

ЧСС, ЛАКТАТ И ТРЕНИРОВКИ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

ТРЕНИРОВКИ С МАКСИМАЛЬНОЙ ТОЧНОСТЬЮ



ПЕТЕР ЯНСЕН

**ЧСС, ЛАКТАТ и
ТРЕНИРОВКИ
НА ВЫНОСЛИВОСТЬ**

ПЕТЕР ЯНСЕН

ТУЛОМА 2006

ББК75.0
УДК 613.2
Я65

Петер Янсен
ЧСС, ЛАКТАТ и ТРЕНИРОВКИ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

ББК 75.0 УДК 613.2

Янсен Петер

Я65 ЧСС, лактат и тренировки на выносливость : Пер. с англ. - Мурманск: Издательство "Тулома", 2006. - 160 с.

В книге изложены теория и практика тренировки спортсменов на выносливость с применением мониторинга частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня лактата в крови. Приведены различные тесты для нахождения анаэробного порога и оценки функционального состояния. На основе данных ЧСС и уровня лактата анализируются тренировки и выступления в соревнованиях профессиональных спортсменов. В книге также обсуждаются проблемы перетренированности и спортивного сердца.

Спортсмены и тренеры, как использующие, так и не использующие в своей практике мониторы сердечного ритма, найдут в этой книге массу полезной информации.

Данная книга является отредактированным изданием книги Lactate Threshold Training, изданной в 2001 году издательством Human Kinetics.

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Фотографии на обложке: Tom Roberts, www.jafar.ru,
sylvia.gatchina.ru, Андрей Немцов.

ISBN 5-9900301-34

© Тулома, 2006

© Peter G.J.M. Janssen, 2001

/released by carver/

Содержание

Предисловие.....	6
Глава 1. Основы энергообеспечения мышечной деятельности.....	8
Энергетические системы.....	8
Фосфатная система.....	9
Кислородная система.....	10
Лактатная система.....	12
Энергетические запасы.....	16
Типы мышечных волокон.....	18
Красные мышечные волокна.....	19
Белые мышечные волокна.....	19
Соотношение красных и белых мышечных волокон.....	19
Тип волокна и интенсивность нагрузки.....	21
Целенаправленная тренировка.....	23
Тренировка фосфатной системы.....	26
Тренировка лактатной системы.....	26
Тренировка кислородной системы.....	28
Глава 2. Частота сердечных сокращений (ЧСС).....	32
Методы подсчета ЧСС.....	32
Основные показатели ЧСС.....	34
ЧСС в покое.....	34
Максимальная ЧСС.....	35
Резерв ЧСС.....	37
Точка отклонения.....	39
Функциональные изменения и ЧСС.....	40
Сдвиг точки отклонения.....	40
Смещение лактатной кривой.....	40
Увеличение МПК.....	41
Факторы, влияющие на ЧСС.....	42
Возраст.....	42
Перетренированность и недовосстановление.....	43
Питание.....	46
Высота.....	46
Лекарственные средства.....	47
Нарушение суточного ритма.....	47
Инфекционные заболевания.....	48
Эмоциональная нагрузка.....	49
Температура и влажность окружающей среды.....	49
Глава 3. Тестирование физической работоспособности.....	64
Тест Конкони.....	64
Выполнение теста.....	65
Выполнение теста Конкони с применением звуковых сигналов.....	69
Интерпретация полученных данных.....	71
Другие методы нахождения точки отклонения.....	73
Тест с равномерной нагрузкой.....	73

Тест с повышением нагрузки.....	74
Горный тест для велосипедистов-шоссейников	76
Методы определения пороговой скорости и ЧССоткл у бегунов	77
Лактатный тест.....	82
Тест в лаборатории	83
Тест в полевых условиях.....	85
Лактатный тест и оценка функционального состояния	89
Тест Астранда	90
Анаэробный порог, концентрация лактата и тренировочная интенсивность	94
Глава 4. Анализ тренировок	103
Анализ тренировок по показателям лактата	103
Анализ тренировок на основе данных ЧСС	108
Значение правильного выбора скорости бега в марафоне	116
Глава 5 Перетренированность	118
Причины возникновения перетренированности	118
Типы перетренированности	121
Симпатическая перетренированность.....	121
Парасимпатическая перетренированность	122
Лактатный парадокс	123
ЧСС и перетренированность.....	124
Вирусные инфекции	125
Глава 6. Сердечно-сосудистая система.....	128
Строение сердца.....	128
Благоприятное влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему	129
Ударный и минутный объемы сердца.....	131
Спортивное сердце	132
Изменения, происходящие в сердечнососудистой системе под воздействием тренировок на выносливость	133
Отклонения на ЭКГ	133
Глава 7. Кислородно-транспортная система	136
Характеристики крови.....	136
Причины снижения транспорта кислорода	137
Кровопотери	137
Недостаток кислорода	137
Блокада гемоглобина.....	138
Анемия	139
Методы повышения кислородно-транспортной функции	141
Горные тренировки.....	141
Гипоксические палатки	142
Кровяной допинг.....	143
Эритропоэтин (ЭПО).....	143
Заключение.....	144
Словарь	148

Предисловие.

Поводом для написания этой книги послужил невероятный мировой рекорд итальянца Франческо Мозера, установленный им в часовой гонке на велосипеде. В 1984 году он разгромил недостижимое до того момента достижение Эдди Меркса и стал первым в истории велосипедистом, преодолевшим предел в 50 км. С тех пор этот рекорд был превзойден еще раз - 6 сентября 1996 года в Манчестере (Англия) Крис Бордмэн проехал за один час 56 км и 375 м^{*1}. Объяснение этим невероятным достижениям, которые в течение долгого времени считались невозможными, можно найти в тренировочных принципах профессора физиологии Франческо Конкони, под руководством которого тренировался Мозер. В то же самое время, когда в Финляндии был изобретен монитор сердечного ритма, Конкони разработал свою специальную методику тренировки, центрированную на частоте сердечных сокращений (ЧСС). С этого момента каждый спортсмен мог улучшить свои спортивные результаты, используя специальные принципы тренировки, предложенные профессором Конкони.

Достижение Мозера и последующие достижения итальянских велосипедистов и других спортсменов, специализирующихся в видах спорта на выносливость, способствовали мировому признанию тренировочных принципов Конкони. Мониторинг ЧСС на тренировках и соревнованиях, совместно или без измерения уровня лактата, является на сегодняшний день неотъемлемым элементом тренировки, необходим как для спортсмена, так и для тренера. Метод Конкони применим как к высококвалифицированным спортсменам, так и к любителям. Принцип Конкони прост еще и потому, что универсален для всех видов спорта на выносливость. По этой причине каждый спортсмен, занимающийся видом спорта на выносливость, и тренер должны ознакомиться с ним.

В книге излагаются теория и практика тренировки. Доступно объяснены принципы энергообеспечения физической нагрузки и даны примеры их практического применения в тренировке спортсменов. Описаны все необходимые тесты, позволяющие оценить функциональное состояние спортсмена, большинство из которых

¹ * Официальный мировой рекорд Криса Бордмэна был превзойден в 2005 году на полотне «Крылатского» в Москве чехом Ондреем Сосенка, который преодолел за один час 49 км 700 м.

спортсмен может выполнять самостоятельно. На основе данных ЧСС и уровня лактата анализируются тренировки и выступления в соревнованиях профессиональных спортсменов. В книге также обсуждаются вопросы перетренированности, рассматриваются особенности сердечно-сосудистой системы спортсменов на выносливость и способы улучшения кислородно-транспортной функции.

Глава 1. Основы энергообеспечения мышечной деятельности

Работающим мышцам необходима энергия. Следовательно, любая физическая нагрузка требует поставки энергии. В нашем организме существуют разные системы энергообеспечения, каждая из которых имеет свои особенности. Составление оптимальной тренировочной программы возможно только при хорошем знании принципов энергообеспечения.

Если прислушаться к своему организму, то можно достаточно точно установить, какая именно из систем в данный момент задействована для снабжения работающих мышц энергией. Однако, на практике, многие спортсмены не прислушиваются к сигналам своего организма, в соответствии с которыми они могли бы вносить изменения в свою тренировочную программу. Многие спортсмены тренируются слишком интенсивно или слишком однообразно, некоторые тренируются с чрезмерно низкой интенсивностью. Как бы то ни было, ни те, ни другие, никогда не смогут достичь желаемых результатов. Установить оптимальную тренировочную интенсивность можно двумя способами: при помощи замеров уровня лактата (молочной кислоты) в крови или при помощи регистрации частоты сердечных сокращений (ЧСС). Используя оба или один из этих методов, спортсмены часто добиваются более высоких результатов даже при меньшем объеме и интенсивности тренировок.

Энергетические системы

В организме человека существует такое высокоэнергетическое химическое вещество как аденозинтрифосфат (АТФ), которое является универсальным источником энергии. Во время мышечной деятельности АТФ распадается до аденозиндифосфата (АДФ). В ходе этой реакции высвобождается энергия, которая непосредственно используется мышцами для энергии.



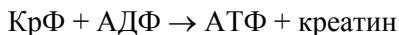
Содержание АТФ в мышцах незначительное. При интенсивной мышечной деятельности запасы АТФ расходуются в течение 2 с. Однако внутри мышц существует несколько вспомогательных систем, которые непрерывно восстанавливают АТФ из продукта ее распада АДФ. Благодаря непрерывному восстановлению (ресинтезу) АТФ в

организме поддерживается относительное постоянство этого вещества, что позволяет мышцам работать без остановки.

Выделяют три основных системы ресинтеза АТФ: фосфатную, лактат-ную и кислородную.

Фосфатная система

Фосфатный механизм ресинтеза АТФ включает использование имеющихся запасов АТФ в мышцах и быстрый ее ресинтез за счет высокоэнергетического вещества креатинфосфата (КрФ), запасы которого в мышцах ограничиваются 6-8 с интенсивной работы. Реакция ресинтеза АТФ с участием КрФ выглядит следующим образом:

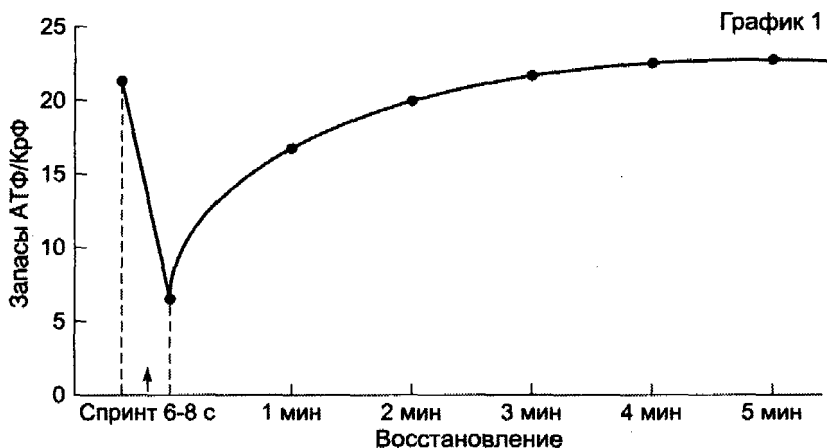


Фосфатная система отличается очень быстрым ресинтезом АТФ из АДФ, однако она эффективна только в течение очень короткого времени. При максимальной нагрузке фосфатная система истощается в течение 10 с. Вначале в течение 2 с расходуется АТФ, а затем в течение 6-8 с - КрФ. Такая последовательность наблюдается при любой интенсивной физической деятельности. Фосфатная система важна для спринтеров, футболистов, прыгунов в высоту и длину, метателей диска, боксеров и теннисистов, то есть для всех взрывных, кратковременных, стремительных и энергичных видов физической деятельности.

