждый грамм гликогена. Следовательно, повышение или снижение концентрации гликогена в мышцах и печени приводит к

изменению массы тела на 1 — 3 фунта (0,45 — 1,36 кг). Некоторые ученые советуют контролировать концентрацию гликогена в мышцах и печени, измеряя массу спортсмена рано утром после пробуждения и опорожнения мочевого пузыря. Резкое снижение массы тела может свидетельствовать о неспособности восполнить запасы гликогена, дефиците воды в организме или и о том и другом.

Спортсмены, которым предстоит тренироваться или принимать участие в соревнованиях, требующих приложения максимальных усилий в течение нескольких дней подряд, должны стремиться как можно быстрее восполнять запасы гликогена в печени и мышцах. Хотя запасы гликогена в печени могут истощиться через 2 ч после выполнения физической нагрузки с интенсивностью 70 % МПК, потребление пищи, богатой углеводами, обеспечивает восстановление нормальных уровней в течение нескольких часов. С другой стороны, ресинтез мышечного гликогена протекает медленнее, обычные уровни после значительной физической нагрузки, например, после марафонского бега, восстанавливаются в течение нескольких дней (рис. 15.10) [4, 24]. Как показали результаты исследований, проведенных в конце 80-х годов, ресинтез мышечного гликогена протекает быстрее, если испытуемые потребляют не менее 50 г (около 0,7 г·кг⁻¹ массы тела) глюкозы каждые 2 ч после выполнения физической работы [5, 19]. Потребление большего количества глюкозы не ускоряет процесс восстановления запасов мышечного гликогена. В первые 2 ч после физической нагрузки интенсивность ресинтеза гликогена составляет 7 — 8 % (7 — 7 ммоль·кг⁻¹ мышцы в час), что выше обычной — 5 — 6 % в час [18]. Таким образом, спортсмен, восстанавливающийся после изнурительной физической нагрузки, должен потреблять достаточное количество углеводов сразу же после ее завершения.

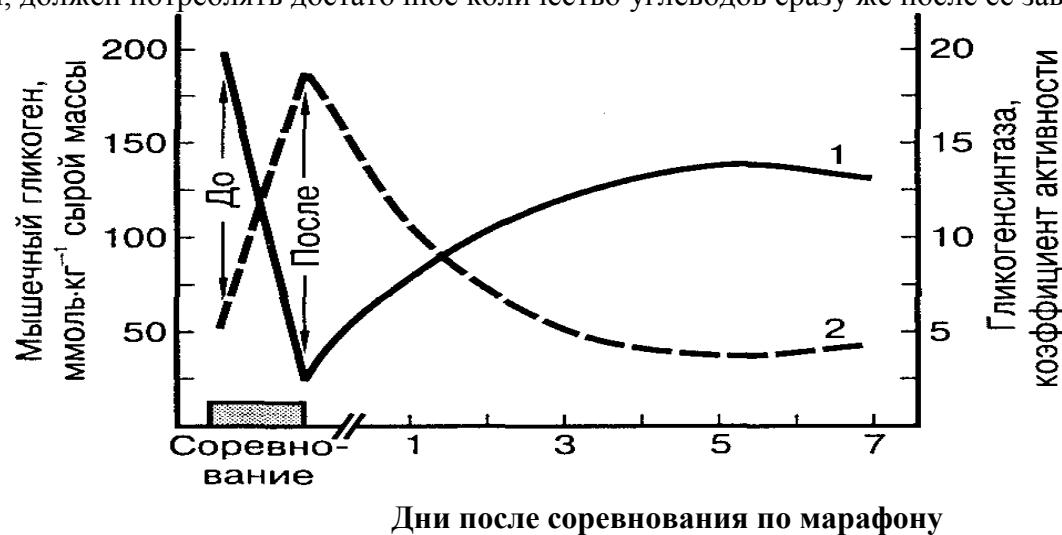


Рис. 15.10. Ресинтез мышечного гликогена — медленный процесс; для восстановления нормального уровня гликогена после изнурительной физической нагрузки требуется несколько дней:

1 — гликоген; 2 — гликогенсинтаза

ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Прежде чем растворы абсорбируются кровью, они должны пройти через желудок и тонкую кишку, где завершается процесс усвоения и питательные вещества попадают в кровь. В этом разделе мы рассмотрим, как функционирует желудочно-кишечный тракт во время физической нагрузки и как это влияет на создание оптимальных спортивных напитков. Как "справляется" эта система с потребленным раствором во время физической нагрузки?

ОПОРОЖНЕНИЕ ЖЕЛУДКА

Когда пища находится в желудке, она смешивается с его секреторными жидкостями, в которых содержатся пищеварительные ферменты, расщепляющие продукты питания на маленькие подгруппы, а также соляная кислота, активирующая некоторые ферменты и уничтожающая бактерии. Эти секреторные жидкости очень важны для усвоения потребляемой пищи и абсорбции содержащихся в ней питательных веществ. После смешивания пищи с секреторными жидкостями она переходит из желудка в тонкую кишку (двенадцатиперстную кишку).

Хотя нервная и гормональная регуляции процесса опорожнения желудка изучены недостаточно, известно, что на скорость продвижения растворов по желудку влияет множество различных стимулов. Как видно из табл. 15.10, они включают объем поглощенной пищи; ее калорийность; состав и осмоляльность содержимого желудка; температуру и pH поглощенной пищи.

Кроме этих факторов, по имеющимся данным на интенсивность опорожнения желудка влияют также кофеин, фаза менструального цикла, условия окружающей среды, эмоциональный дистресс и суточные

(циркадные) изменения [10].

Таблица 15.10. Влияние состава растворов на интенсивность опорожнения желудка

Характеристика раствора	Влияние на интенсивность опорожнения
Объем раствора	Увеличивается с увеличением объема
Калорийность	Снижается с повышением калорийной плотности
Осмоляльность	Снижается при потреблении гиперосмолярных растворов
Температура	Прохладная жидкость выводится быстрее, чем теплая
pH	Снижение интенсивности опорожнения при потреблении более кислых растворов

А что же физическая нагрузка? Мы уже отмечали, что потребление углеводных растворов во время продолжительной физической нагрузки благоприятно влияет на работоспособность. Как же влияет физическая нагрузка на интенсивность опорожнения желудка? Рассмотрим различные компоненты физической нагрузки и их влияние.

Интенсивность физической нагрузки

Интенсивная физическая нагрузка (около 70 — 80 % МПК) значительно замедляет интенсивность опорожнения желудка. Еще в 1833 г. Бомон подчеркнул, что утомительная физическая нагрузка замедляет процесс пищеварения. Спустя почти столетие ученые установили, что даже средняя физическая нагрузка (бег на 2 — 3 мили, или 3,2 — 4,8 км) замедляет опорожнение желудка после легкой пищи и снижает секрецию у молодых мужчин. Менее интенсивная мышечная деятельность, например ходьба, повышает интенсивность опорожнения желудка и не снижает желудочную секрецию. Это подтвердили результаты недавних исследований. Кроме того, тот же Бомон установил, что опорожнение желудка происходит быстрее во время ходьбы и беседы с другом, чем во время ходьбы в одиночку, продемонстрировав, таким образом, важность психологических *факторов*. Какие можно сделать из этого выводы?

Результаты большинства исследований свидетельствуют, что интенсивная мышечная нагрузка снижает интенсивность опорожнения желудка. В то же время при менее интенсивной нагрузке порядка менее 70 — 80 % МПК интенсивность опорожнения желудка почти такая же, как и в состоянии покоя [11, 22]. Следовательно, физиологические механизмы, регулирующие интенсивность опорожнения желудка в состоянии покоя и при небольшой-средней физической нагрузке, очевидно, подобны. Различия в интенсивности опорожнения желудка, наблюдавшиеся при менее интенсивной физической нагрузке, могли быть обусловлены типом физической нагрузки (речь об этом пойдет чуть ниже).

Интенсивность физической нагрузки, при которой нарушается обычный процесс опорожнения желудка, колеблется в зависимости от уровня подготовленности спортсмена. У одного человека простая ходьба в быстром темпе может замедлить процесс опорожнения желудка, тогда как у другого, регулярно тренирующегося, даже бег на 2 мили (3,2 км) не повлияет на интенсивность этого процесса. Следовательно, чем выше уровень подготовленности человека, тем меньше степень влияния физической нагрузки на функцию желудка. Это объясняется тем, что при одинаковой интенсивности мышечной деятельности физически более подготовленный человек выполняет одинаковую нагрузку при меньшем проценте МПК, чем менее подготовленный.

Продолжительность физической нагрузки

С целью определения влияния продолжительности физической нагрузки (2-часовая езда на велосипеде) на интенсивность опорожнения желудка была проведена серия исследований [13]. Несмотря на утомительное влияние физической нагрузки, интенсивность опорожнения желудка не изменялась. На основании этих результатов можно сделать вывод, что интенсивность опорожнения желудка при продолжительной физической нагрузке (менее 2 ч) такая же, как и в покое. Подобная физическая нагрузка, как правило, выполняется с интенсивностью ниже 80 % МПК.

Режим физической нагрузки

Рассмотрим теперь, как влияет режим физической нагрузки на интенсивность опорожнения желудка. Установлено, например, что водные и углеводные растворы выводятся из желудка на 38 % быстрее при выполнении средней физической нагрузки на тредбане, чем в состоянии бездеятельности после приема пищи [22]. Езда на велосипеде при субмаксимальном МПК может вызывать повышение интенсивности опорожнения желудка, однако последние результаты исследований оказались несколько противоречивыми [10].

Сравнивали влияние различных режимов *физических* нагрузок на интенсивность опорожнения желудка после потребления углеводных растворов во время отдыха в течение 20 и 120 мин, бега и езды на велосипеде [10]. Интенсивность опорожнения была значительно выше во время бега, чем во время езды на велосипеде, а также во время 20-минутной физической активности по сравнению с отдыхом такой же продолжительности. Вместе с тем интенсивность опорожнения желудка при езде на велосипеде в течение 120 мин практически не отличалась от таковой, наблюдавшейся при отдыхе в течение такого же периода времени. В другом исследовании не наблюдали различий в интенсивности опорожнения желудка во время езды на велосипеде и во время отдыха в течение 15 — 120 мин.

Таким образом, влияние езды на велосипеде на интенсивность опорожнения желудка не совсем понятно. Вместе с тем умеренно интенсивный бег или ходьба ускоряют процесс опорожнения желудка. Считают, что бег на лыжах также повышает интенсивность опорожнения желудка; информации о влиянии других видов физической нагрузки на интенсивность опорожнения желудка в настоящее время не существует [10]. Тем не менее мы можем предположить, что различные виды физических нагрузок могут по-разному влиять на интенсивность опорожнения желудка.

АБСОРБЦИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КИШЕЧНИКОМ

При потреблении углеводов во время физической нагрузки циклического характера абсорбция их кишечником несколько задерживается, поскольку большинство углеводных растворов находится непродолжительное время в желудке. Поэтому следы любого раствора, содержащего сахара, не наблюдаются в крови в первые 5 — 7 мин после потребления. Эта задержка позволяет желудку доставить жидкости, которые быстро абсорбируются тонкой кишкой.

Процесс усвоения завершается в тонкой кишке, затем питательные вещества попадают в кровь. Этот процесс непосредственно влияет на гомеостаз жидкости и энергии во время физической нагрузки. Следует отметить, что не все продукты усвоения абсорбируются с одинаковой интенсивностью или посредством одних и тех же механизмов. В следующих разделах мы кратко рассмотрим основные факторы, влияющие на процесс абсорбции.

В кишечнике ежедневно содержится около 6 л жидкости [16]: 2 л потребленной жидкости; 1,5 л слюны; 5,5 л желудочно-кишечных соков (секреторных жидкостей). Около 60 % этой жидкости абсорбируется из двенадцатиперстной и тощей кишок, 20 % — из подвздошной и 15 % — из толстой. Остальное количество остается в толстой кишке и экскретируется с фекалиями.

Как же влияет физическая нагрузка на абсорбцию кишечником? По мнению многих физиологов, при средней—интенсивной физической нагрузке кровоснабжение кишок снижается. Уменьшение кровоснабжения предполагает пониженную абсорбцию. Однако Фордтрен и Салтен установили, что при интенсивности физической нагрузки порядка 75 % МПК абсорбция жидкости, содержащей углеводы и хлористый натрий, не нарушается [14]. На основании этого был сделан вывод, что в большинстве случаев при выполнении физической нагрузки кровоснабжение кишечника и перистальтика не играют существенной роли в изменении степени абсорбции.

В то же время относительно распространены случаи желудочно-кишечного дистресса при значительной физической нагрузке, например, беге на длинные дистанции или соревновании по триатлону, свидетельствующие о серьезных изменениях функции кишечника. Спазмы желудка в таких случаях могут свидетельствовать о нарушении транспорта кислорода к тканям желудка.

Случаи возникновения диареи во время физической нагрузки циклического характера (марафонском беге), по-видимому, обусловлены причинами психогенного или эмоционального порядка. Предстартовое возбуждение может ускорять прохождение веществ по кишечнику, сокращая время абсорбции воды. Этот вид диареи обусловлен чрезмерной стимуляцией парасимпатической нервной системы, что, в свою очередь, стимулирует перистальтику кишечника и секрецию слизи в толстой кишке. Оба эти фактора предотвращают нормальную абсорбцию воды из фекалий, приводят к возникновению диареи. Отмечено несколько случаев желудочно-кишечных кровотечений, что может указывать на ишемическую (нехватка кислорода) травму выстилки кишечника.

Множество факторов может влиять на абсорбцию во время выполнения физической нагрузки — режим нагрузки, температура окружающей среды, состав потребляемых растворов. В некоторых исследованиях отмечали пониженную интенсивность абсорбции воды, Na^+ , K^+ , и C^- во время физической нагрузки. Вместе с тем авторы большинства исследований сходятся на том, что физическая нагрузка не влияет на абсорбцию кишечника [14, 16].

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СПОРТИВНЫХ НАПИТКОВ

Мы уже отмечали, что потребление углеводных растворов во время выполнения физической нагрузки положительно влияет на уровень мышечной деятельности, обеспечивая достаточное количество "топлива" для образования энергии, а также адекватное количество жидкости для осуществления регидратации. Нам осталось выяснить, какие напитки лучше всего потреблять во время мышечной деятельности. Как установлено, адекватное потребление углеводов необходимо для поддержания энергетических уровней. Именно поэтому изготовители спортивных напитков сконцентрировали свое внимание на производстве углеводсодержащих растворов. Рассмотрим некоторые факторы, которые следует принимать во внимание при изготовлении спортивных напитков, направленных на оптимизацию спортивной деятельности.

ТИП УГЛЕВОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАПИТКЕ

Является ли глюкоза лучшим сахаром для использования в спортивных напитках? Молекулы других Сахаров могут быстрее выводиться из желудка, чем глюкоза. Например, в первых исследованиях было установлено, что растворы мальто-декстрина (концентрация 5 г на 100 мл раствора) выводятся из желудка значительно быстрее, чем раствор глюкозы такой же концентрации. Однако последующие исследования это не подтвердили, что позволило ученым сделать вывод, что интенсивность выведения этих растворов из желудка практически одинакова. Вместе с тем фруктоза может выводиться из желудка быстрее, чем другие углеводы. Потребление фруктозы в концентрации менее 200 ммоль-л⁻¹ практически не замедляло интенсивность опорожнения желудка. Некоторые другие виды Сахаров — мальтоза, сахароза, галактоза и лактоза — могут даже тормозить процесс опорожнения желудка. Следовательно, кроме концентрации, большую роль играет вид углеводов, используемых в растворе. Большинство коммерческих спортивных напитков содержат смесь глюкозы, сахарозы, фруктозы и мальтодекстринов.

КОНЦЕНТРАЦИЯ УГЛЕВОДОВ

Обычно углеводные растворы медленнее выводятся из желудка, чем вода или слабый раствор хлористого натрия [11, 12, 14]. По мнению ученых, главный показатель интенсивности выведения из желудка, а также абсорбции кишечником — калорийность напитка, отражающая концентрацию. Более концентрированные растворы дольше остаются в желудке, чем вода или более слабые растворы. Как видно из рис. 15.11, повышение концентрации глюкозы в напитке значительно снижает интенсивность опорожнения желудка. Например, 400 мл слабого раствора глюкозы (139 ммоль-л⁻¹) почти полностью выводятся из желудка за 20 мин, тогда как на выведение такого же объема концентрированного раствора глюкозы (834 ммоль-л⁻¹) уходит почти 2 ч.

Следует также отметить, что даже при выведении из желудка небольшого количества концентрированного глюкозного напитка в нем содержится значительно больше сахара, чем в большем объеме более слабого концентрированного напитка вследствие более высокой концентрации. Как видно из табл. 15.11, несмотря на пониженную интенсивность опорожнения желудка, более концентрированные растворы обеспечивают кишечник большим количеством глюкозы за минуту, чем менее концентрированные.

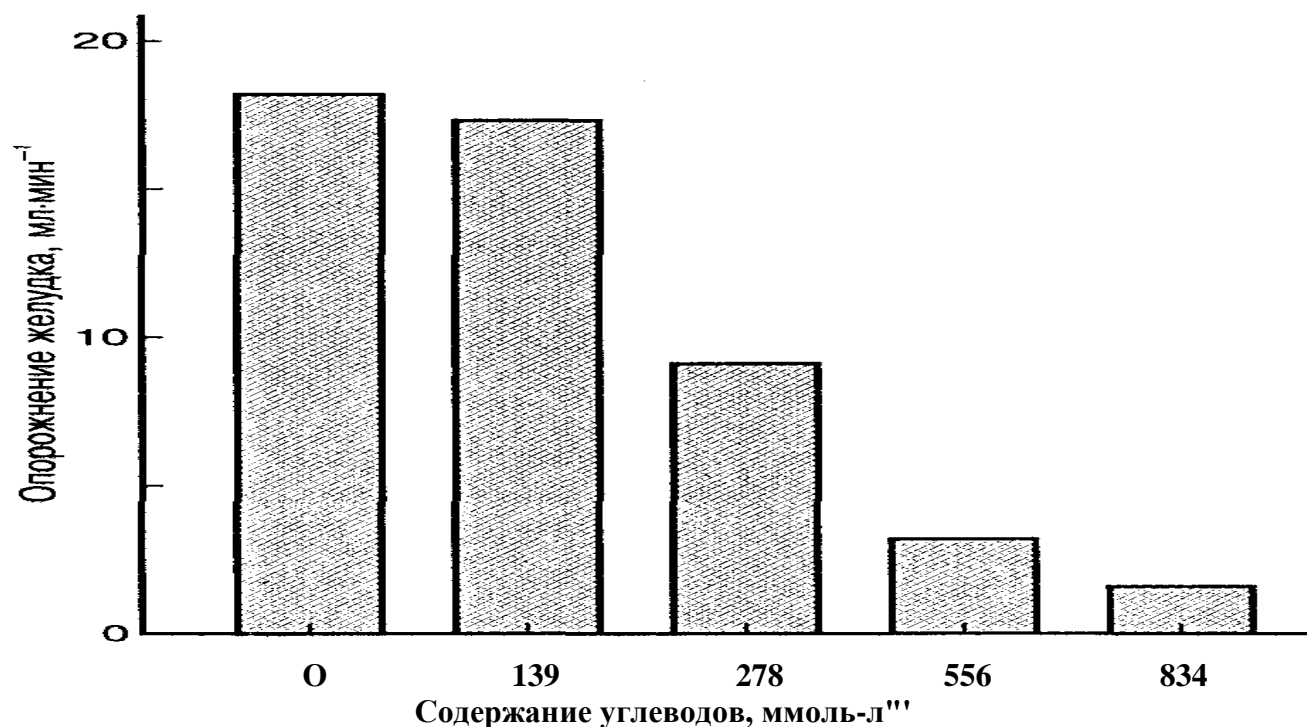


Рис. 15.11. Взаимосвязь между концентрацией углеводов в растворе и интенсивностью опорожнения желудка

Согласно результатам первых исследований, спортивный напиток должен был содержать менее 2,5 г сахара на 100 мл воды, чтобы ускорить его прохождение через желудок. К сожалению, такое небольшое количество углеводов недостаточно для процессов образования энергии. Даже если выпивать 200 мл такого напитка каждые 15 мин во время длительного забега, потребление углеводов составит всего лишь 20 г·ч⁻¹. Согласно последним исследованиям, повышение работоспособности возможно только при потреблении сахара не менее 50 г·ч⁻¹.

Большинство коммерческих спортивных напитков содержат всего около 6 — 8 г сахара на 100 мл. Спортсмену, занимающемуся циклическими видами спорта, придется выпивать около 625 — 833 мл таких напитков каждый час, чтобы обеспечить организм нужным количеством углеводов. Однако большинство людей во время физической нагрузки в состоянии выпивать жидкости около 270 — 450 мл·ч⁻¹. Поэтому эффективными можно считать лишь напитки, содержащие не менее 11 г углеводов на 100 мл. Большинство напитков, имеющих в продаже, не отвечают этому требованию. Следует также отметить, что подобная "богатая" углеводами смесь может задерживаться в желудке, забирать воду из его выстилки и вызывать неприятное ощущение переполненного желудка.

РЕГИДРАТАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ СПОРТИВНЫХ НАПИТКОВ

Потребление жидкости во время выполнения физической нагрузки снижает риск существенного обезвоживания организма. По мнению некоторых специалистов, добавление глюкозы в регидратационные напитки не только обеспечивает организм дополнительным источником энергии, но и может стимулировать абсорбцию воды и натрия. Вспомним, что при задержке в организме натрия, он вызывает задержку большего количества воды. Кроме того, некоторые физиологи считают, что натрий необходим для осуществления транспорта глюкозы.

Согласно этим предположениям, включение натрия в состав спортивных напитков оправдано, однако как взаимодействуют между собой глюкоза и натрий, пока неизвестно. Исследования этой проблемы велись с использованием для анализа содержимого трубки, вставленной в желудок. Следовательно, они не учитывали естественный вклад со стороны желудка натрия и других ионов в состав потребляемых растворов. Поэтому целесообразность включения натрия в состав спортивных напитков остается невыясненной. Некоторые предлагают включать в состав электролитных и глюкозных напитков аминокислоты с целью повышения абсорбции напитков, однако и это предложение пока недостаточно тщательно изучено.

КАКОЙ НАПИТОК ЛУЧШЕ

Спортсмены, естественно, не будут пить невкусные напитки. К сожалению, наши вкусы сильно отличаются. Кроме того, то, что кажется вкусным и хорошим до и после продолжительной физической

нагрузки, выполняемой в условиях повышенной температуры окружающей среды, не обязательно оказывается таким же вкусным непосредственно во время выполнения нагрузки. Недавно проводилось исследование, что предпочитают потреблять бегуны и велосипедисты во время выполнения физической нагрузки на протяжении 60 мин. Большинство из 50 испытуемых выбрали напиток с легким запахом и незначительным привкусом. Этим критериям отвечает лишь небольшое количество коммерческих спортивных напитков.

Т а б л и ц а 15.11 Состав воды и растворов глюкозы до и спустя 20 мин после употребления

Переменная	Вода		5 г глюкозы/100 мл		10 г глюкозы/100 мл	
	до	после	до	после	до	после
Осмоляльность, мосм·л ⁻¹	23	87	266	245	532	434
Натрий, мэкв·л ⁻¹	0,7	7,9	1,5	18,6	1,9	14,5
Калий, мэкв·л ⁻¹	0,1	4,11	0,11	5,21	0,10	3,63
Глюкоза, г на 100 мл	0,0	0,0	5,0	3,3	10,0	6,5
pH	4,76	2,05	3,50	2,29	3,46	2,40
Секреция желудка, мл	—	32	—	52	—	65

Итак, что же должен пить спортсмен на тренировках и во время соревнований? В условиях очень высокой температуры окружающей среды спортсмену больше всего необходима вода. Хотя вполне достаточно пить простую воду, многие считают целесообразным добавлять в нее углеводы. Включение 4 — 8 г углеводов на 100 мл жидкости не окажет отрицательного воздействия на доставку воды в ткани организма. Потребление 100 — 150 мл раствора каждые 10—15 мин снизит риск возникновения дегидратации и гипертермии, а также обеспечит организм дополнительным источником энергии. В видах спорта, которые длятся менее часа, потребность жидкости небольшая ввиду незначительной дегидратации. Кроме того, запасы углеводов в организме вполне достаточны для выполнения физической нагрузки в течение такого периода времени.

Итак, вполне очевидно, что процесс выбора лучшего напитка для регидратации все еще не завершен.

В ОБЗОРЕ...

1. Состав потребляемых веществ может значительно измениться в желудке вследствие добавления электролитов и воды.
2. Объем содержимого желудка — один из основных регуляторов интенсивности его опорожнения. При потреблении большого объема пищи "включаются" нервные рецепторы, находящиеся на стенках желудка и двенадцатиперстной кишки. В результате этого повышается интенсивность опорожнения желудка.
3. На интенсивность опорожнения желудка также влияют вид и концентрация потребляемых напитков. Более концентрированные углеводные растворы выводятся медленнее, чем менее концентрированные, однако первые, ввиду большей концентрации, поставляют в кишечник больше глюкозы, чем более слабые растворы. Жиры значительно тормозят процесс опорожнения желудка.
4. Интенсивная физическая нагрузка значительно замедляет процесс опорожнения желудка, тогда как незначительная может ускорять его. Определенную роль в этом играют психологические факторы.
5. Хотя интенсивная физическая нагрузка снижает кровоснабжение кишечника, она тем не менее не влияет на процесс абсорбции. Возникновение колик или спазмов в желудке во время выполнения физической

нагрузки высокой интенсивности указывает на определенное нарушение функции кишечника.

6. По-прежнему не определено, какой напиток лучше абсорбируется из желудочно-кишечного тракта. Простая вода — хороший напиток; вода с добавлением углеводов, возможно, еще лучше.

В заключение...

В этой главе мы выяснили пищевые потребности спортсменов и установили важность 6 классов питательных веществ для физической и спортивной деятельности. Рассмотрели возможности использования спортсменами различных пищевых добавок для повышения работоспособности. Нам удалось развеять миф о бифштексе — как о самом лучшем продукте питания накануне соревнований. Кроме того, мы выяснили эффективность коммерческих спортивных напитков. Выяснив значение сбалансированной диеты, мы можем теперь перейти к рассмотрению еще одного аспекта диеты спортсмена. Итак, в следующей главе мы выясним, как влияет вес тела спортсмена на его спортивные результаты.

Контрольные вопросы

1. Какие 6 классов питательных веществ вы знаете?
2. Какую роль играют пищевые жиры в мышечной деятельности, требующей проявления выносливости?
3. Какова рекомендуемая доза потребления белков физически активным мужчиной? Женщиной?
4. Расскажите о целесообразности использования дополнительного количества белков для повышения работоспособности в циклических и скоростно-силовых видах спорта.
5. Каких витаминов чаще всего не хватает в рационе питания спортсменов?
6. Как влияет на физическую деятельность дегидратация? Как это состояние влияет на ЧСС и температуру тела?
7. Как организм регулирует баланс электролитов при кратковременной и продолжительной физической нагрузке?
8. Что лучше всего потреблять накануне соревнований?
9. Расскажите о методах максимального повышения концентрации гликогена в мышцах (гликогенная нагрузка).
10. Опишите соответствующий режим питания для осуществления гликогенной нагрузки накануне соревнования продолжительностью 3 — 4 ч.
11. Расскажите о значении потребления углеводов во время и после физической нагрузки, требующей проявления выносливости.
12. Какие факторы регулируют интенсивность опорожнения желудка? Какой из них максимально влияет на интенсивность опорожнения желудка во время выполнения физической нагрузки?
13. Чем должен отличаться идеальный спортивный напиток?
14. Какие продукты питания можно считать повышающими работоспособность? В каких видах спорта потребление этих продуктов наиболее целесообразно?

Словарь ключевых понятий спортивной физиологии

Абсорбция кишечником — движение питательных веществ через кишечник в кровь.

Азотный наркоз — состояние, возникающее при дыхании под водой на глубине, при этом парциальное давление азота повышается и оказывает на ЦНС воздействие, подобное наркотическому, ведущее к нарушению мыслительного процесса; иногда может привести к серьезной травме и смерти.

Акваланг — аппарат для дыхания под водой.

Алкоголь — супрессор ЦНС, по мнению некоторых спортсменов обладающий свойством повышать работоспособность.

Аменорея — отсутствие (первичная) или прекращение (вторичная) нормальной менструальной функции.

Амфетамин — стимулятор ЦНС, по мнению некоторых спортсменов обладающий свойствами повышать работоспособность.

Анаболизм — "создание" ткани тела; конструктивная фаза метаболизма.

Анаболические стероиды — препараты с анаболическими (стимулирующие рост) свойствами тестостерона, принимаемые некоторыми спортсменами для увеличения размера и массы мышц.

Анализ потребностей — оценка факторов, определяющих соответствие определенной программы тренировочных занятий данному спортсмену.

Анаэробный — без кислорода.

Анаэробный порог — момент, когда метаболические потребности, предъявляемые физической нагрузкой, не удовлетворяются имеющимися аэробными источниками, в этом случае увеличивается анаэробный метаболизм, что проявляется повышением концентрации лактата в крови.

Анорексия — клиническое расстройство питания, характеризующееся чрезмерным страхом ожирения, увеличения массы тела, аменореей, отказом поддерживать массу тела чуть выше минимальной, стандартной для данного возраста и роста.

Артерио-венозная разница по кислороду (АВР — O₂) — разница в содержании кислорода между артериальной и смешанной венозной кровью, отражающая количество кислорода, извлеченного тканями.

Артериосклероз — состояние, характеризующееся потерей эластичности, утолщением и огрубением артерий.

Аспартаты — соли аспарагиновой кислоты, которые, по мнению некоторых спортсменов, обладают свойством повышать работоспособность.

Атеросклероз — форма артериосклероза, характеризующаяся изменениями выстилки артерий и образованием бляшек, приводящим к постепенному сужению просвета артерий.

Атрофия — уменьшение размера или массы ткани тела, например, мышечная атрофия вследствие бездеятельности.

Аутогенное торможение — рефлекторное торможение двигательного нейрона в ответ на чрезмерное натяжение мышечных волокон, которые его обслуживают.

Ауторегуляция — локальный контроль распределения крови (посредством расширения сосудов) в ответ на изменяющиеся потребности ткани.

Аэробный метаболизм (или клеточное дыхание) — процесс, протекающий в митохондриях, предполагающий использование кислорода для образования энергии (АТФ).

Аэродинамический бассейн — приспособление, в котором используются пропеллерные насосы, обеспечивающие циркуляцию воды позади пловца, который пытается удержать положение тела, плавая против потока воды.

Беременность — вынашивание плода.

Бета-блокаторы — класс препаратов, блокирующих передачу нервных импульсов через синапс; по мнению некоторых спортсменов, обладают свойством повышать работоспособность.

Бета-клетки (р-клетки) — клетки в панкреатических островках поджелудочной железы, выделяющие инсулин.

Бета-окисление (р-окисление) — первый этап окисления жирных кислот — расщепление жирных кислот на отдельные двууглеродные единицы уксусной кислоты, каждая из которых затем превращается в ацетил-КоА.

Бикарбонатная нагрузка — прием бикарбоната для повышения рН крови с целью отсрочки возникновения утомления вследствие увеличения способности нейтрализовать кислоты.

Биоэлектрический импеданс — метод определения состава тела, предусматривающий прохождение через него электрического тока. Сопротивление току со стороны тканей отражает относительное содержание жира в них.

Бляшка — отложения липидов, клеток гладкой мышцы, соединительной ткани и остатков органических веществ в месте повреждения артерии.

Борга шкала — см. шкала Борга.

Буфер — вещество, вступающее в реакцию с кислотой или с основанием для поддержания постоянного кислотно-основного равновесия.

Буферная способность мышц — способность мышц переносить накопленные в них кислоты во время анаэробного гликолиза.