Скорость ресинтеза КрФ после прекращения физической нагрузки также очень высока. Запасы высокоэнергетических фосфатов (АТФ и КрФ), израсходованных во время нагрузки, восполняются в течение нескольких минут после ее завершения. Уже через 30 с запасы АТФ и КрФ восстанавливаются на 70%, а через 3-5 мин восстанавливаются полностью.

Для тренировки фосфатной системы используются резкие, непродолжительные, мощные упражнения, чередующиеся с отрезками отдыха. Отрезки отдыха должны быть достаточно длительными, чтобы успевал происходить ресинтез АТФ и КрФ (график 1).

Содержание АТФ и КрФ в организме увеличивается на 25-50% после 7 месяцев тренировок на выносливость в виде бега три раза в неделю. АТФ и КрФ являются самыми быстродоступными источниками энергии. Увеличение запасов АТФ и КрФ повышает способность спортсмена показывать хорошие результаты в видах деятельности, которые длятся не более 10 с.



Уже через 8 недель спринтерских (скоростных) тренировок значительно увеличивается количество ферментов, которые отвечают за распад и ре-синтез АТФ. Если АТФ распадается быстрее, то, следовательно, и высвобождение энергии происходит быстрее. Таким образом, тренировка не только повышает запасы АТФ и КрФ, но и ускоряет процесс распада и восстановления АТФ. Такая адаптация организма (увеличение запасов АТФ/КрФ и повышение ферментативной активности) достигается путем сбалансированной тренировочной программы, включающей как аэробные, так и спринтерские тренировки.

Фосфатная система называется анаэробной, потому что в ресинтезе АТФ не участвует кислород, и алактатной, поскольку не образуется молочная кислота.

Кислородная система

Кислородная, или аэробная, система является наиболее важной для спортсменов на выносливость, поскольку она может поддерживать физическую работу в течение длительного времени.

Кислородная система обеспечивает организм, и в частности мышечную деятельность, энергией посредством химического взаимодействия пищевых веществ (главным образом, углеводов и жиров) с кислородом. Пищевые вещества поступают в организм с пищей и откладываются в его хранилищах для дальнейшего использования по необходимости. Углеводы (сахар и крахмалы) откладываются в печени и мышцах в виде гликогена. Запасы гликогена могут сильно варьироваться, но в большинстве случаев их хватает как минимум на 60-90 мин работы субмаксимальной

интенсивности. В то же время запасы жиров в организме практически неисчерпаемы.

Углеводы являются более эффективным "топливом" по сравнению с жирами, так как при одинаковом потреблении энергии на их окисление требуется на 12% меньше кислорода. Поэтому в условиях нехватки кислорода при физических нагрузках энергообразование происходит в первую очередь за счет окисления углеводов. Поскольку запасы углеводов ограничены, ограничена и возможность их использования в видах спорта на выносливость. После истощения запасов углеводов к энергообеспечению работы подключаются жиры, запасы которых позволяют выполнять очень длительную работу.

Вклад жиров и углеводов в энергообеспечение нагрузки зависит от интенсивности упражнения и тренированности спортсмена. Чем выше интенсивность нагрузки, тем больше вклад углеводов в энергообразование. Но при одинаковой интенсивности аэробной нагрузки тренированный спортсмен будет использовать больше жиров и меньше углеводов по сравнению с неподготовленным человеком. Таким образом, тренированный человек будет более экономично расходовать энергию, так как запасы углеводов в организме неограничены.

Производительность кислородной системы зависит от количества кислорода, которое способен усвоить организм человека. Чем больше потребление кислорода во время выполнения длительной работы, тем выше аэробные способности. Под воздействием тренировок аэробные способности человека могут вырасти на 50%.

Окисление жиров для энергии происходит по следующему принципу:



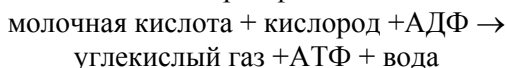
Полученный в ходе реакции окисления углекислый газ выводится из организма легкими.

Распад углеводов (гликолиз) протекает по более сложной схеме, в которой задействуются две последовательные реакции:

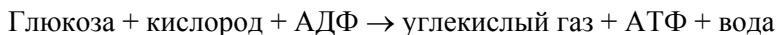
Первая фаза:



Вторая фаза:



Первая фаза протекает без участия кислорода, вторая - с участием кислорода. При легкой физической нагрузке побочный продукт распада углеводов молочная кислота используется непосредственно во второй фазе, поэтому окончательное уравнение выглядит так:



Пока потребляемого кислорода достаточно для окисления жиров и углеводов, молочная кислота не будет накапливаться в организме.

Лактатная система

По мере увеличения интенсивности нагрузки наступает период, когда мышечная работа уже не может поддерживаться за счет одной только аэробной системы из-за нехватки кислорода. С этого момента в энергообеспечение физической работы вовлекается лактатный механизм ресинтеза АТФ, побочным продуктом которого является молочная кислота. При недостатке кислорода молочная кислота, образовавшаяся в первой фазе аэробной реакции, не нейтрализуется полностью во второй фазе, в результате чего происходит ее накопление в работающих мышцах, что приводит к ацидозу, или закислению, мышц. Реакция лактатного механизма проста, и выглядит так:



Болезненность мышц - характерная черта нарастающего ацидоза (боль в ногах у велосипедиста или бегуна, боль в руках у гребца). При нарастающем ацидозе спортсмен не способен поддерживать тот же уровень нагрузки. Чаще всего ацидоз происходит в тех случаях, когда спортсмен - велосипедист, бегун или лыжник - предпринимает ускорение. Спортсмен, который способен оттягивать момент ацидоза дольше всех, с большей вероятностью выиграет гонку.

При превышении определенного уровня интенсивности (который варьируется от человека к человеку) происходит активация некоего механизма, посредством которого организм переходит на полностью анаэробное энергообеспечение, где в качестве источника энергии используются исключительно углеводы. При переходе на полностью анаэробное энергообеспечение интенсивность нагрузки в течение нескольких секунд или минут, в зависимости от интенсивности нагрузки и уровня подготовленности спортсмена, резко снижается (либо работа вовсе прекращается) вследствие накопления молочной

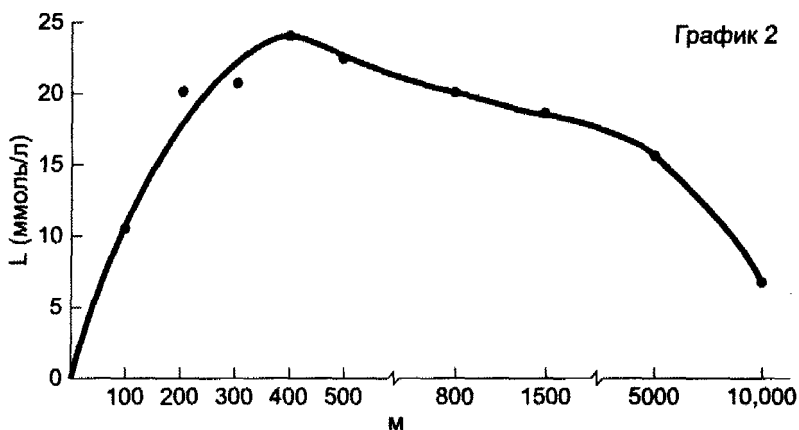
кислоты, которая становится причиной нарастающей мышечной усталости.

При беге на 100, 200, 400 и 800 м, а также во время любой другой интенсивной работы, длящейся 2-3 мин, энергообеспечение нагрузки осуществляется в основном анаэробным путем. В беге на 1500 м вклад аэробного и анаэробного энергообеспечения примерно одинаков - 50/50. В самом начале любого упражнения, в независимости от интенсивности нагрузки, энергообеспечение происходит только анаэробным путем. Каждый раз организму требуется несколько минут для того, чтобы аэробная система полностью включилась в работу - пока легкие, сердце и системы транспорта кислорода не приспособятся к потребностям нагрузки. До того момента необходимая энергия поставляется за счет лактатного механизма.

Лактатная система также поставляет энергию при кратковременном увеличении интенсивности во время обычной аэробной нагрузки - при рывках, преодолении подъемов, попытке отрыва от преследователей. Лактатная система участвует в энергообеспечении финишного броска после продолжительной нагрузки (например, на финише марафона или велогонки).

Высокие показатели лактата, которые могут появиться во время выполнения интенсивной нагрузки, являются свидетельством несостоятельности аэробной системы. Высокие показатели лактата означают, что в энергообеспечении нагрузки подключилась лактатная система, побочным продуктом которой является молочная кислота. Максимальная концентрация лактата может достигать значений, в 20 раз превышающих таковые во время покоя. На графике 2 показаны максимальные концентрации лактата, которые достигаются спортсменами в беге на разные дистанции. Из графика видно, что максимальная концентрация достигается в беге на 400 м, затем с увеличением дистанции концентрация снижается.

Высокая концентрация лактата приводит к мышечной усталости. Если спортсмен начнет свой длительный бег в слишком высоком темпе или если он слишком рано предпримет финишный рывок, концентрация лактата в его организме возрастет до высоких значений. Усталость, которая последует за ростом концентрации лактата, не даст спортсмену выиграть гонку.



Высокая концентрация лактата приводит к ацидозу (закислению) мышечных клеток и межклеточного пространства. Ацидоз может серьезно нарушить функционирование различных механизмов внутри мышечных клеток. Систему аэробных ферментов в мышечной клетке можно рассматривать как фабрику, где зарождается аэробная энергия. Эта ферментативная система повреждается ацидозом, который снижает аэробные способности спортсмена. Если клетки повреждены ацидозом, то может потребоваться несколько дней, прежде чем ферментативная система начнет снова нормально функционировать и аэробные возможности полностью восстановятся. Когда интенсивные нагрузки повторяются очень часто (т.е. без достаточного восстановления), аэробные возможности значительно снижаются. Частое повторение интенсивных нагрузок приводит также к возникновению перетренированности. Повреждение стенок мышечных клеток под влиянием ацидоза являются причиной утечки веществ из мышечных клеток в кровь. В течение дня после напряженной тренировки в крови спортсмена можно обнаружить любые виды отклонений, в особенности большие показатели мочевины, креатинкиназы, аспаратаминотрансферазы и аланинаминотранс-феразы, которые указывают на повреждение стенок мышечных клеток.

Для того чтобы показатели крови снова пришли в норму, организму может потребоваться от 24 до 96 ч. Эти показатели нужно учитывать при выборе типа нагрузки. В данном случае тренировки должны быть легкими -восстановительными. При более интенсивных тренировках восстановление будет проходить намного дольше.

Высокие показатели лактата нарушают координационные способности. Интенсивные тренировки в сочетании с высокими

показателями лактата нарушают работу сократительного механизма внутри мышцы и, следовательно, также влияют на координационные возможности, которые необходимы в видах спорта, требующих высокого технического мастерства (теннис, футбол, дзюдо). Тренировки на технику никогда не следует проводить при показателях лактата выше 6-8 ммоль/л, поскольку координация нарушается до такой степени, что тренировка становится просто неэффективной.

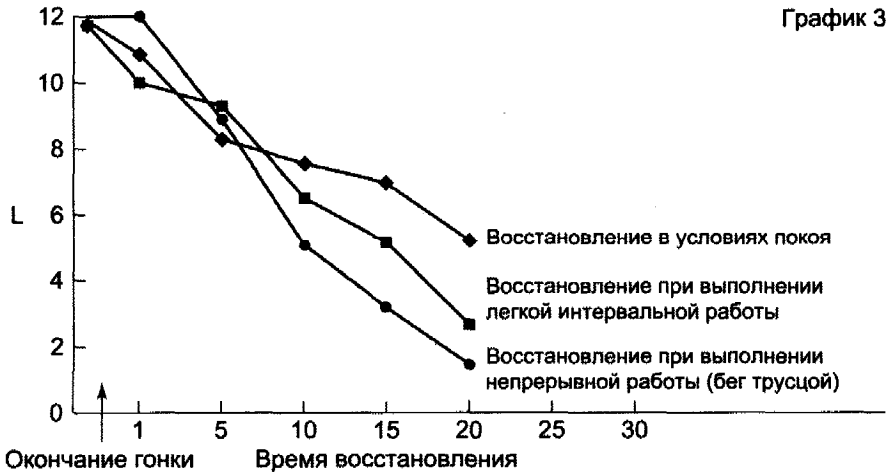
Высокие показатели лактата повышают риск возникновения травмы. Ацидоз мышечной ткани приводит к микроразрывам (незначительные повреждения мышц, которые могут стать причиной травмы в случае недостаточного восстановления). При наличии высоких показателей лактата замедляется образование КрФ. По этой причине лучше не допускать высоких показателей лактата во время спринтерских тренировок.

При высоких показателях лактата снижается утилизация жира. Это означает, что в случае истощения гликогеновых запасов энергообеспечение организма окажется под угрозой, поскольку организм будет не способен использовать жир.

В условиях покоя на нейтрализацию половины молочной кислоты, накопившейся в результате усилия максимальной мощности, организму требуется около 25 мин; за 1 ч 15 мин нейтрализуется 95% молочной кислоты. После интенсивной нагрузки максимальной мощности молочная кислота выводится из крови и мышц намного быстрее, если во время восстановительной фазы вместо пассивного отдыха выполняется легкая работа. Это так называемое активное восстановление, по сути, ни что иное как «заминка», которую делают многие спортсмены. Как показано на графике 3, активное восстановление - например, легкая пробежка трусцой - очень быстро снижает концентрацию лактата. Из графика также видно, что во время восстановительной фазы лучше выполнять непрерывную работу, а не интервальную.

В таблице 1.1 приведен порядок подключения энергетических систем при физической нагрузке максимальной мощности.

График 3



Энергетические запасы

Запасы АТФ истощаются через 2-3 с работы максимальной мощности. КрФ полностью расходуется через 8-10 с максимальной работы, а глико-геновые запасы истощаются через 60-90 мин субмаксимальной работы. Запасы жира практически неисчерпаемы (см. график 4).

В 1 г жира содержится 9 ккал, а в 1 г углеводов - 4 ккал. Жиры в организме не связаны с водой, а вот углеводы связаны со значительным количеством воды. Если в нашем организме энергетические запасы в виде жиров заменить на углеводы, то масса нашего тела увеличится вдвое. Именно по этой причине перелетные птицы запасают исключительно жиры для энергии. Таким образом, в весовом исчислении жиры являются эффективным источником энергии. Жир - идеальный источник энергии для продолжительных нагрузок при ограниченном поступлении пищи.

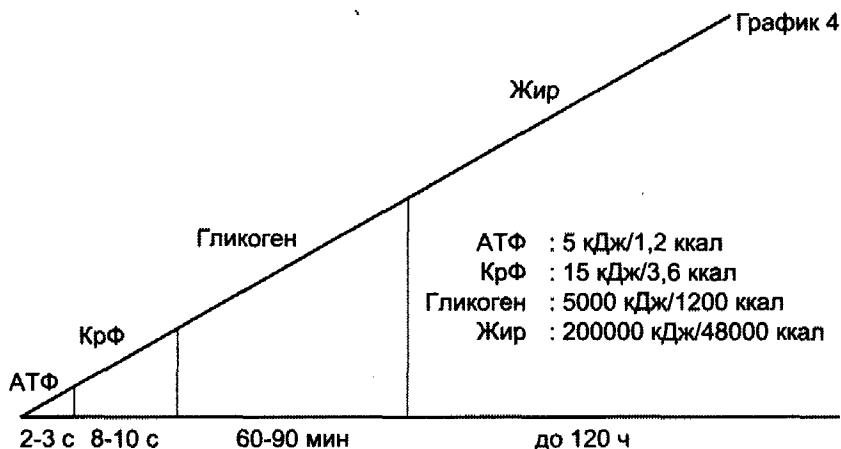
Общие запасы углеводов в организме составляют от 2000 до 3000 ккал. Организм человека обладает огромной способностью откладывать жиры. Несмотря на это их запасы могут сильно варьироваться. Доля жировой массы у мужчин составляет от 10 до 20%; у женщин - от 20 до 30%.

Таблица 1.1 Подключение различных механизмов энергообеспечения в зависимости от продолжительности нагрузки максимальной мощности

Продолжительность нагрузки	Механизмы энергообеспечения* ²	Источники энергии	Примечания
1-5 с	Анаэробный алактатный (фосфатный)	АТФ	
6-8 с	Анаэробный алактатный (фосфатный)	АТФ + КрФ	
9-45 с	Анаэробный алактатный (фосфатный) + анаэробный лактатный (лактатный)	АТФ, КрФ + гликоген	Большая выработка лактата
45-120 с	Анаэробный лактатный (лактатный)	Гликоген	По мере увеличения продолжительности нагрузки выработка лактата снижается
120-240 с	Аэробный (кислородный) + анаэробный лактатный (лактатный)	Гликоген	
240-600 с	Аэробный	Гликоген + жирные кислоты	Чем больше доля участия жирных кислот в энергообеспечении нагрузки, тем больше ее продолжительность

У хорошо тренированных спортсменов на выносливость показатель жира составляет в среднем 10%. Идеальный процент жира может различаться от спортсмена к спортсмену и находиться в диапазоне от максимально низкого (4-5%) до относительно высокого (12-13%). Однако у каждого спортсмена существует свой идеальный процент жира, который неизменен, и этот процент жира является важным показателем физического состояния спортсмена. Слишком высокий или слишком низкий процент жира будет мешать спортсмену в достижении максимальной формы.

² * Анаэробный - без участия кислорода; аэробный - с участием кислорода. Алактатный - молочная кислота не вырабатывается; лактатный - молочная кислота вырабатывается.



Углеводных запасов в организме хватает в среднем на 95 мин марафонского бега, тогда как жировых запасов хватит на 119 ч. Тем не менее, для утилизации жира требуется больше кислорода. В единицу времени из углеводов может быть синтезировано больше АТФ, чем из жиров. По этой причине углеводы являются самым главным источником энергии во время интенсивных нагрузок. Когда заканчиваются запасы углеводов, вклад жира в энергообеспечение работы резко возрастает, а интенсивность нагрузки снижается. В марафоне это часто происходит в районе 30-километровой отметки - после 90 мин бега.

Типы мышечных волокон

Каждая мышца содержит различные типы мышечных волокон. Мышечные волокна сильно отличаются по своим функциям, но все они требуют энергии. Необходимо иметь представление о различиях волокон, поскольку каждый тип мышечных волокон тренируется определенным образом.

Условно мышечные волокна разделяются на два типа: красные, или медленные, волокна, которые также называются медленнсокращающимися волокнами или волокнами типа I, и белые, или быстрые, волокна, которые также называются быстросокращающимися волокнами или волокнами типа II. Между мужчинами и женщинами не существует разницы в соотношении быстросокращающихся и медленнсокращающихся волокон. Реакция на тренировку мышечных волокон у женщин и мужчин одинакова.

Красные мышечные волокна

Густо усеянные капиллярами красные мышечные волокна снабжаются энергией преимущественно аэробно. Следовательно, красные волокна обладают высокой аэробной способностью и ограниченной анаэробной. Красные волокна важны для выносливости. Они работают относительно медленно и не так быстро устают, и поэтому способны поддерживать работу в течение длительного времени.

Белые мышечные волокна

Белые мышечные волокна с умеренным содержанием капилляров снабжаются энергией преимущественно анаэробно. Белые волокна обладают высокой анаэробной способностью и относительно низкой аэробной, поэтому они максимально используются в скоростно-силовых видах спорта (спринтерский бег, метания, прыжки, борьба, тяжелая атлетика). Белые волокна работают быстро и, следовательно, быстро устают. Энергичные взрывные упражнения, которые максимально задействуют белые волокна, могут поддерживаться лишь в течение короткого периода времени.

Белые волокна (волокна типа II) разделяются на волокна типа IIa и IIb. Волокна типа IIa, кроме своей высокой анаэробной способности ресинтеза АТФ, обладают также высокой аэробной способностью. Таким образом, волокна типа IIa поддерживают волокна типа I во время длительной работы на выносливость. Волокна типа IIb являются чисто анаэробными и вряд ли выполняют какую-либо функцию во время нагрузки на выносливость.

В таблице 1.2 дается сравнение свойств красных и белых мышечных волокон.

Соотношение красных и белых мышечных волокон

Чем больше количество быстросокращающихся волокон в мышцах спортсмена, тем выше его спринтерские возможности. Соотношение мед-ленносокращающихся и быстросокращающихся волокон может сильно различаться между людьми, но соотношение мышечных волокон у отдельного человека по существу неизменно. Изначально мы рождаемся либо спринтерами, либо стайерами. У спринтера соотношение медленных и быстрых волокон составляет 50/50, тогда как у марафонца соотношение медленных и быстрых волокон может составлять 90/10. На графике 5 показаны соотношения мышечных волокон у различных типов спортсменов.