Быстроконтрактирующее волокно (БС-волокно) — тип мышечного волокна с низкой окислительной и высокой гликолитической способностями; предрасположено к скоростной деятельности или деятельности, требующей проявления выносливости.

Вальсальвы опыт — см. опыт Вальсальвы.

Вдох — активный процесс с участием диафрагмы и внешних межреберных мышц, расширяющих грудную клетку и легкие. Расширение вызывает снижение давления в легких, в результате чего в легкие поступает воздух.

Велоэргометр — тренажер на основе велосипеда, позволяющий определить величину выполняемой физической работы.

Вентиляторный эквивалент диоксида углерода (V_e/V_{CO_2}) ~ отношение объема вентилируемого воздуха (V_e) к количеству образуемого диоксида углерода (V_{CO_2}).

Вентиляторный эквивалент кислорода (V_e/V_{O_2}) — отношение объема вентилируемого воздуха (V_e) к количеству образуемого кислорода (V_{O_2}), показатель экономичности дыхания.

Взаимодействие инфракрасных лучей — метод определения состава тела с использованием датчика, излучающего электромагнитные лучи. Количество энергии, отражаемой от тканей, характеризует состав

ткани.

Витамины — группа органических соединений, выполняющих особые функции — обеспечение развития (роста) и сохранение здоровья. Действуют в основном как катализаторы химических реакций.

Внешнее дыхание — процесс перехода воздуха в легкие, в результате чего осуществляется газообмен между альвеолами и капиллярной кровью.

Внеклеточная жидкость — 35 — 40 % воды, находящейся за пределами клеток, включая плазму, лимфу, тканевую, цереброспинальную и другие жидкости.

Внешний нервный контроль кровообращения — перераспределение крови на системном уровне или на уровне организма, контролируемое нервными механизмами.

Внутреннее дыхание — газообмен между кровью и тканями.

Внутриклеточная жидкость — около 60 — 65 % общего содержания воды в клетках.

Возбудительный постсинаптический потенциал — деполяризация постсинаптической мембраны вследствие возбудительного импульса.

Восприимчивые — индивиды, у которых в результате программы тренировочных занятий наблюдаются улучшения.

Временная гипертрофия — "накачивание" мышцы во время отдельного тренировочного занятия, обусловленное, главным образом, накоплением жидкости в интерстициальном и внутриклеточном пространстве мышцы.

Врожденный порок сердца — врожденный дефект, обусловленный аномальным пренатальным развитием сердца или кровеносных сосудов.

Вторичная аменорея — прекращение менструаций у женщин с ранее нормальной менструальной функцией.

Второй переносчик — вещество, выполняющее роль "курьера" внутри клетки после привязывания нестероидного гормона к рецепторам, расположенным за пределами клетки.

Выбор упражнений — индивидуализация программы физических упражнений на основе их продолжительности, частоты, интенсивности и вида.

Выделяющие факторы — гормоны, передаваемые из гипоталамуса в переднюю долю гипофиза и обеспечивающие выделение некоторых других гормонов.

Выдох — процесс выталкивания воздуха из легких вследствие расслабления дыхательных мышц и эластической тяги легочной ткани, увеличивающей давление в грудной клетке.

Выносливость — способность противостоять утомлению; включает мышечную и кардио-респираторную выносливость.

Гематокрит — процентное содержание эритроцитов в общем объеме крови.

Гемоконцентрация — относительное (не абсолютное) увеличение массы эритроцитов на единицу объема крови, обусловленное уменьшением объема плазмы.

Гемодилюция — увеличение объема плазмы вследствие разбавления клеточного содержания крови.

Гемоглобин — содержащий железо пигмент эритроцитов, связывающий кислород.

Гидростатическое взвешивание — метод измерения объема тела, предполагающий определение массы тела спортсмена, находящегося под водой. Разница между массой тела, определенной в обычных условиях, и массой, измеренной данным методом (с поправкой на плотность воды), соответствует объему тела. Этот показатель следует откорректировать с учетом объема воздуха, находящегося в организме.

Гипервентиляция — увеличенная скорость дыхания или остаточный объем, превышающий обычный.

Гипергликемия — повышенное содержание глюкозы в крови.

Гиперплазия — увеличенное количество клеток.

Гиперполяризация — увеличение разности потенциалов на мембранах клетки.

Гипертензия — аномально высокое давление крови; у взрослых это систолическое давление выше 140 мм рт.ст. и диастолическое выше 90 мм рт.ст.

Гипертермия — повышенная температура тела.

Гипертрофия — увеличение размера или массы органа либо ткани тела.

Гипогликемия — низкое содержание глюкозы в крови.

Гипоксия — пониженное содержание кислорода.

Гипоксическое сужение сосудов — сужение кровеносных сосудов в ответ на низкое содержание кислорода.

Гипонатриемия — концентрация натрия в крови ниже нормальной: $136—143$ ммоль-л⁻¹.

Гипотермия — низкая температура тела.

Гликоген — форма хранящихся в организме углеводов (главным образом, в мышцах и печени).

Гликогенез — превращение глюкозы в гликоген.

Гликогенная нагрузка — различные сочетания физических нагрузок и питания, направленные на повышение запасов гликогена в организме.

Гликогенолиз — превращение гликогена в глюкозу.

Гликозурия — наличие глюкозы в моче.

Гликолиз — расщепление глюкозы на пировиноградную кислоту.

Гликолитическая система — система образования энергии посредством гликолиза.

Глюконеогенез — превращение белков или жиров в глюкозу.

Гормон — химическая субстанция, образуемая или выделяемая железой внутренней секреции и транспортируемая кровью к определенной клетке-мишени.

Гормон роста — гормон, обеспечивающий анаболизм и, по мнению некоторых спортсменов, обладающий свойством повышать работоспособность.

Гормональные агенты — группа гормонов, обладающих, по мнению некоторых спортсменов, свойством повышать работоспособность.

Двигательная единица— двигательный нерв и группа мышечных волокон, которые он иннервирует.

Двигательный рефлекс — двигательная, реакция на данный стимул.

Дегидратация — потеря организмом жидкости.

Декомпрессионная болезнь — состояние, при котором пузырьки азота попадают в кровь и ткани во время слишком быстрого подъема из глубины на поверхность; характеризуется значительным дискомфортом и болевыми ощущениями.

Денситометрия — измерение плотности тела.

Деполаризация — снижение электрического потенциала на мембране клетки.

Детренированность — изменения, обусловленные прекращением или уменьшением объема регулярных физических занятий.

Диабет I типа — инсулинозависимый сахарный диабет. Как правило, внезапно возникает в детском или юношеском возрасте и характеризуется почти полным дефицитом инсулина; лечение предполагает ежедневное введение инсулина.

Диабет II типа — инсулиннезависимый сахарный диабет. Заболевание возникает более постепенно и его причины труднее определить. Характеризуется нарушенной секрецией инсулина, нарушенным действием инсулина или чрезмерным образованием глюкозы в печени.

Диастолическое давление крови — минимальное артериальное давление, обусловленное диастолой желудочка (фаза отдыха сердца).

Диафиз — тело длинной кости.

Динамическое действие — мышечное сокращение, вызывающее движение сустава.

Диуретические препараты — вещества, способствующие выведению воды.

Дифференцированный потенциал — локальное изменение (деполяризация или гиперполяризация) мембранного потенциала.

Диффузионная способность кислорода — скорость диффузии кислорода из одного места в другое.

Диффузионная способность легких — газообмен между легкими и кровью.

Длительная гипертрофия — увеличение размера мышц вследствие длительных физических занятий силовой направленности.

Длительное повторное обследование — исследование, в котором после первоначального обследования испытуемых обследуют повторно или несколько раз, чтобы непосредственно определить изменения, произошедшие с течением времени.

Долгосрочная адаптация — физиологические изменения в организме человека вследствие повторяющихся физических нагрузок в течение недель или месяцев. Как правило, улучшает производительность организма как в покое, так и при физических нагрузках.

Дополнительное потребление кислорода — вдыхание дополнительного количества кислорода, способствующее, по мнению некоторых спортсменов, повышению работоспособности.

Достижение полового развития — процесс приобретения телом формы и функций взрослого человека. Как правило, определяется рассматриваемой системой или функцией.

Дрожь — быстрый, произвольный цикл сокращения и расслабления скелетных мышц, ведущий к образованию тепла.

Дыхательный коэффициент (ДК) — отношение количества диоксида углерода к количеству потребляемого кислорода на уровне легких.

Дыхательный объем — объем вдыхаемого или выдыхаемого воздуха во время нормального цикла дыхания.

Жизненная емкость (ЖЕ) — максимальный объем воздуха, выдыхаемого из легких после максимального вдоха.

Жировая масса — абсолютное количество жира в организме.

Жировые прожилки — первичные липидные отложения в кровеносных сосудах.

Заболевания периферических сосудов — заболевания артерий и вен конечностей, нарушающие адекватное кровоснабжение.

Заменимые аминокислоты — 11 или 12 аминокислот, синтезируемых организмом.

Застойная сердечная недостаточность — клиническое заболевание, характеризующееся ослаблением миокарда, который не способен обеспечить достаточный и сердечный выброс, необходимый для удовлетворения потребности организма в кислороде; обычно возникает в результате повреждения или ослабления сердца.

Избыточная масса тела — масса тела, превышающая нормальную или стандартную для данного индивида в зависимости от пола, роста и телосложения.

Ингибирующие факторы — гормоны, передаваемые из гипоталамуса в переднюю долю гипофиза, которые тормозят выделение некоторых других гормонов.

Ингибирующий постсинаптический потенциал — гиперполяризация постсинаптической мембраны вследствие воздействия тормозного импульса.

Индекс массы тела (Дтела) — определение массы тела путем деления массы (кг) на рост (м) в квадрате; характеризуется тесной корреляцией с составом тела.

Инсулин — гормон, образуемый бета-клетками поджелудочной железы, способствует проникновению глюкозы в клетки.

Инсульт — нарушение кровоснабжения какой-либо части мозга, как правило, вследствие инфаркта или кровоизлияния.

Интервальный метод тренировок — повторяющиеся кратковременные физические нагрузки в высоком темпе с короткими интервалами отдыха.

Инфаркт миокарда — некроз ткани сердца вследствие недостаточного кровоснабжения участка миокарда.

Испарение — потеря тепла вследствие превращения воды (например, пота) в пар.

Ишемия — дефицит крови в определенном участке тела.

Калориметр — прибор для измерения количества тепла, образуемого телом или вследствие определенных химических реакций.

Кардиореспираторная выносливость — способность организма выдерживать длительную физическую нагрузку.

Катаболизм — разрушение ткани; деструктивная фаза метаболизма.

Катехоламины — биологически активные амины, такие, как адреналин и норадреналин, обладающие мощным воздействием, подобным воздействию симпатической нервной системы.