Таблица 1 2 Свойства красных и белых мышечных волокон

Белые волокна (быстрогокращающиеся)	Красные волокна (медленносокращающиеся)
Взрывные/спринтерские способности	Выносливость
Умеренная капиллярная сеть	Плотная капиллярная сеть
Высокие анаэробные способности	Высокие аэробные способности
Низкие аэробные способности	Низкие анаэробные способности
Энергообеспечение: лактатная система, фосфатная система	Энергообеспечение: кислородная система
Количество белых волокон не увеличивается под воздействием тренировки	Количество красных волокон увеличивается под воздействием тренировки
Продолжительность работы малая	Продолжительность работы большая
Выработка лактата высокая	Лактат не вырабатывается
С возрастом количество белых волокон уменьшается	С возрастом количество красных волокон не уменьшается
быстро устают	Медленно устают
Скорость сокращения высокая	Скорость сокращения низкая
Сила сокращения большая	Сила сокращения маленькая

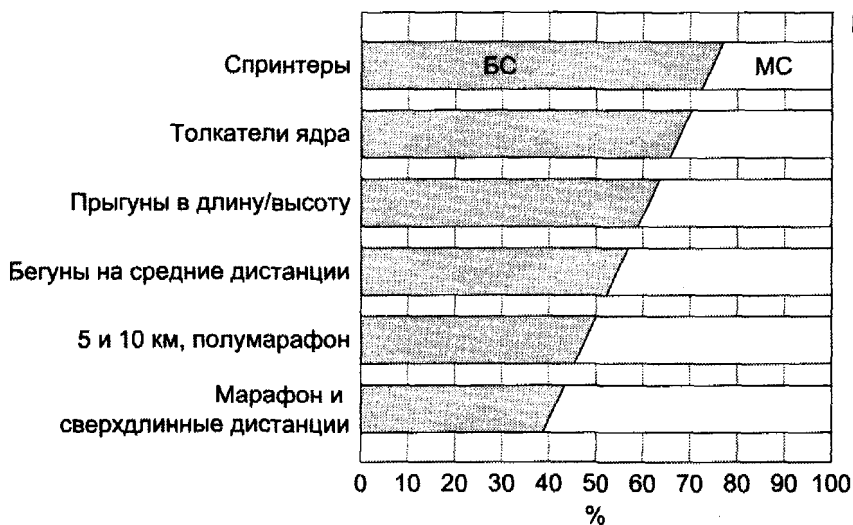


График 5

БС = быстросокращающиеся
МС = медленносокращающиеся

От соотношения мышечных волокон зависит тип спортсмена - спринтер или стайер. Однако нельзя сказать, что это соотношение абсолютно неизменно. Следуя четко нацеленной тренировочной программе, спринтер может усовершенствовать свои аэробные качества и повысить выносливость. Правильная тренировка может увеличить количество красных волокон, что, в свою очередь, повлияет на общее соотношение красных и белых волокон. Иначе говоря, под воздействием тренировок белые волокна могут превратиться в красные.

К сожалению, обратное действие невозможно. Спортсмен на выносливость не сможет изменить состав своих мышц, выполняя нагрузки ско-ростно-силового характера. Выраженный стайер всегда будет слабее спринтера. Тем не менее, спринтер может легко превратиться в хорошего стайера, хотя вместе с повышением выносливости у него снизятся спринтерские качества.

С возрастом спринтерские способности спортсмена снижаются быстрее, чем способности к выполнению длительной работы. Скоростно-силовая работоспособность, как правило, снижается вместе с уменьшением количества быстросокращающихся волокон. Способности к выполнению длительной работы могут поддерживаться вплоть до преклонного возраста.

Тип волокна и интенсивность нагрузки

Легкая нагрузка, например ходьба, прогулка на велосипеде или бег трусцой, может поддерживаться в течение многих часов. В данном случае энергия поставляется полностью за счет аэробной системы - посредством окисления жиров в волокнах типа I. Запасы жира практически неисчерпаемы.

При нагрузке средней мощности, например во время бега или езды на велосипеде, все волокна типа I могут через какое-то время стать активными. Помимо окисления жиров повышается доля окисления углеводов, хотя энергообеспечение все еще протекает аэробным путем. Хорошо подготовленные спортсмены могут поддерживать максимальную аэробную нагрузку в течение 1-2 ч. За это время происходит полное истощение углеводных запасов.

При дальнейшем повышении интенсивности, например при соревновательном беге на 10 км, в работу вовлекаются волокна типа IIa, а окисление углеводов становится максимальным. Главная роль в энергообеспечении ложится на кислородную систему, однако лактатная система также вносит свой вклад в энергообеспечение нагрузки. Лактатная система имеет в своей природе молочную кислоту как побочный продукт. До определенного уровня

интенсивности соблюдается равновесие между образованием и распадом молочной кислоты (организм еще способен перерабатывать молочную кислоту с той же скоростью, с какой ее производит).

Если уровень интенсивности, а вместе с ней и доля участия лактатной системы в энергообеспечении, продолжают расти, то возможности организма перерабатывать молочную кислоту превышаются. Вследствие накопления молочной кислоты и быстрого истощения углеводных запасов данный тип нагрузки может поддерживаться в течение ограниченного периода времени, в зависимости от тренированности спортсмена.

Во время спринтерской тренировки максимальной мощности или во время выполнения интервалов с высокой интенсивностью повышается роль мышечных волокон типа IIb. Энергообеспечение такой деятельности происходит полностью анаэробным путем с участием углеводов в качестве источника энергии. После таких тренировок сильно возрастают показатели молочной кислоты, и соответственно продолжительность нагрузки не может быть большой. Последовательность вовлечения мышечных волокон в работу представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 Вовлечение мышечных волокон в работу разной интенсивности

Интенсивность нагрузки	Активные волокна	Источники энергии	Энергетические системы
Низкая	Тип I	Жиры	Кислородная
Средняя	Тип I + IIa	Жиры и углеводы	Кислородная и лактатная
Высокая	Тип I + Тип IIa + IIb	Углеводы	Лактатная и фосфатная

Целенаправленная тренировка

Принципы энергообеспечения физической нагрузки и работы всех трех энергетических систем - фосфатной, лактатной и кислородной - уже описаны. Далее пойдет речь о том, какую роль эти энергетические системы играют в отдельных видах спорта. Эффективная тренировка, ведущая к высоким достижениям, возможна только при хорошем знании и правильном применении принципов энергообеспечения физической деятельности.

В каждом виде спорта существует своя специальная методика подготовки. Тренировка бегуна-марафонца отличается от тренировки спринтера. Результаты марафонца зависят от его способности выполнять длительную работу, поэтому его тренировки должны быть нацелены на совершенствование кислородной системы и расширение аэробных возможностей. Для спринтера важны максимальные возможности его фосфатной системы, поэтому его тренировки должны быть нацелены на увеличение числа высокоэнергетических фосфатов. В некоторых видах спорта, например в беге на средние дистанции, требуется тренировка всех трех энергетических систем. Спортсменам, которые бегают на 400, 800 и 1500 м, требуются как высокие аэробные, так и высокие анаэробные способности. Они должны учиться бороться с сильным ацидозом в своих мышцах и сопутствующим ему утомлением. Таким образом, они тренируют свою способность выполнять нагрузку в условиях высокой концентрации лактата.

В таблице 1.4 дается сравнение долевого участия различных механизмов энергообеспечения в соревнованиях по бегу на различные дистанции. Из таблицы видно, что работа бегуна-марафонца обеспечивается на 95% за счет аэробной энергии и на 5% за счет анаэробной энергии. Эту таблицу можно применять не только к бегу, но и к другим видам спорта. Для соревнований по плаванию, которые длятся 4-5 мин, сравнительной дистанцией будет являться бег на 1500 м (время бега 4-6 мин). Из таблицы видно, что в этом случае 20% тренировок должно быть направлено на совершенствование фосфатной системы (спринтерские тренировки), 25% тренировок должно быть направлено на повышение аэробной выносливости (кислородная система) и 55% - на совершенствование анаэробных возможностей (фосфатная и лактатная системы). Продолжительность нагрузки в совокупности с интенсивностью определяют тип используемой энергетической системы.

Таблица 1.4 Соревнования в беге на разные дистанции

Дистанция	Продолжительность нагрузки	Скорость: фосфатная система	Аэробные способности: кислородная система	Анаэробные способности: фосфатная и лактатная системы
42 195 м	130-180 мин	0	95	5
10 000 м	28-50 мин	5	80	15
5 000 м	14-26 мин	10	70	20
3 000 м	9-16 мин	20	40	40
1 500 м	4-6 мин	20	25	55
800 м	2-3 мин	30	5	65
400 м	1-1,5 мин	80	5	15
200 м	22-35 с	98	0	2
100 м	10-16 с	98	0	2

Примечание: Зависимость между продолжительностью нагрузки и относительным вкладом различных энергетических систем в энергообеспечение нагрузки применима к любому виду спорта. Подключение той или иной энергетической системы зависит от продолжительности нагрузки.

В шоссейных велогонках вклад анаэробной системы в энергообеспечение нагрузки так же, как и в марафоне, составляет всего 5%. Однако это вовсе не означает, что анаэробная система не важна для этого вида спорта. Наоборот, в шоссейных гонках анаэробный фактор является решающим. Разница между победителем и остальным пелотоном определяется именно в способности совершить стремительный побег (ускорение в течение 1-3 мин). Помимо других факторов, производительность анаэробных механизмов также определяет, будет ли профессиональный велосипедист гонщиком высокого класса или рядовым гонщиком. В острый момент гонки высококлассный спортсмен может надеяться на свои высокие анаэробные способности и совершить решающий побег. Тоже самое относится и к лыжным гонкам с массовым стартом, где борьба за медали нередко разворачивается на последнем километре дистанции.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что тренировка должна быть направлена именно на ту энергетическую систему, которая участвует в энергообеспечении конкретной спортивной деятельности. Другими словами, тренировка должна выполняться при той интенсивности, при которой максимально активируется вся энергетическая система, необходимая для конкретного вида спорта.

Интенсивность нагрузки является одним из ключевых элементов в достижении высокой работоспособности.

Интенсивность измеряется в разных величинах. Она может, например, измеряться в процентах от максимальной частоты сердечных сокращений (ЧССмакс) или в процентах от анаэробного порога (АнП). Анаэробным порогом обозначается интенсивность нагрузки, выше которой организм переключается с аэробного энергообеспечения на частично анаэробное.

В этой книге использованы следующие международные обозначения трех основных зон интенсивности: аэробная зона (А), развивающая зона (Е; endurance - выносливость) и анаэробная зона (Ан). В аэробной зоне энергия поставляется исключительно за счет аэробных процессов. Развивающая зона расположена чуть ниже и чуть выше анаэробного порога, поэтому энергия поставляется частично аэробным путем и частично анаэробным. В анаэробной зоне реакции образования энергии протекают в условиях недостаточного поступления кислорода, что ведет к образованию и накоплению молочной кислоты.

Каждая из трех зон интенсивности разделяется на две подзоны. Существует также восстановительная зона (R), где нагрузка так же, как и в аэробной зоне, обеспечивается полностью за счет кислородной системы.

В международной практике используются следующие зоны интенсивности:

R = восстановительная: очень низкая интенсивность,
70-80% от АнП, 60-70% от ЧССмакс;

A1 = аэробная 1: низкая интенсивность,
80-90% от АнП, 70-80% от ЧССмакс;

A2 = аэробная 2: средняя интенсивность,
90-95% от АнП, 80-85% от ЧССмакс;

E1 = развивающая 1: транзитная зона,
95-100% от АнП, 85-90% от ЧССмакс;

E2 = развивающая 2: высокоинтенсивная выносливость,
100-110% от АнП, 90-95% от ЧССмакс;

An1 = анаэробная 1: основана на анаэробном гликолизе;
максимальное энергообеспечение - 2-3 мин;

An2 = анаэробная 2: основана на фосфатах;
максимальное энергообеспечение - до 10 с.

Тренировка фосфатной системы

Фосфатная система активизируется во время тренировки спринтерских (скоростных) способностей, следовательно, спринтерская тренировка является анаэробной и алактатной.

Спринты на максимальной скорости полностью истощают запасы высокоэнергетических фосфатов через несколько секунд работы. Лучшим способом тренировки спринтерских качеств являются интервальные тренировки с большим количеством коротких повторений (около 8-10) и длинными паузами отдыха. Интенсивность повторений может быть как максимальной, так и субмаксимальной. На максимальной скорости спринт длится 6-8 с, на субмаксимальной - 20-30 с.

Главная цель тренировки - истощение высокоэнергетических фосфатов без накопления молочной кислоты. Для достижения максимальной скорости требуется около 6 с, поэтому дистанция спринта должна быть не меньше 50-60 м (в беге). Перерывы между ускорениями должны быть достаточно длинными, чтобы успевал происходить ресинтез высокоэнергетических фосфатов - АТФ и КрФ. Если перерывы будут короткими, в работу включится лактатная система. В зависимости от физической подготовленности спортсмена, продолжительность отрезков отдыха должна составлять от 3 до 5 мин.

В периоды восстановления необходимо полностью воздерживаться от какой-либо нагрузки, поскольку ресинтез АТФ и КрФ происходит гораздо быстрее во время полного отдыха. Выполнение легкой нагрузки во время пауз отдыха частично блокирует восполнение АТФ и КрФ. Это приводит к недостаточным запасам АТФ и КрФ для следующего ускорения, что, в свою очередь, активизирует лактатную систему, следствием работы которой является нежелательный побочный эффект - накопление молочной кислоты.

Руководствуясь показателями ЧСС, управлять спринтерскими тренировками и вносить в них коррективы невозможно, для этого лучше использовать показатели лактата.

Тренировка лактатной системы

Существует множество видов тренировок, тренирующих лактатную систему. Основная их цель - совершенствование способности спортсмена выполнять упражнение при высоких концентрациях лактата. Такие виды тренировок относятся к интенсивным и являются анаэробными и лактатными. Упрощенно они называются анаэробными тренировками.

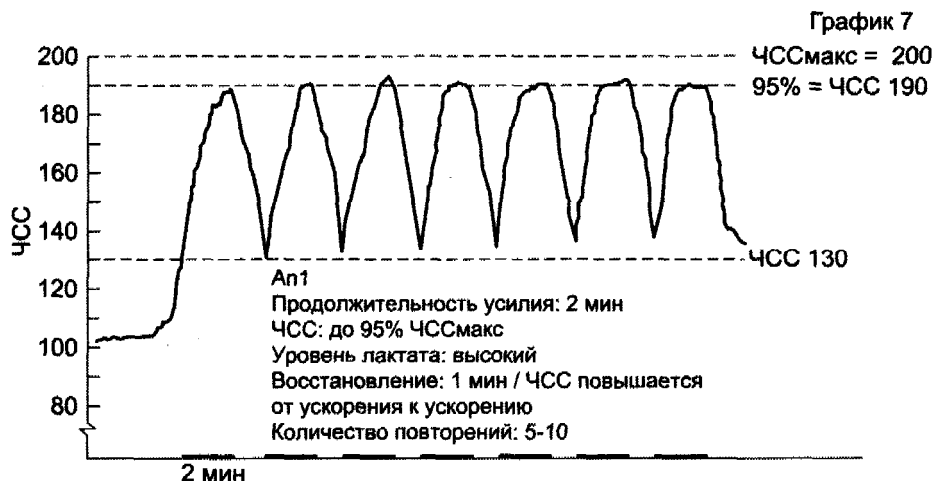
Лактатная система так же, как и фосфатная, лучше всего тренируется интервальным методом. Максимальные концентрации лактата достигаются на дистанциях 400 и 800 м. Таким образом, оптимальная продолжительность отрезков максимального усилия во время анаэробной тренировки составляет от 30 с до 3 мин. Отрезки отдыха не должны быть очень длинными, чтобы концентрация лактата не снижалась слишком сильно. На интервалы отдыха с активным восстановлением должно затрачиваться от 30 с до нескольких минут, в зависимости от подготовленности спортсмена.

Одним из вариантов тренировки лактатной системы является участие в предварительных стартах. Однако участие сразу в двух очень интенсивных гонках с высокими показателями молочной кислоты в течение одной недели не рекомендуется.

После напряженных анаэробных нагрузок всегда должны следовать очень легкие восстановительные тренировки. На графиках 6 и 7 показана динамика частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время повторяющихся краткосрочных интенсивных ускорений и следующих за ними периодов восстановления.

График 6





Тренировка кислородной системы

Лучшим методом тренировки кислородной системы являются тренировки на выносливость, то есть нагрузки, выполняющиеся с субмаксимальной мощностью в течение относительно длительного времени. Во время тренировок на выносливость (аэробных тренировок) накопление молочной кислоты не происходит. Аэробные тренировки выполняются при разных уровнях интенсивности. Существует три вида тренировок, направленных на развитие выносливости: интенсивная аэробная тренировка, промежуточная аэробная тренировка и экстенсивная аэробная тренировка. К аэробным нагрузкам также относят восстановительную тренировку.

Интенсивная аэробная тренировка

Интенсивные аэробные тренировки выполняются в виде интервальной работы и делятся на два типа в зависимости от продолжительности рабочих отрезков: тренировки с короткими интервалами и тренировки с длинными интервалами.

Интенсивная аэробная тренировка с короткими интервалами состоит из серии ускорений продолжительностью 2-8 мин. ЧСС во время ускорений составляет около 90% ЧССмакс. Во время данной тренировки кислородная система полностью активизируется, а интенсивность находится на уровне анаэробного порога (ЧССоткл) или чуть выше него. Небольшое повышение показателей лактата до 5-6 ммоль/л допустимо. Эту тренировку можно рассматривать как

промежуточное звено между аэробной и анаэробной тренировками. Время восстановления составляет 4-6 мин, количество повторений - от 5 до 8. Данная тренировка не должна проводиться чаще двух раз в неделю (см. график 8).

Интенсивная аэробная тренировка с длинными интервалами включает в себя серию ускорений продолжительностью 8-20 мин. Интенсивность ускорений составляет примерно 3-4 ммоль/л в пересчете на показатель лактата, или примерно 85-90% от ЧСС_{макс}. Примерное время восстановления - 5 мин, количество повторений - от 4 до 5. Частота тренировок - 1-2 раза в неделю. Данная тренировка эффективна только при хорошем самочувствии спортсмена (см. график 9). Если спортсмен чувствует усталость в ногах, ему следует прекратить тренировку. Когда данный вид тренировки выполняется при сопутствующей усталости или недостаточном восстановлении, то резко возрастает вероятность развития перетренированности.

Промежуточная аэробная тренировка

Промежуточная аэробная тренировка выполняется со средней интенсивностью. К примерам такой тренировки относятся длительная езда велосипедиста или длительный бег марафонца. Молочная кислота при данном виде тренировки не накапливается. Энергообеспечение происходит за счет окисления жиров и углеводов. ЧСС находится в пределах 80-85% ЧСС_{макс} (см. график 10). Продолжительность работы зависит от продолжительности соревнований, к которым готовится спортсмен. Обычно соревновательная дистанция преодолевается один раз в неделю.

Экстенсивная аэробная тренировка

Данный вид тренировки представляет собой длительную непрерывную работу при ЧСС 70-80% от ЧСС_{макс} (график 11): для велосипедиста это 100-200 км езды на велосипеде, для марафонца - 30 км бега. При такой интенсивности упражнения происходит максимальное окисление жиров. Часто промежуточные и длительные тренировки совмещают. Подобные тренировки важны тем, что тренируют жировой обмен, повышая утилизацию жиров, что позволяет спортсмену во время длительных соревнований дольше сохранять темп за счет экономии углеводов.

График 8

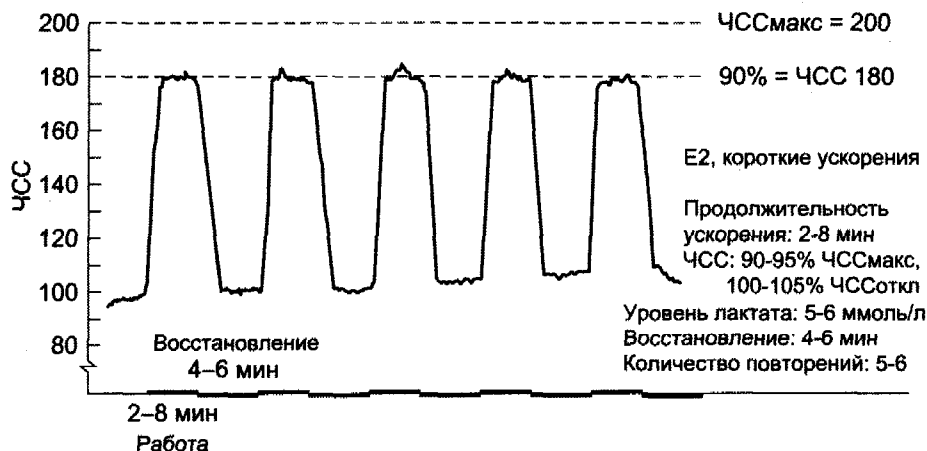


График 9

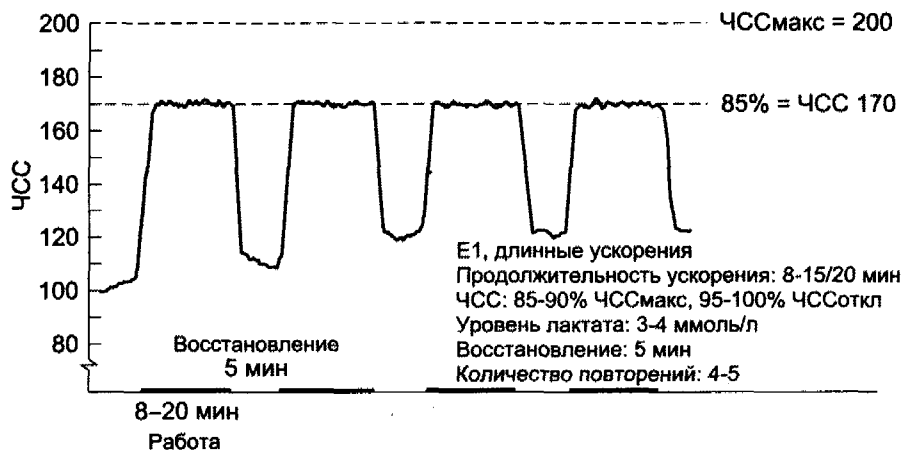
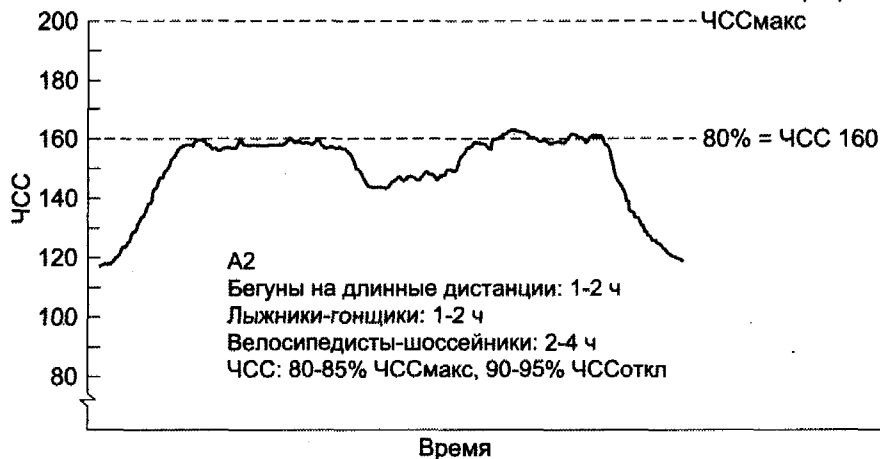
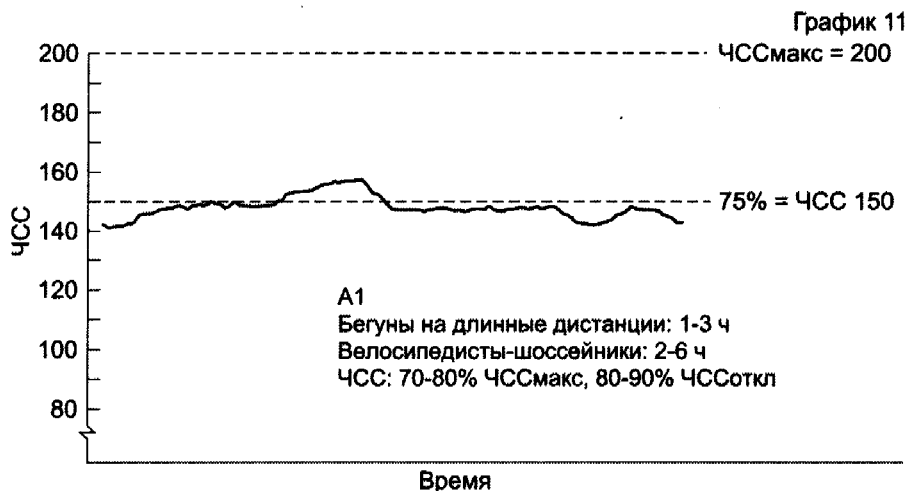