Кинорексия — клиническое расстройство питания, характеризующееся приступами повышенного аппетита, ощущением потери контроля над собой во время этих приступов, очищением желудка (с помощью диуретических, слабительных и рвотных препаратов).

Клетки-мишени — клетки, обладающие определенными рецепторами гормонов.

Кокаин — так называемый рекреационный препарат, стимулирующий ЦНС и обладающий симпатомиметическим действием; по мнению некоторых спортсменов повышает работоспособность.

Конвекция — передача тепла или холода благодаря движению газа или жидкости через объект, например, тело.

Конечно-диастолический объем — объем крови внутри левого желудочка в конце систолы, непосредственно перед сокращением.

Конечно-систолический объем — объем крови, остающейся в левом желудочке в конце систолы, непосредственно после сокращения сердца.

Концентрическое действие — сокращение длины мышцы.

Коронарная болезнь сердца — прогрессирующее сужение коронарных артерий.

Кофеин — стимулятор ЦНС, по мнению некоторых спортсменов, повышающий работоспособность.

Креатинфосфат (КФ) — макроэргическое соединение, играющее важнейшую роль в обеспечении мышц энергией, поддерживающее концентрацию АТФ.

Круговой метод тренировочных нагрузок — быстрое последовательное выполнение избранных упражнений или видов деятельности.

Круговой метод тренировочных нагрузок силовой направленности — сочетание круговой и силовой тренировки; как правило, выполнение физической нагрузки с интенсивностью 40 — 60 % — максимальной в течение 30 с, с 15-секундными интервалами отдыха между циклами.

Лактат — соль, образуемая из молочной кислоты.

Легочная вентиляция — движение газов в легкие и из них.

Легочная мембрана — мембрана, разделяющая альвеолярный воздух и кровь, состоящая из альвеолярной стенки, капиллярной стенки и базальных мембран.

Липиды крови — кроветворные жиры, такие, как триглицериды и холестерин.

Липопротеидлипаза — фермент, расщепляющий триглицериды на свободные жирные кислоты и глицерин, что обеспечивает попадание свободных жирных кислот в клетки для использования в качестве источника энергии или для хранения.

Локальное уменьшение запасов жира — практика нагрузки определенного участка тела с целью локального уменьшения в нем запасов жира.

Макроэлементы — минералы, ежедневно требующиеся организму в количестве 100 мг.

Максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС_{макс}) — максимальный показатель частоты сердечных сокращений при максимальном усилии — до изнеможения.

Максимальная экспираторная вентиляция (V_{емакс}) — максимальная вентиляция при изнурительной физической нагрузке.

Максимальное потребление кислорода (МПК) — максимальная способность усвоения кислорода при максимальном усилии. Другие названия: аэробная мощность, максимальное поглощение кислорода, кардиореспираторная выносливость.

Марихуана — так называемый рекреационный препарат, обладающий эрголитическим свойством.

Медленносокращающееся волокно (МС-волокно) — тип мышечного волокна с высокой окислительной и низкой гликолитической способностью, связанной с физической деятельностью, требующей проявления выносливости.

Мембранный потенциал покоя — разность потенциалов между электрическим зарядом внутри и снаружи клетки, обусловленная наличием мембраны.

Менархе — начало менструаций, первые менструации.

Менструации — менструальная фаза менструального цикла.

Менструальный цикл — цикл маточных изменений продолжительностью в среднем 28 дней, включающий менструальную, пролиферирующую и секреторную фазы.

Метаболический эквивалент — единица оценки метаболических затрат (потребление кислорода) мышечной деятельности. Один метаболический эквивалент равен скорости метаболизма в покое порядка 3,5 мл O₂кг⁻¹мин⁻¹.

Метод Карвонена — определение тренировочной частоты сердечных сокращений путем суммирования данного процента резерва максимальной частоты сердечных сокращений и частоты сердечных сокращений в покое. Позволяет точно определить частоту сердечных сокращений, эквивалентную необходимому проценту МПК.

Метод тренировки с электростимулированием — стимулирование мышцы пропусканием через нее электрического тока.

Метод тренировки "фартлек" (скоростная игра) — тренировочные занятия с произвольной скоростью: от спринтерской до медленного бега трусцой, как правило, проводимые в гористой местности.

Механизм ренин-ангиотензин — механизм почечного контроля артериального давления. Почка реагирует на пониженное давление крови образованием ренина, превращающего ангиотензиноген в ангиотензин I, который, в конечном итоге, превращается в ангиотензин II. Последний сужает артериолы и "включает" выделение альдостерона.

Механизм Франка—Старлинга — механизм, посредством которого увеличенный объем крови в желудочке приводит к более сильному его сокращению, ведущему к выбросу большего объема крови.

Механизм чувства жажды — нервный механизм, "включающий" чувство жажды в ответ на обезвоживание организма.

Миелинизация — процесс приобретения нервным волокном миелиновой оболочки.

Миелиновая оболочка — внешняя оболочка мие-линизированного нервного волокна, образуемая жироподобным веществом — миелином.

Микроэлементы — минералы, которые необходимы организму в количестве менее 100 мг в сутки.

Миоглобин — сложное соединение, подобное гемоглобину, содержащееся в мышечной ткани; переносит кислород из клеточной мембраны в митохондрии.

Миокард — сердечная мышца.

Миофибриллы — сократительные элементы скелетной мышцы.

Морфология — форма и структура тела.

Мощность — производная силы и скорости.

Мышечное волокно — отдельная мышечная

клетка.

Мышечная выносливость — способность мышцы избегать утомления.

Миозин — один из белков, образующий филаменты, производящие мышечное сокращение.

Нарушение менструальной функции — нарушение нормального менструального цикла; включает олигоменорею, первичную и вторичную аменорею.

Насыщенность гемоглобина — количество кислорода, связанного каждой молекулой гемоглобина.

Начало накопления лактата в крови — стандартный показатель, равный 2,0 либо 4,0 ммоль лактата-л⁻¹, используемый в качестве эталона.

Невосприимчивые — индивиды, у которых наблюдаются незначительные (или вообще не наблюдаются) улучшения по сравнению с остальными в результате одной и той же программы тренировки.

Незаменимые аминокислоты — 8 или 9 аминокислот, необходимых для развития организма человека, которые организм не может синтезировать и которые, таким образом, незаменимы в рационе питания.

Нейромедиатор — химическое вещество, осуществляющее "общение" между нейроном и другой клеткой.

Непрерывный метод тренировки — проведение тренировочных занятий без интервала отдыха, выполнение поочередно упражнений с высокой, средней и низкой интенсивностью.

Непрерывный метод тренировки с высокой интенсивностью — метод непрерывных тренировок, проводимых с интенсивностью порядка 85 - 95 % ЧСС_{макс}.

Непрямая калориметрия — метод оценки затрат энергии, основанный на измерении объема

дыхательных газов.

Нервно-мышечное волокно — чувствительный рецептор в мышце, определяющий степень ее растяжения.

Нервно-мышечное соединение — участок "общения" двигательного нейрона с мышечным волокном.

Нервно-сухожильное веретено — чувствительный рецептор в мышечном сухожилии, контролирующий величину напряжения.

Нервный импульс — электрический сигнал, проходящий по нейрону; может передаваться другому нейрону или конечному органу, например группе мышечных волокон.

Нестероидные гормоны — гормоны, образующиеся из белков, пептидов или аминокислот, которые не могут легко проникать сквозь клеточные мембраны.

Никотин — стимулятор ЦНС, содержащийся в табачных продуктах. По мнению некоторых спортсменов, обладает свойством повышать работоспособность.

Общая емкость легких — сумма жизненной емкости легких и остаточного объема.

Объем форсированного выдоха — объем воздуха, выдыхаемого в первую секунду после максимального вдоха.

Одышка — затрудненное дыхание.

Ожирение — чрезмерное количество жира в организме: более 25 % у мужчин и более 35 % у женщин.

Ожирение верхней части тела (мужеподобное) — типичный характер отложения жира в организме мужчины, страдающего ожирением: жир накапливается преимущественно в верхней части тела, обычно в области живота.

Ожирение нижней части тела (женеподобное) — типичный характер накопления жира в организме женщин, страдающих ожирением: жир накапливается в нижней части тела, в частности, в области бедер и ягодиц.

Окислительная система — наиболее сложная энергетическая система организма, образующая энергию в результате разложения источников энергии с помощью кислорода; обеспечивает большое количество энергии.

Окислительная способность (Q_{O_2}) — показатель максимальной способности использования кислорода мышцей.

Окончание аксона — одно из многочисленных ответвленных окончаний аксона. Другое название: окончание фибрилл.

Олигоменорея — скудные или редкие менструации.

Опорожнение желудка — продвижение пищи, смешанной с желудочными соками, из желудка в двенадцатиперстную кишку.

Опыт Вальсальвы — процесс задержки дыхания и попытки компрессии содержимого брюшной и грудной полости, вызывающий повышение внутрибрюшного и внутригрудного давления.

Осмоляльность — соотношение растворов (таких, как электролиты) и жидкости.

Основные факторы риска — факторы риска, тесно связанные с определенным заболеванием. Основные факторы риска коронарной болезни сердца: курение, гипертензия, высокие уровни липидов в крови, малоподвижный образ жизни.

Осификация — процесс образования кости.

Остаточный объем (ОО) — количество воздуха, которое не может быть выдохнуто из легких.

Остеопороз — пониженное содержание минералов в кости, вызывающее ее повышенную пористость и хрупкость.

Отек легких в условиях высокогорья — состояние неизвестной этиологии, при котором жидкость накапливается в легких, нарушая вентиляцию и вызывая одышку, утомление;

характеризуется нарушенной оксигенацией крови, спутанностью сознания, потерей сознания.

Отморожение — повреждение ткани, обусловленное пребыванием в условиях пониженной температуры окружающей среды, вследствие уменьшения интенсивности кожного кровообращения, направленного на удержание тепла в организме; при этом ткани получают недостаточное количество кислорода и питательных веществ.

Относительная масса тела — процент недостаточной или избыточной массы тела, который определяется, как правило, делением массы тела человека на среднюю для данной категории массу согласно росту (из таблиц стандартных норм массы тела) и умножением полученного показателя на 100.

Относительное содержание жира в организме — отношение жировой массы к общей, выраженное в процентах.

Отношение ООЛ : ОО — отношение общего объема легких к остаточному объему.

Отношение числа капилляров к количеству волокон — количество капилляров в мышечном волокне.

Отравление кислородом — состояние, возникающее при вдыхании концентрированного кислорода в течение длительного времени, например, при погружении на большую глубину; характеризуется нарушением зрения, спутанностью сознания, быстрым и поверхностным дыханием, судорогами.

Отсроченное возникновение болезненных ощущений в области мышц — болезненные ощущения в области мышц, возникающие через 1 — 2 дня после значительной физической нагрузки.

Парциальное давление — давление отдельных газов в газовой смеси.