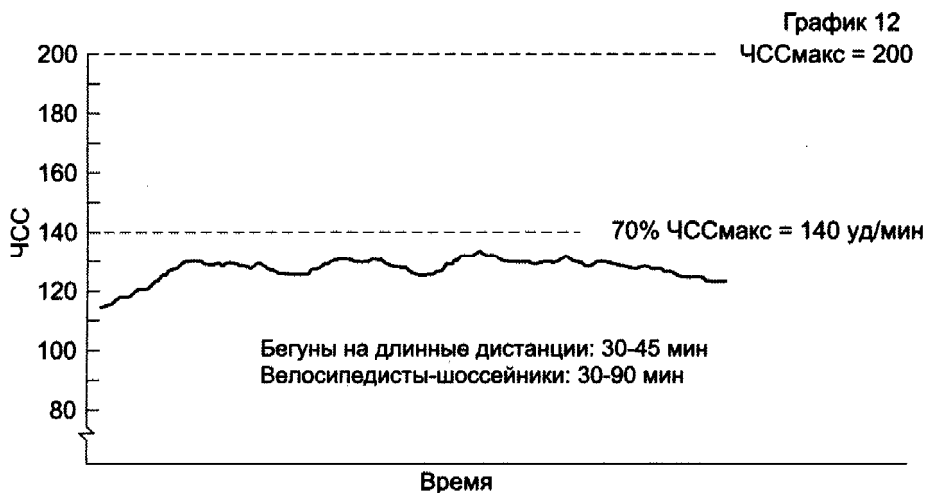
График 10





Восстановительная тренировка

Восстановление является неотъемлемой частью общего процесса тренировки. Легкая физическая деятельность часто бывает более выгодным средством восстановления, нежели пассивный отдых. Интенсивность восстановительной тренировки должна быть низкой - менее 70% от ЧССмакс. При такой низкой интенсивности нельзя надеяться на улучшение аэробных способностей (см. график 12).



Глава 2. Частота сердечных сокращений (ЧСС)

В спортивной практике частота сердечных сокращений (ЧСС) часто используется как критерий оценки интенсивности нагрузки. Существует линейная зависимость между ЧСС и тренировочной интенсивностью (график 13).

Для того чтобы тренировка на выносливость была максимально полезной, она должна выполняться с интенсивностью, при которой задействуется вся кислородно-транспортная система, то есть в так называемой аэробно-анаэробной зоне. При данной интенсивности не происходит накопления молочной кислоты.

Часто тренировки на выносливость (аэробные тренировки) выполняются спортсменами при пульсе около 180 ударов в минуту (уд/мин). Для многих спортсменов этот пульс значительно превышает аэробно-анаэробную транзитную зону. Границы аэробно-анаэробной транзитной зоны сильно варьируются у разных людей, но ориентировочно эта зона находится между 140 и 180 уд/мин.

Методы подсчета ЧСС

ЧСС обычно подсчитывают на запястье (запястная артерия), на шее (сонная артерия), на виске (височная артерия) или на левой стороне грудной клетки.



Метод 15-ти ударов

Для подсчета ЧСС с помощью этого метода спортсмену необходимо нащупать пульс в любой из указанных точек и включить секундомер непосредственно во время удара сердца. Затем спортсмен начинает подсчет последующих ударов и на 15 ударе останавливает секундомер. Предположим, что в течение 15 ударов прошло 20,3 с. Тогда количество ударов в минуту будет равно: $(15 / 20,3) \times 60 = 44$ уд/мин.

Метод 15-ти секунд

Это более легкий метод подсчета ЧСС, но вместе с тем и менее точный. Спортсмен считает удары сердца в течение 15 с и умножает количество ударов на 4, чтобы получить количество ударов в минуту. Если за 15 с было насчитано 12 ударов, то ЧСС равна: $4 \times 12 = 48$ уд/мин.

Подсчет ЧСС во время нагрузки

Если во время нагрузки ЧСС измеряется вручную, без применения специальных устройств, то лучше определять его с помощью метода 10-ти ударов. Для этого спортсмену необходимо, используя секундомер, измерить время 10 последовательных ударов. ЧСС можно определить по таблице 2.1.

Таблица 2.1 Метод 10-ти ударов

Время, с	ЧСС, уд/мин	Время, с	ЧСС, уд/мин	Время, с	ЧСС, уд/мин
3,1	194	4,1	146	5,1	118
3,2	188	4,2	143	5,2	115
3,3	182	4,3	140	5,3	113
3,4	177	4,4	136	5,4	111
3,5	171	4,5	133	5,5	109
3,6	167	4,6	130	5,6	107
3,7	162	4,7	128	5,7	105
3,8	158	4,8	125	5,8	103
3,9	154	4,9	122	5,9	102
4,0	150	5,0	120	6,0	100

Спортсмен должен запустить секундомер во время удара (это будет «удар 0») и считать до десяти, после чего остановить секундомер на «ударе 10». Неудобство этого метода заключается в быстром снижении ЧСС сразу же после прекращения нагрузки. ЧСС, подсчитанная при помощи этого метода, будет немного ниже действительной ЧСС.

Основные показатели ЧСС

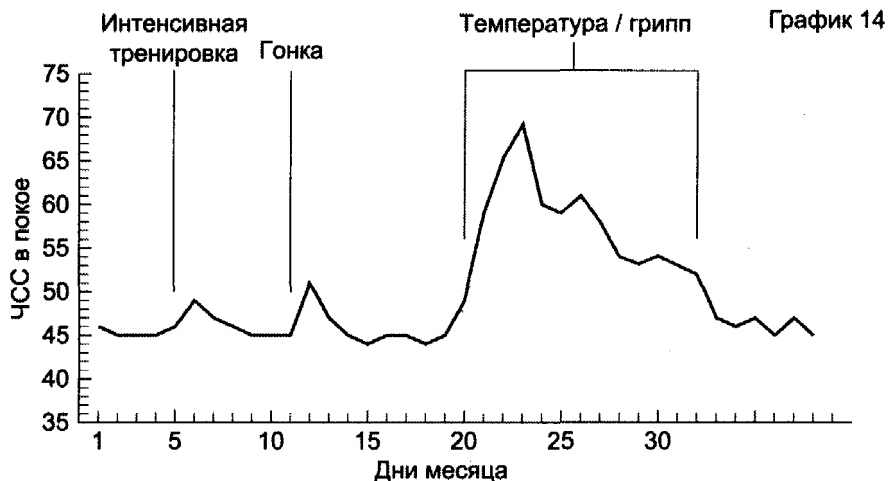
Для расчета тренировочной интенсивности, а также контроля за функциональным состоянием спортсмена используют основные показатели ЧСС, такие как ЧСС в покое, максимальная ЧСС, резерв ЧСС и ЧСС отклонения.

ЧСС в покое

У хорошо подготовленных спортсменов ЧСС в покое очень низкая. У нетренированных людей ЧСС покоя составляет 70-80 уд/мин. По мере увеличения аэробных способностей ЧСС покоя значительно снижается. У хорошо подготовленных спортсменов на выносливость (велосипедистов, бегунов-марафонцев, лыжников и др.) ЧСС покоя может составлять 40-50 уд/мин, а в некоторых случаях этот показатель может быть еще ниже.

У женщин ЧСС покоя примерно на 10 ударов выше, чем у мужчин того же возраста. Утром ЧСС покоя у большинства людей примерно на 10 ударов ниже, чем вечером. Правда, у некоторых людей бывает наоборот.

ЧСС покоя обычно подсчитывают утром перед подъемом с постели, чтобы гарантировать точность ежедневных измерений. Существует широко распространенное, но ошибочное мнение, что чем ниже пульс утром, тем лучше функциональное состояние спортсмена. По утреннему пульсу нельзя судить о степени подготовленности спортсмена. Однако ЧСС в покое дает важную информацию о степени восстановления спортсмена после тренировки или соревнований. Измеряя утренний пульс, можно отследить перетренированность на ранней стадии, как и все виды вирусных инфекций (простуда, грипп). Утренний пульс повышается в случае перетренированности или инфекционного заболевания и заметно снижается по мере улучшения физического состояния спортсмена. Каждый спортсмен, серьезно занимающийся спортом, должен заносить данные своей утренней ЧСС в виде кривой, как показано на графике 14.



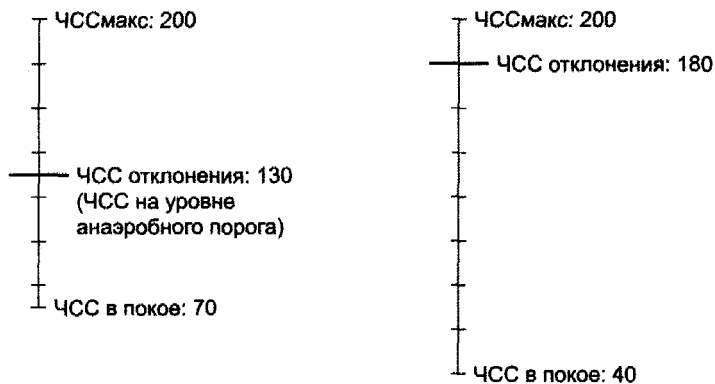
Максимальная ЧСС

Максимальная частота сердечных сокращений (ЧСС_{макс}) - это максимальное количество сокращений, которое сердце может совершить в течение 1 мин. После 20 лет ЧСС_{макс} начинает постепенно снижаться - примерно на 1 удар в год. Поэтому иногда ЧСС_{макс} высчитывают по следующей формуле:

$$\text{ЧСС}_{\text{макс}} = 220 - \text{возраст}$$

К сожалению, эта формула очень приблизительная и не дает точных результатов. Максимальная ЧСС может сильно варьировать у разных людей.