Первичная аменорея — отсутствие менархе (начало менструаций) после достижения 18-летнего возраста.

Перекрестная иннервация — иннервация быст-росокращающейся двигательной единицы медленносокращающимся двигательным нейроном или наоборот.

Перекрестная тренировка — тренировочные занятия по более чем одному виду спорта в одно время или отработка различных компонентов, например, выносливости, силы и гибкости, на одном занятии.

Перетренированность — попытка выполнить больший объем работы, превысив физическую толерантность.

Перимизий — оболочка соединительной ткани вокруг каждого мышечного пучка.

Период восстановления частоты сердечных сокращений — отрезок времени, в течение которого ЧСС

после физической нагрузки возвращается к показателю в состоянии покоя.

Период снижения интенсивности тренировочных занятий — отрезок времени, в течение которого интенсивность тренировочных занятий снижается для того, чтобы дать время поврежденным тканям восстановиться, а также восполнить энергетические запасы организма.

Периодизация — варьирование тренировочных стимулов в разные периоды времени с целью предотвращения перетренированности.

Периферический кровоток — кровоток в голове, конечностях и коже.

Пероральные противозачаточные средства — препараты, используемые для ограничения рождаемости и других целей, которые, по мнению некоторых спортсменок, обладают свойством повышать работоспособность.

Плавание на привязи — метод контроля, при котором пловец прикрепляется к своеобразной "упряжке" с помощью каната, которая, в свою очередь, прикреплена к системе блоков и лотку с отягощениями; последние позволяют пловцу плыть, сохраняя постоянное положение тела.

Планирование единовременного обследования — единовременное обследование испытуемых в определенное время с последующим сопоставлением групповых результатов.

Плацебо — неактивное вещество, используемое для проверки реальных и воображаемых воздействий.

Плиометрика — тип тренировочных нагрузок силовой направленности с динамическим действием, основанный на теории, согласно которой включение рефлекса растяжения во время прыжков способствует рекрутированию дополнительного числа двигательных единиц.

Повышенная регуляция — увеличенная клеточная чувствительность к гормону.

Половые различия — физиологические различия между мужчинами и женщинами.

Пониженная регуляция — уменьшенная клеточная чувствительность к гормону, очевидно, вследствие наличия меньшего количества клеточных рецепторов для связывания с гормоном.

Поперечные трубочки (Т-трубочки) — продолжения сарколеммы (мембраны плазмы), латерально проходящие через мышечное волокно и обеспечивающие быструю передачу нервных импульсов в отдельные миофибриллы и транспорт в них питательных веществ.

Поперечный мостик миозина — выступающая часть миозинового филамента. Включает миозиновую головку, находящуюся на активном участке на актиновом филаменте.

Порог — минимальная величина стимула, необходимая для того, чтобы вызвать реакцию. Также минимальная деполяризация, необходимая для образования потенциала действия.

Порог лактата — момент во время выполнения физической нагрузки с увеличивающейся интенсивностью, во время которого происходит быстрое накопление лактата сверх уровня, наблюдаемого в состоянии покоя.

Порок сердца — заболевания одного или нескольких клапанов сердца.

Принцип индивидуальности — теория, согласно которой любая программа физических нагрузок должна учитывать индивидуальные потребности и возможности каждого занимающегося.

Принцип неиспользования — теория, согласно которой программа тренировки должна предусматривать план сохранения достигнутых результатов, иначе достигнутое будет утеряно.

Принцип постепенного увеличения нагрузки — теория, согласно которой все тренировочные программы должны обеспечивать постепенное увеличение нагрузки.

Принцип специфичности — теория, согласно которой программа тренировки должна давать такую нагрузку на физиологические системы, которая обеспечивает оптимальную мышечную деятельность в данном виде спорта с целью достижения необходимой тренировочной адаптации.

Принцип упорядоченного рекрутирования — теория, согласно которой двигательные единицы обычно активируются на основании упорядоченной последовательности (на основании рейтинга).

Проведение — проведение тепла или холода в результате непосредственного молекулярного контакта. Такое движение электрического импульса, например, через нейрон.

Программы реабилитации — программы, направленные на восстановление здоровья или уровня физической подготовленности после болезни или травмы.

Прогностическая значимость аномального теста нагрузки — точность отражения наличия заболевания результатами аномального теста.

Процент изменения МПК— % изменения = [(окончательное МПК - начальное МПК) / начальное МПК] x 100.

Прямая калориметрия — метод определения интенсивности и количества образуемой энергии на основании непосредственного измерения количества тепла, образуемого телом.

Прямая генная активация — метод действия стероидных гормонов. Они связываются с рецепторами клетки, затем гормоно-рецепторный комплекс входит в ядро и активирует определенные гены.

Пубертатный период — момент достижения способности к воспроизведению.

Пучок — небольшой пучок мышечных волокон в оболочке соединительной ткани в пределах мышцы.

Радиация — передача тепла электромагнитными волнами.

Развитие — изменения в организме с момента оплодотворения яйцеклетки до периода полового созревания; дифференциация функций, отражающая изменения в процессе развития.

Размер тела — рост и масса человека.

Расстройства питания — аномальное питание от чрезмерного ограничения потребления пищи до патологического поведения, такого, как прием слабительных препаратов, самоочищение посредством вызываемой рвоты и т.п.; может перейти в клинические заболевания — анорексию и кинорексию.

Режим — вид упражнения.

Резерв максимальной частоты сердечных сокращений — разница между максимальной частотой сердечных сокращений и частотой сердечных сокращений в покое.

Реинфузия крови — метод увеличения общего объема эритроцитов, как правило, благодаря их вливанию в организм.

Рейтинг испытываемого усилия — субъективная оценка человеком интенсивности выполняемой работы.

Рекомпрессия — увеличение давления на тело, обычно в рекомпрессионной камере, направленное на возвращение пузырьков азота в раствор. Рекомпрессию используют для лечения декомпрессионной болезни.

Респираторный алкалоз — состояние, при котором повышенное выделение диоксида углерода способствует повышению рН крови.

Респираторные центры — автономные центры, расположенные в продолговатом мозгу и варолиевом мосту, которые задают частоту и глубину дыхания.

Ретренированность — восстановления уровня физической подготовленности после периода бездеятельности.

Рост — увеличение размера тела или его частей.

Сарколема — клеточная мембрана мышечного волокна.

Саркомер — основная функциональная единица миофибриллы.

Саркоплазма — гелеобразная цитоплазма в мышечном волокне.

Саркоплазматический ретикулум — система трубочек, связанная с миофибриллами и содержащая запасы кальция для осуществления мышечных сокращений.

Сахарный диабет — нарушение углеводного метаболизма, характеризующееся повышенным содержанием сахара в крови (гипергликемия) и наличием сахара в моче (гликозурия). Болезнь развивается при недостаточном образовании инсулина поджелудочной железой или неадекватном использовании инсулина клетками.

Свободные жирные кислоты — компоненты жира, используемые организмом в обменных процессах.

Сенсорно-двигательная интеграция — процесс взаимодействия сенсорной и двигательной систем.

Сердечно-сосудистый сдвиг — увеличение частоты сердечных сокращений во время физической нагрузки, направленное на компенсацию уменьшенного систолического объема крови. Компенсация помогает поддержать постоянный сердечный выброс.

Сердечный выброс (Q) — объем крови, прокачиваемый сердцем за 1 мин. $Q = \text{частота сердечных сокращений} \times \text{систолический объем крови}$.

Сердечный цикл — период между двумя последовательными сокращениями сердечной мышцы.

Сердце спортсмена — непатологически увеличенное сердце, часто наблюдается у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Как правило, результат гипертрофии левого желудочка в ответ на физические нагрузки.

Сила — способность мышцы производить усилие.

Синапс — соединение между двумя нейронами.

Синдром перетренированности — состояние, обусловленное перетренированностью, характеризующееся ухудшением уровня мышечной деятельности.

Система АТФ — КФ — простая анаэробная энергетическая система, обеспечивающая поддержание уровней АТФ. При расщеплении креатинфосфата (КФ) высвобождается РН, который затем вступает в реакцию с АДФ и образует АТФ.

Система отрицательной обратной связи — первичный механизм, благодаря которому эндокринная система поддерживает гомеостаз. Некоторые изменения в организме нарушают гомеостаз, что вызывает

выделение гормона, корректирующего изменения. После коррекции секреция гормона прекращается.

Система транспорта кислорода — компоненты сердечно-сосудистой и респираторной системы, участвующие в транспорте кислорода.

Систолический объем крови — количество крови, выбрасываемой из левого желудочка при сокращении; определяется разницей между конечно-диастолическим и конечно-систолическим объемами.

Систолическое артериальное давление — самое высокое артериальное давление крови, обусловленное систолой.

Скачкообразное проведение — быстрый метод проведения нервного импульса через миелинизированные волокна.

Скорость обмена в покое — скорость обмена веществ рано утром, после 8-часового сна натощак.

Скорость основного обмена — минимальная скорость обмена веществ (использования энергии), обеспечивающая поддержание жизни, измеряемая в (оптимальных) лабораторных условиях после ночного сна.

Снижение интенсивности тренировки — сокращение интенсивности тренировочных занятий перед главным соревнованием, обеспечивающее отдых от изнурительных тренировочных занятий.

Снижение функции сердечно-сосудистой системы — уменьшение способности сердечно-сосудистой системы поставлять достаточное количество кислорода и питательных веществ в соответствии с запросом.

Содержание тепла — общее количество тепла (ккал) в организме.

Сопротивление инсулину — отсутствие реакции клетки-мишени на инсулин.

Состав тела — химический состав тела. Используемая в данном учебнике модель основана на двух компонентах — чистой и жировой массе тела.

Специфичность — возможность правильной идентификации с помощью теста испытуемых, которые не отвечают тестируемому критерию.

Специфичность теста — соответствие типа используемого для тестирования эргометра ввиду деятельности, выполняемой спортсменом для получения наиболее точных результатов.

Специфичность тренировки — физиологическая адаптация к физическим нагрузкам, отличающимся высокой степенью специфичности. Обеспечение максимально положительных результатов достигается соответствием сущности спортивной деятельности.

Спонтанный пневмоторакс — попадание воздуха в плевральную полость, часто в результате разрыва альвеол; может привести к коллапсу легких.

Спортивная физиология — использование концепций физиологии мышечной деятельности для тренировки спортсменов и повышения спортивных результатов.

Спринтерские тренировочные нагрузки — форма тренировки анаэробной направленности, предусматривающая кратковременные интенсивные занятия.

Средняя температура тела (Т_{тела}) — среднее значение температуры кожи и внутренней температуры.

Статическое действие — действие, при котором мышца сокращается без движения и производит силу, в то время как ее длина остается в статическом положении (не изменяется). Другое название: изометрическое

действие.

Стероидные гормоны — гормоны, химические структуры которых напоминают структуру холестерина; липидорастворимы, диффундируют сквозь клеточные мембраны.

Судороги при перенапряжении мышц в условиях перегрева — судороги скелетных мышц вследствие чрезмерной дегидратации и связанных с ней потерь солей.

Суммация — суммирование всех отдельных изменений в мембранном потенциале нейронов.

Суточные колебания — изменения физиологических реакций в течение 24-часового периода.

Телосложение — морфология (форма и структура) тела.

Температура по влажному термометру — система, одновременно учитывающая проведение, конвекцию, испарение и радиацию и показывающая температуру оценки охлаждающей способности окружающей среды. Состоит из черного сухого и влажного шариков.

Теория скольжения — теория, объясняющая мышечное сокращение: поперечный мостик миозина прикрепляется к актиновому филаменту.

Тепловая нагрузка — нагрузка, оказываемая температурой окружающей среды.

Тепловая перегрузка — тепловое нарушение, обусловленное неспособностью сердечно-сосудистой системы удовлетворять потребности тканей путем направления крови к периферии для охлаждения тела; характеризуется повышенной температурой тела, одышкой, крайним утомлением, головокружением, учащенным пульсом.

Тепловой удар — наиболее серьезное тепловое расстройство, возникающее вследствие нарушения функции терморегуляторных механизмов. Характеризуется температурой тела выше 105°F (40,5°C), прекращением потоотделения, полной спутанностью сознания или его потерей, может привести к смерти.

Тепловой эффект активности — энергия, затрачиваемая сверх скорости обмена в покое для выполнения данного действия.

Тепловой эффект пищи — увеличение скорости метаболизма, обусловленное усвоением, абсорбцией, транспортом, обменом и хранением потребленной пищи.

Тератогенные воздействия — воздействия, вызывающие аномальное развитие плода.

Терморцепторы — чувствительные рецепторы, выявляющие изменения температуры тела и внешней температуры и передающие эту информацию в гипоталамус.

Терморегуляция — процесс, благодаря которому терморегуляторный центр, находящийся в гипоталамусе, корректирует температуру тела в ответ на ее отклонение от заданной.

Терморегуляторный центр — автономный нервный центр, расположенный в гипоталамусе, отвечающий за сохранение нормальной температуры тела.

Тестостерон — доминирующий мужской гормон.

Толщина жировых складок — наиболее распространенный полевой метод определения плотности тела, относительного содержания жира в организме и чистой массы тела. Включает измерение толщины жировых складок в одном или нескольких участках с помощью специального инструмента.

Тредбан— эргометр с двигателем и системой блоков, обеспечивающих движение широкой ленты, на которой человек может идти или бежать.

Тренировка анаэробной направленности — тренировка, повышающая эффективность анаэробных систем образования энергии, а также мышечную силу и толерантность к нарушению кислотно-щелочного равновесия при значительном усилии.

Тренировка аэробной направленности — тренировка, повышающая эффективность аэробных систем образования энергии, а также кардиореспираторную выносливость.

Тренировка на длинные дистанции с низкой интенсивностью — форма непрерывной тренировки, во время которой спортсмен выполняет работу с относительно низкой интенсивностью (например, 60 — 80 % максимальной частоты сердечных сокращений) с главным акцентом на дистанцию, а не на скорость.

Тренировка силовой направленности — тренировочные занятия, направленные на увеличение силы, мощности и мышечной выносливости.

Тренировка силовой направленности со статическим действием— тренировочные занятия с акцентом на статическое мышечное действие.

Тренировочная частота сердечных сокращений — заданная ЧСС, определенная на основании эквивалента ЧСС заданному проценту МПК. Например, если необходим тренировочный уровень 75 % МПК, определяется Vo_2 , при 75 % и ЧСС, соответствующая этому Vo_2 , выбирается в качестве тренировочной ЧСС.

Тропомиозин — белок, имеющий форму трубочки, накрученной вокруг актиновых жил.

Тропонин — сложный белок, прикрепленный через одинаковые интервалы к актиновым жилам и тропомиозину.

Упражнения аэробной направленности и низкой интенсивности — упражнения аэробной направленности, выполняемые с небольшой интенсивностью, которые, как считают, приводят к сжиганию большего количества жиров.

Условия микроневесомости — среда, в которой тело испытывает пониженную силу притяжения.

Условия повышенного атмосферного давления — под водой.

Условия пониженного атмосферного давления — условия высокогорья.

Устойчивая частота сердечных сокращений — поддержание постоянной частоты сердечных сокращений при субмаксимальных уровнях физической нагрузки и постоянной интенсивности выполняемой работы.

Утомление — неспособность продолжать работу.

Фармакологические агенты — группа препаратов, по мнению некоторых спортсменов, обладающих свойством повышать работоспособность.

Физиологические агенты — группа агентов, содержащихся в организме, которые, по мнению некоторых спортсменов, обладают свойством повышать работоспособность.

Физиология мышечной деятельности — отрасль, изучающая изменения структуры и функций тела вследствие кратковременных и долговременных физических нагрузок.

Физическая зрелость — момент, когда тело подростка приобрело физические формы взрослого человека.

Фосфатная нагрузка — прием фосфата натрия, что, по мнению некоторых спортсменов, повышает работоспособность.

Фракция выброса — фракция крови, выкачиваемой из левого желудочка при каждом сокращении, которая определяется делением систолического объема на конечно-диастолический объем и умножением полученной величины на 100.

Холестерин, связанный с липопротеидами высокой плотности — переносчик холестерина, расщепляющийся как "уборщик" из стенок артерий холестерина, который он транспортирует в печень для последующего обмена.

Холестерин, связанный с липопротеидами низкой плотности — переносчик холестерина, который, как считают, способствует отложению холестерина на стенках артерий.

Цепочка транспорта электронов — серия химических реакций, вследствие которой ионы водорода, образовавшиеся в результате гликолиза и цикла Кребса, превращаются в воду, образуя энергию для окислительного фосфорилирования.

Церебральный инфаркт — некроз мозговой ткани вследствие недостаточного кровоснабжения, обусловленного блокадой или повреждением мозгового сосуда. См. также Инсульт.

Церебральный отек в условиях высокогорья — состояние неизвестной этиологии, характеризующееся накоплением жидкости в черепной полости в условиях высокогорья; наблюдается спутанность сознания, которая может перейти в кому и привести к смерти пострадавшего.

Цикл Кребса — серия химических реакций, включающая полное окисление ацетил-КоА и образование 2 молей АТФ (энергии), водорода и углерода, которые, соединяясь с кислородом, образуют H₂O и CO₂.

Частота сердечных сокращений в покое — в среднем составляет 60 — 80 ударов в минуту.

Чистая масса тела — масса тела, за исключением жира, включающая мышцы, кости, кожу и органы.

Чрезмерная тренировка — тренировочное занятие, характеризующееся повышенным объемом, интенсивностью или и тем, и другим или слишком быстрым их увеличением (с нарушением принципа постепенности).

Чрезмерное потребление кислорода после физической нагрузки — повышенное потребление кислорода (больше, чем в состоянии покоя) после физической нагрузки; одно время имело название кислородный долг.

Чувствительность (прибора) — способность теста правильно идентифицировать испытуемых, отвечающих тестируемым критериям.

Шкала Борга — цифровая шкала для оценки величины испытываемого усилия.

Эксцентрическая тренировка — тренировка, включающая эксцентрическое действие.

Эксцентрическое действие (мышцы) — удлинение мышцы.

Электрокардиограмма (ЭКГ) — кривая электрической деятельности сердца.

Электрокардиограмма с нагрузкой — регистрация электрической деятельности сердца во время физической нагрузки.

Электролит — жидкость, которая может проводить электрический ток.

Энграм — специальная, заученная и запечатленная двигательная структура, содержащаяся в сенсорной и двигательной частях головного мозга, которая может быть воспроизведена в случае необходимости.

Эндомиций — оболочка соединительной ткани, покрывающая каждое мышечное волокно.

Эпимиций — внешняя соединительная ткань, окружающая всю мышцу и "держаящая" ее вместе.

Эпифиз — конец длинной кости, который окостеневает отдельно до соединения с диафизом.

Эпифизарная пластинка — хрящевая пластинка между диафизом и эпифизом.

Эргогенное средство — вещество или явление, которое может улучшать спортивную деятельность.

Эргогенный — способный повышать работоспособность или мышечную деятельность.

Эрголитический — способный ухудшать работоспособность или мышечную деятельность.

Эргометр — прибор, позволяющий контролировать (стандартизировать) и измерять количество и скорость выполнения физической нагрузки.

Эритропоэтин — гормон, стимулирующий образование эритроцитов.

Эстроген — женский половой гормон.

Эуменорея — нормальная менструальная функция.

Эффект плацебо — эффект приема неактивного вещества (плацебо), обусловленный ожидаемым испытуемым воздействием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Astrand P.-O. (1979). Nutrition and physical performance. In M. Rechcigl (Ed.). Nutrition and the world food problem. S. Karger: Basel.

2. Barr S.L., Costill D.L., Fink W.J., Thomas R. (1991). Effect of increased training volume on blood lipids and lipoproteins in male collegiate swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 795 — 800.

3. Beiko A.Z. (1987). Vitamins and exercise—an update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, S191 — S196.

4. Blom P., Costill D.L., Vollestad N.K. (1987). Exhaustive running: Inappropriate as a stimulus of muscle glycogen super-compensation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 398 — 403.

5. Blom P., Vollestad N.K., Costill D.L. (1986). Factors affecting changes in muscle glycogen concentration during and after prolonged exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 128(Suppl. 556), 67— 74.