Несмотря на то что ЧСС_{макс} изменяется с возрастом, она не зависит от уровня работоспособности спортсмена. На графике 15 показано, что в отличие от других показателей ЧСС покоя и ЧСС отклонения - ЧСС_{макс} остается неизменной после периода тренировок. Только в редких случаях ЧСС_{макс} незначительно снижается под влиянием тренировок. Как правило, это встречается у хорошо тренированных спортсменов.



Нетренированный человек (20 лет)

ЧСС 70-130 = аэробное энергообеспечение

ЧСС 130-200 = анаэробное энергообеспечение

После периода тренировок

ЧСС 40-180 = аэробное энергообеспечение

ЧСС 180-200 = анаэробное энергообеспечение

Определение ЧССмакс

Максимальную ЧСС определяют во время теста в лаборатории или в полевых условиях. ЧССмакс можно достичь только при условии хорошего самочувствия спортсмена. Необходимо полное восстановление после последней проведенной тренировки. Перед тестом спортсмен должен хорошо размяться. Это может быть легкая пробежка, прогулка на велосипеде или лыжах. За разминкой следует интенсивная нагрузка продолжительностью 4-5 мин. Заключительные 20-30 с нагрузки выполняются с максимальным усилием.

При выполнении максимальной нагрузки ЧССмакс можно легко определить, используя монитор сердечного ритма. Подсчет пульса вручную не дает точных результатов из-за большой вероятности ошибок и быстрого снижения ЧСС непосредственно после нагрузки.

Желательно, чтобы максимальная ЧСС основывалась не на одном показателе, а на нескольких, регистрируемых в течение нескольких недель. Самый высокий показатель и будет являться максимальной ЧСС.

У одного и того же человека ЧССмакс может сильно различаться при выполнении разных видов деятельности. Один и тот же спортсмен может достигать 203 уд/мин во время бега, но при педалировании - только 187 уд/мин. Спортсменам, занимающимся различными видами спорта, рекомендуется измерять ЧССмакс для каждого вида деятельности в отдельности.

Расчет тренировочной интенсивности из ЧССмакс

Расчет целевой ЧСС (ЧССцелевая) из величины ЧССмакс производится в процентном отношении от этой величины. Целевая ЧСС - это ЧСС, при которой следует выполнять нагрузку, или ЧСС, обозначающая границу зоны интенсивности. Таким образом, при ЧССмакс спортсмена 200 уд/мин целевая ЧСС для интенсивности 70% ЧССмакс будет равна:

$$\text{ЧСС}_{\text{целевая}} = 0,7 \times \text{ЧСС}_{\text{макс}}$$

$$\text{ЧСС}_{\text{целевая}} = 0,7 \times 200 = 140 \text{ уд/мин}$$

Примерные границы зон тренировочной интенсивности в процентном отношении от ЧССмакс представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Примерные зоны интенсивности тренировочных нагрузок в процентном отношении от ЧССмакс

Зоны интенсивности	Интенсивность (% от ЧССмакс)
Восстановительная зона (R)	60-70
Аэробная зона 1 (A1)	70-80
Аэробная зона 2 (A2)	80-85
Развивающая зона 1 (E1)	85-90
Развивающая зона 2 (E2)	90-95
Анаэробная зона 1 (An1)	95-100

Резерв ЧСС

Для расчета интенсивности нагрузки используют также метод резерва ЧСС, который был разработан финским ученым Карвоненом. Резерв ЧСС -это разница между ЧССмакс и ЧССпокоя. Таким образом, у спортсмена с ЧССпокоя 65 уд/мин и ЧССмакс 200 уд/мин резерв ЧСС будет равен:

$$\text{ЧСС}_{\text{резерв}} = \text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{покоя}}$$

$$\text{ЧСС}_{\text{резерв}} = 200 - 65 = 135 \text{ уд/мин}$$

Зная резерв ЧСС, можно высчитать целевую ЧСС. Целевая ЧСС высчитывается как сумма ЧССпокоя и соответствующего процента от резерва ЧСС. Например, целевая ЧСС для интенсивности 70% от

резерва ЧСС для того же спортсмена будет равна:

$$\text{ЧСС}_{\text{целевая}} = \text{ЧСС}_{\text{покоя}} + 70\% \text{ ЧСС}_{\text{резерв}}$$

$$\text{ЧСС}_{\text{целевая}} = 65 + (0,7 \times 135) = 65 + 95 = 160 \text{ уд/мин}$$

Примерные зоны тренировочной интенсивности в процентном отношении от ЧССрезерв представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Примерные зоны интенсивности тренировочных нагрузок в процентном отношении от ЧССрезерв

Зоны интенсивности	Интенсивность (% от ЧССмакс)
Восстановительная зона (R)	40-55
Аэробная зона 1 (A1)	55-70
Аэробная зона 2 (A2)	70-78
Развивающая зона 1 (E1)	78-85
Развивающая зона 2 (E2)	85-93
Анаэробная зона 1 (An1)	93-100

Расчет интенсивности выполняемого упражнения

Зная ЧССпокоя и ЧССмакс, можно высчитать интенсивность (мощность) выполняемого упражнения по другой формуле Карвонена:

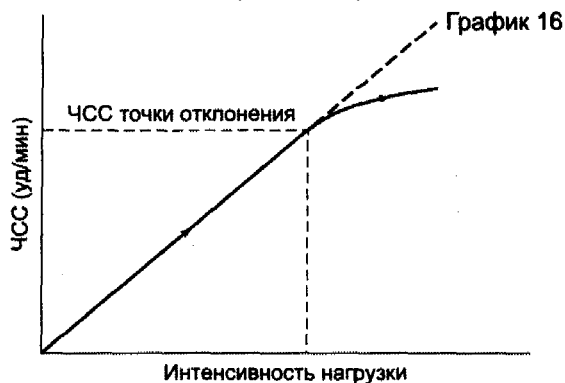
$$\text{Интенсивность нагрузки} = (\text{ЧСС во время нагрузки} - \text{ЧССпокоя}) / (\text{ЧССмакс} - \text{ЧССпокоя}) * 100\%$$

У двух спортсменов, бегущих с одинаковой скоростью, может быть разная ЧСС. Однако неверно было бы утверждать, что спортсмен, у которого ЧСС выше, подвергается большей нагрузке.

Например, у одного бегуна ЧССмакс составляет 210 уд/мин, тогда как его пульс во время бега был равен 160 уд/мин. Максимальная ЧСС другого бегуна составляет 170 уд/мин, а его пульс во время бега с той же скоростью был равен 140 уд/мин. Первый бегун выполнял упражнение при пульсе на 50 ударов ниже своей максимальной ЧСС, а второй - при пульсе на 30 ударов ниже максимальной ЧСС. Если у двух бегунов из предыдущего примера ЧССпокоя одинаковая и равна 50 уд/мин, то мощность их нагрузки в процентном отношении составляла 69 и 75% соответственно, а значит второй бегун испытывает большую нагрузку.

Точка отклонения

При высоких интенсивностях линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью нагрузки пропадает. При высокой интенсивности на первоначально прямой линии, отображающей данную зависимость, появляется заметный изгиб (см. график 16). Другими словами, ЧСС с определенной точки начинает отставать от интенсивности. Эта точка называется точкой отклонения (ЧССоткл).



Интенсивность нагрузки, соответствующая этой точке, является максимальной нагрузкой, обеспечение которой происходит исключительно за счет аэробной энергии. Отклонение на кривой показывает, при какой ЧСС или при какой интенсивности нагрузки (т.е. при каком темпе бега или езды на велосипеде) организм переходит от преимущественного использования аэробной энергии к преимущественному использованию анаэробной.

Любая нагрузка, выполняемая с интенсивностью, превышающей ЧССоткл, приводит к накоплению молочной кислоты. У хорошо тренированных спортсменов на выносливость диапазон ЧСС, внутри которого энергия поставляется аэробным путем, очень большой. Большая широта диапазона квалифицированных спортсменов соответствует их высоким аэробным возможностям, благодаря которым они могут поддерживать высокий темп в течение длительного времени. У таких спортсменов анаэробная система, побочным продуктом которой является молочная кислота, включается в работу только во время усилий очень высокой мощности.

Точка отклонения соответствует анаэробному порогу.

Функциональные изменения и ЧСС

Под воздействием тренировок повышается работоспособность спортсмена, что отражается на функциональных показателях тренированности организма.

Сдвиг точки отклонения

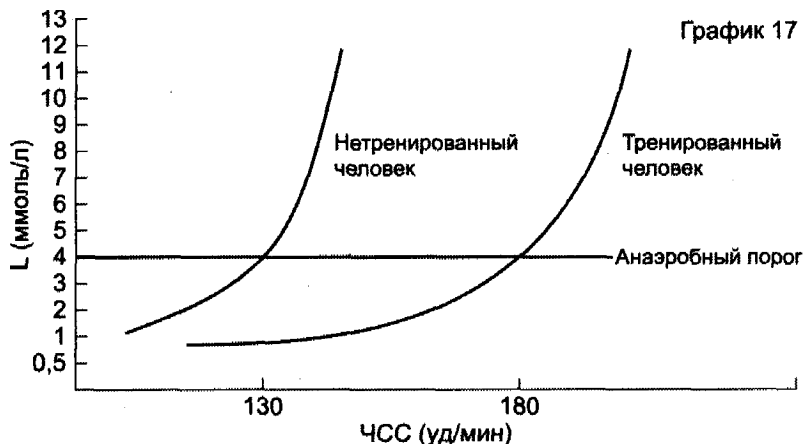
Наиболее важным изменением, происходящим в результате регулярных тренировок на выносливость, является сдвиг точки отклонения в сторону более высокой ЧСС.

Например, у нетренированного человека ЧСС_{откл} составляет 130 уд/мин. После периода тренировок на выносливость его ЧСС_{откл} сдвигается со 130 к 180 уд/мин (см. график 15, с. 37). Это означает, что его аэробные способности повысились и теперь он может выполнять длительную нагрузку при более высокой ЧСС и, соответственно, с более высокой скоростью передвижения.

Смещение лактатной кривой

Зависимость между ЧСС и уровнем лактата, которая выражается в виде кривой ЧСС-лактат, варьируется среди людей и может изменяться у одного и того же человека по мере изменения его функционального состояния.

Левая кривая на графике 17 принадлежит нетренированному человеку, ЧСС_{откл} которого равна 130 уд/мин. Правая кривая показывает, что после периода тренировок ЧСС_{откл} выросла до 180 уд/мин.



Нетренированный человек может поддерживать нагрузку при ЧСС 130 уд/мин в течение длительного времени. Тренированный человек способен выполнять работу в течение длительного времени при ЧСС 180 уд/мин. Данная интенсивность нагрузки соответствует уровню молочной кислоты 4 ммоль/л (L4). Этот рубеж также называется анаэробным порогом. Нагрузка, превышающая анаэробный порог, ведет к резкому повышению молочной кислоты в организме.