6. Bruce R., Ekblom B., Nilsson I. (1985). The effect of vitamin and mineral supplements and health foods on physical endurance and performance. *Proceeding of the Nutrition Society*, 44, 283 — 295.
7. Claremont A.D., Costill D.L., Fink W., VanHandel P. (1976). Heat tolerance following diuretic-induced dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 8, 239 — 243.
8. Consolazio C.F., Johnson H.L., Nelson R.A., Dramise J.G., Skala J.H. (1975). Protein metabolism during intensive physical training in the young adult. *American Journal of Clinical Nutrition*, 28, 29 — 35.
9. Costill D.L. (1977). Sweating: Its composition and effect of body fluids. *Annals of the New York Academy of Science*, 301, 160- 174.
10. Costill D.L. (1990). Gastric emptying of fluids during exercise. In C. Gisolfi and D. Lamb (Eds.) *Perspectives in exercise science and sports medicine: Vol. 3. Fluid homeostasis during exercise* (pp. 97— 127). Indianapolis: Benchmark Press.
11. Costill D.L., Saltin B. (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 37, 679 - 683.
12. Coyle E.F., Costill D.L., Fink W.J., Hoopes D.G. (1978). Gastric emptying rates for selected athletic drinks. *Research Quarterly*, 49, 119-124.
13. Coyle E.F., Hagberg J.M., Hurley B.F., Martin W.H., Ehsani A.A., Holloszy J.O. (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 55, 230— 235.
14. Fordtran J.S., Saltin B. (1967). Gastric emptying and intestinal absorption during prolonged severe, exercise. *Journal of Applied Physiology*, 23, 331 — 335.
15. Frizzell R.T., Lang G.H., Lowance D.C., Lathan S.R. (1986). Hyponatremia and ultramarathon running. *Journal of the American Medical Association*, 255, 771— 774.
16. Gisolfi C.V., Summers R.W., Schedl H.P. (1990). Intestinal absorption of fluids during rest and exercise. In *Perspectives in exercise science and sports medicine: Vol. 3. Fluid homeostasis during exercise*. Indianapolis: Benchmark Press.
17. Horstman D.H. (1972). Nutrition. In W.P. Morgan (Ed.), *Ergogenic aids and muscular performance* (pp. 343 — 365). New York: Academic Press.
18. Ivy J.L., Katz A.L., Cutler C.L., Sherman W.M., Coyle E.F. (1988). Muscle glycogen synthesis after exercise: Effect of time of carbohydrate ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 64, 1480- 1485.
19. Ivy J.L., Lee M.C., Brozinick Jr., J.T., Reed M.J. (1988). Muscle glycogen storage after different amounts of carbohydrate ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2018-2023.
20. Lemon P.W.R., Proctor D.N. (1991). Protein intake and athletic performance. *Sports Medicine*, 12, 313 — 325.
21. Marable N.L., Hickson J.F., Korslund M.K., Herbert W.G., Desjardins R.F., Thye F.W. (1979). Urinary nitrogen excretion as influenced by a muscle-building exercise program and protein intake variation. *Nutrition Reports International*, 19, 795- 805.
22. Neuter P.D., Costill D.L., Fink W.J., Kirwan J.P., Fielding R.A., Flynn M.G. (1986). Effects of exercise and carbohydrate composition on gastric emptying. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 658 — 662.
23. Risser W.L., Lee E.J., Poindexter H.B.W., West M.S., Pivamik J.M., Risser J.M.H., Hickson J.F. (1988). Iron deficiency in female athletes: Its prevalence and impact on performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 116- 121.
24. Sherman W.M., Costill D.L., Fink W.J., Hagerman F.C., Armstrong L.E., Murray T.F. (1983). Effect of a

42.2-km footrace and subsequent rest or exercise on muscle glycogen and enzymes. *Journal of Applied Physiology*, 55, 1219- 1224.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Astrand P.-O. (1967). Diet and athletic performance. *Federation Proceedings*, 26, 1772— 1777.

Beaumont W. (1833). *Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion*. New York:

Dover Publishing. Bergstrom J. (1962). Muscle electrolytes in man: Determined by neutron activation analysis in needle biopsy specimens. A study on normal subjects, kidney patients, and patients with chronic diarrhea. *Scandinavian Journal of Clinical*

Laboratory Investigation, 14 (Suppl. 68). Bergstrom J., Hermansen L., Hultman E., Saltin B. (1967).

Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, 71, 140— 150. Bergstrom J., Hultman E. (1967). A study of the glycogen metabolism during exercise in man. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation*, 19, 218— 228. Brooks G.A. (1987). Amino acid and protein metabolism during exercise and recovery. *Medicine and Science in*

Sports and Exercise, 19, S150— S156. Brouns F., Beckers E. (1993). Is the gut an athletic organ?

Sports Medicine, 15, 242— 257. Burke L.M., Read R.S.D. (1993). Dietary supplements in sport. *Sports Medicine*, 15 (1), 43 — 65.

Christensen E.H., Hansen, O.III. (1939). Arbeitsfähigkeit and Ernährung. *Scandinavian Archives of Physiology*, 81, 160- 171. Clement D.B., Asmundson R.C. (1982). Nutritional intake and hematological parameters in endurance runners. *Physician and Sportsmedicine*, 10, 37 —43.

Coggan A.R., Coyle E.F. (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 63, 2388 — 2395.

Coggan **A.R.**, Swanson **S.C.** (1992). Nutritional manipulations before and during endurance exercise: Effects on performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, S331 - S335.

Costill D.L. (1988). Carbohydrates for exercise: Dietary demands for optimal performance. *International Journal of Sports Medicine*, 9, 1 — 18.

Costill D.L., Bennett A., Branam G., Eddy D. (1973). Glucose ingestion at rest and during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, 34, 764 — 769.

Costill D.L., Cote **R.**, Fink **W.** (1982). Dietary potassium and heavy exercise: Effects on muscle water and electrolytes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 36, 266 - 275.

Costill D.L., Dalsky G.P., Fink W.J. (1978). Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Medicine and Science in Sports*, 10, 155 — 158.

Costill D.L. Miller J.M. (1980). Nutrition for endurance sport: Carbohydrate and fluid balance. *International Journal of Sports Medicine*, 1, 2— 14.

Coyle E.F. (1991). Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition, and recovery. *Journal of Sports Sciences*, 9, 29 - 52.

Coyle E.F., Coggan A.R., Hemmert M.K., Ivy J.L. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrates. *Journal of Applied Physiology*, 61, 165— 172.

Foster C., Costill **D.L.**, Fink W.J. (1979). Effects of pre-exercise feedings on endurance performance. *Medicine and Science in Sports*, 11,1 —5.

Gontzea I., Sutzescu P., Dumitrache S. (1974). The influence of muscular activity on nitrogen balance and on the need of man for proteins. *Nutrition Reports International*, 10, 35 — 43.

Havel R. J., Pernow B., Jones N. L. (1966). Uptake and release of free fatty acids and other metabolism in the legs of exercising man. *Journal of Applied Physiology*, 23,90-96.

Haymes E.M. (1983). Proteins, vitamins, and iron. In M.H. Williams (Ed.), *Ergogenic aids in sport* (pp. 27 — 55). Champaign, IL: Human Kinetics.

Hermansen L., Hultman E., Saltin B. (1967). Muscle glycogen during prolonged severe exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 71, 129— 139.

Hiller W.D.B., O'Toole M.L, Fortess E.E., Laird R.H., Imbert P.C., SiskT.D. (1987). Medical and physiological considerations in triathlons. *American Journal of Sports Medicine*, 15, 164- 167.

Howald H., Segesser B. (1975). Ascorbic acid and athletic performance. *Annals of the New York Academy of Science*, 258, 458 — 464.

Hultman E. (1967). Studies on muscle metabolism of glycogen an active phosphate in man with special reference to exercise and diet. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation*, 19 (Suppl. 94).

Hunt J.N., Knox M.T. (1969). Regulation of gastric emptying. In *Handbook of physiology: Vol. IV. Alimentary canal* (pp. 1917— 1935). Washington D.C.:

American Physiological Society. Karlsson J., Saltin B. (1971). Diet, muscle glycogen, and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 31, 203- 206.

Kozlowski S., Saltin B. (1964). Effect of sweat loss on body fluids. *Journal of Applied Physiology*, 19, 1119 — 1124.

LentnerC. (Ed.) (1981). *Geigy scientific tables: Vol. I. Units of measurement, body fluids, composition of the body, nutrition* (pp. 232 —234). Geneva, Switzerland: Ciba-Geigy.

McDonald R., Keen C.L. (1988). Iron, zinc and magnesium nutrition and athletic performance. *Sports Medicine*, 5, 171- 184.

Minaim **H.**, McCallum R.W. (1984). The physiology and pathophysiology of gastric emptying in humans. *Gastroenterology*, 86, 1592- 1610.

MitchellJ.B., Costill D.L, HoumardJ.A., Fink W.J., Pascoe D.D., Pearson D.R. (1989). Influence of carbohydrate dosage on exercise performance and glycogen metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 67, 1843— 1949.

MitchellJ.B., Costill D.L, HoumardJ.A., Flynn M.G., Fink W.J., BeltzJ.D. (1988). Effects of carbohydrate ingestion on gastric emptying and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 110 — 115.

Nielsen B., Sjogaard G., UgelvigJ., Knudsen B., Dohlmann B. (1986). Fluid balance in exercise dehydration and rehydration with different glucose-electrolyte drinks. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 318 — 325.

NoakesT.D., Goodwill N., Rayner B.L., BrankerT., Taylor R. (1985). Water intoxication: A possible

complication during endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 370 — 375.

Noakes T.D., Norman R.J., Buck R.H., Godlonton J., Stevenson K., Pittaway D. (1990). The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 165 — 170.

Owen M.D., Kregel K.C., Wall P.T., Gisolfi C.V. (1985). Effects of carbohydrate ingestion on thermoregulation, gastric emptying and plasma volume during exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 185. (Abstract)

Pate **R.R.** (1983). Sports anemia: A review of the current research literature. *Physician Sportsmedicine*. 11, 115 — 131.

Piehl K. (1974). Time course for refilling of glycogen stores in human muscle fibres following exercise-induced glycogen depletion. *Acta Physiologica Scandinavica*, 90, 297 - 302.

Rennie M.J., Holloszy J.O. (1977). Inhibition of glucose uptake and glycogenolysis by availability of oleate in well-oxygenated perfused skeletal muscle. *Biochemistry Journal*, 168, 161 - 170.

Saltin B. (1964). Aerobic and anaerobic work capacity after dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 19, 1114— 1118.

Saltin B. Hermansen L. (1967). Glycogen stores and prolonged severe exercise. In G. Blix (Ed.), *Nutrition and physical activity* (pp. 32 — 46). Uppsala: Almqvist, Wiksells.

Sherman W.M. (1992). Recovery from endurance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, S336 — S339.

Sherman W.M., Costill D.L, Fink W.J., Armstrong L.E., Hagerman F.C. (1983). The marathon: Recovery from acute biochemical alterations. *Biochemistry of Exercise*, 13, 312-317.

Sherman W.M., Costill D.L, Fink W.J., Miller J.M. (1981). Effects of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance.

International Journal of Sports Medicine, 2, 1 — 15. Smith N.J., Worthington-Roberts B. (1989). Food for sport.

Palo Alto, CA: Bull Publishing. Tarnopolsky M.A., MacDougall J.D., Atkinson S.A. (1988). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *Journal of Applied Physiology*, 64, 187- 193. Van Handel P. (1983). Caffeine. In **M.H.** Williams (Ed.), *Ergogenic aids in sport* (pp. 128— 163). Champaign, IL: Human Kinetics.

Vellar **O.D.** (1968). Studies on sweat losses of nutrients. I. Iron content of whole body sweat and its association, with other sweat constituents, serum iron levels, hematological indices, body surface area and sweat rate. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation*, 1, 157— 167.

Weight L.M., Noakes T.D., Labadarios D., Graves J., Jacobs P., Berman P.A. (1988). Vitamin and mineral status of trained athletes including the effects of supplementation. *American Journal of Clinical Nutrition*, 47, 186— 191.