Увеличение МПК

МПК (максимальное потребление кислорода) - это наибольшее количество кислорода, которое человек способен потребить во время нагрузки максимальной мощности. МПК выражается в литрах в минуту (л/мин). Во время нагрузки на уровне МПК энергообеспечение организма осуществляется как аэробным, так и анаэробным путями. Поскольку анаэробное энергообеспечение не безгранично, интенсивность нагрузки на уровне МПК не может поддерживаться долго (не более 5 мин). По этой причине тренировки на выносливость выполняются при интенсивностях ниже уровня МПК. Под воздействием тренировок МПК может вырасти на 30%. В норме между ЧСС и потреблением кислорода наблюдается линейная зависимость, которая представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 Зависимость между ЧСС и потреблением кислорода

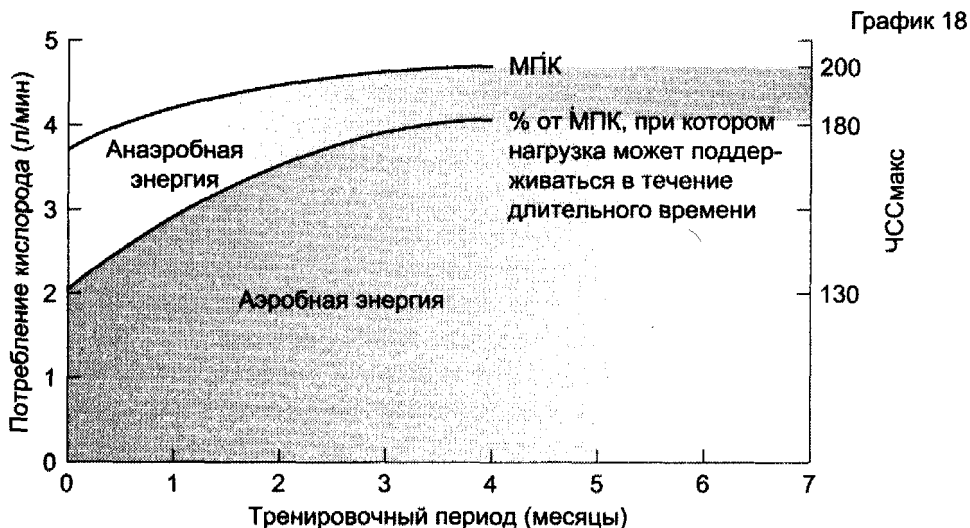
%отЧССмакс	% от МПК
50	30
60	44
70	58
80	72
90	86
100	100

Поскольку нагрузка максимальной мощности может поддерживаться только в течение 5 мин, МПК не является характерным показателем функциональных возможностей спортсменов на выносливость. Наиболее подходящим критерием оценки функциональных способностей у спортсменов на выносливость служит анаэробный, или лактатный, порог.

Анаэробный порог соответствует максимальному уровню нагрузки, который спортсмен может поддерживать в течение длительного

отрезка времени без накопления молочной кислоты. Анаэробный порог можно выразить в процентах от МПК или от ЧССмакс.

Правая вертикальная ось на графике 18 показывает сдвиг ЧССоткл после периода тренировок. До начала тренировок ЧССоткл составляла 130 уд/мин. После нескольких месяцев тренировок ЧССоткл выросла до 180 уд/мин. Левая вертикальная ось показывает прирост МПК, и особенно процента от МПК, или от ЧССмакс, при котором работа может поддерживаться в течение длительного отрезка времени.



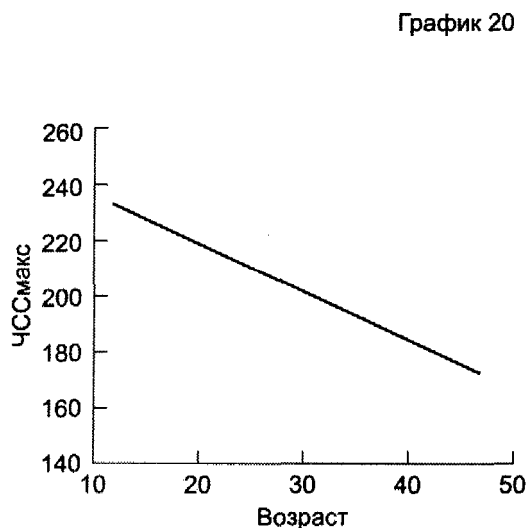
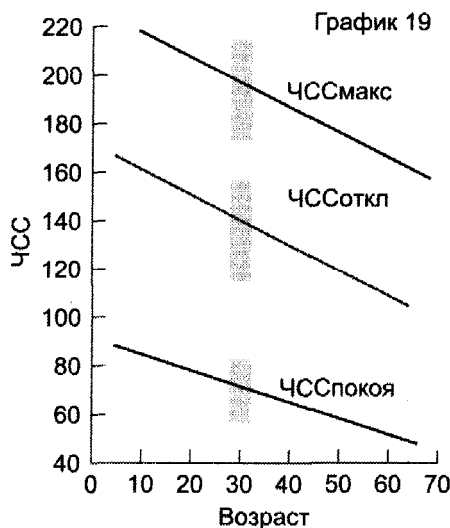
Факторы, влияющие на ЧСС

На ЧСС могут влиять многие факторы. Спортсмены и тренеры должны учитывать эти факторы при планировании тренировок и выступлений в соревнованиях.

Возраст

С возрастом ЧССмакс постепенно снижается. Это снижение не имеет определенной связи с функциональным состоянием человека. В 20 лет ЧССмакс может составлять 220 уд/мин. В 40 лет ЧССмакс часто не превышает 180 уд/мин. Среди людей одинакового возраста наблюдается довольно большая разница в ЧССмакс. Пределом одного 40-летнего спортсмена может быть 165 уд/мин, тогда как ЧССмакс другого спортсмена того же возраста может составлять 185 уд/мин. Между ЧССмакс и возрастом наблюдается прямолинейная зависимость (см. графики 19 и 20).

С возрастом происходит не только прямолинейное снижение ЧСС_{макс}, но и такое же прямолинейное снижение других показателей: ЧСС_{покоя}, ЧСС_{откл}, анаэробного порога. Вертикальными полосами на графике 19 отмечены возможные различия между людьми одинакового возраста.



Перетренированность и недовосстановление

В зависимости от типа перетренированности утренний пульс может быть либо высоким, либо очень низким. Пульс 25 уд/мин - не исключение. Обычно во время упражнения ЧСС очень быстро повышается до максимальных величин, но в случае перетренированности ЧСС может отставать от интенсивности выполняемого упражнения. ЧСС_{макс} при перетренированности достичь уже невозможно. Таким образом, перетренированность приводит к совершенно другому рисунку ЧСС как во время отдыха, так и во время нагрузки. Регулярное измерение ЧСС может указать на необходимость пересмотра тренировочной программы и на то, что, возможно, в данном случае дополнительный отдых имеет больше смысла, нежели очередная интенсивная тренировка.

При полном восстановлении спортсмена его показатели ЧСС - ЧСС_{макс}, ЧСС_{откл} и ЧСС_{покоя} - достаточно постоянны. На следующий день после интенсивной тренировки или соревнований утренний пульс может быть повышенным, что указывает на недостаточное восстановление организма. Другими показателями недовосстановления являются сниженные ЧСС_{откл} и ЧСС_{макс}. При

наличии таких показателей разумнее всего отказаться от интенсивных тренировок, чтобы дать организму возможность восстановиться. Выполнение интенсивной нагрузки при недовосстановлении не приносит никакой пользы; в данном случае тренировки ни только не дадут каких-либо улучшений, но и снизят функциональные возможности.

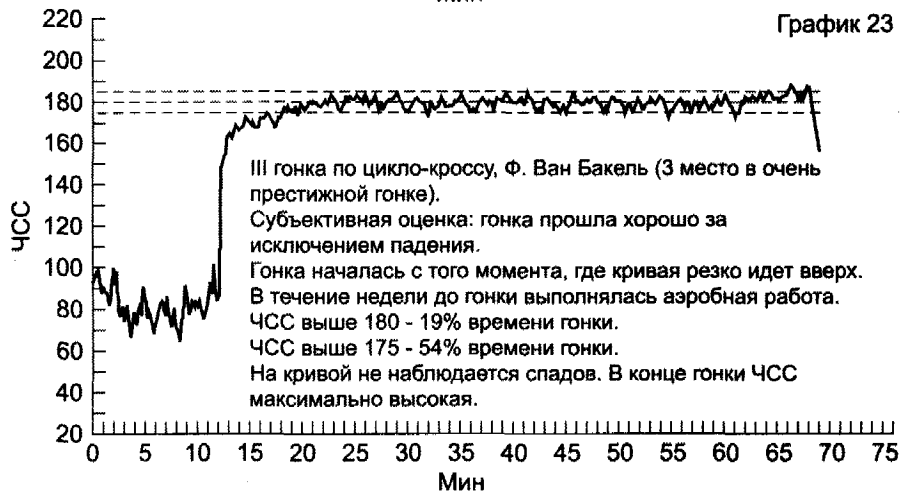
На графиках 21, 22 и 23 проиллюстрировано влияние недостаточного восстановления на производительность велосипедиста. Велосипедист хорошо отдохнул перед гонками 1 и 3 - он чувствовал себя хорошо во время гонок, достигая в обеих из них максимальной ЧСС. В гонке 2 он участвовал при недостаточном восстановлении. Велосипедист испытывал боль в ногах, и естественно, ЧСС_{макс} не была достигнута.

Данные ЧСС, регистрируемые у спортсменов во время многодневки «Тур де Франс», показали отчетливое снижение ЧСС_{макс} и ЧСС_{откл}. Во время «Тур де Франс» весь пелотон находится в стадии перетренированности или, по крайней мере, недовосстановления.

Когда утренний пульс высокий, а ЧСС, соответствующая обычной аэробной нагрузке, не может быть достигнута или достигается ценой невероятных усилий, лучшее решение - это полный отдых или восстановительная тренировка.

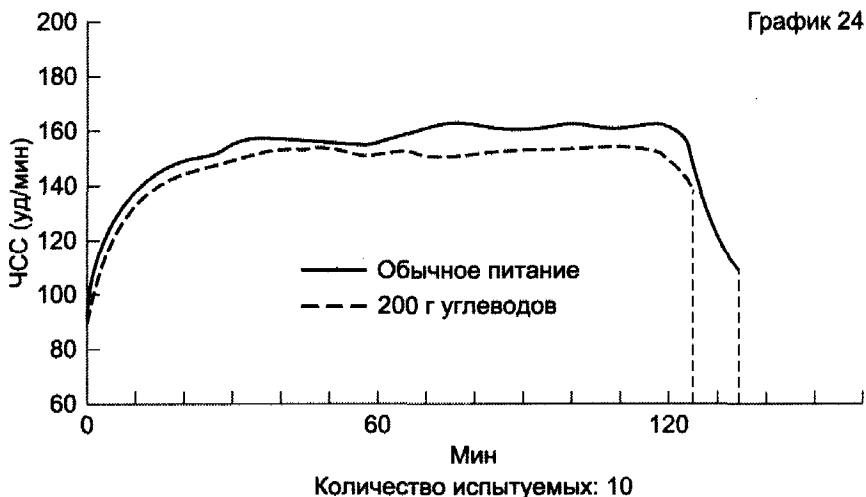
Обычно полагают, что низкая ЧСС, ниже 50 уд/мин, является признаком тренированного сердца. У некоторых спортсменов на выносливость встречается еще более низкая ЧСС. Во время сна ЧСС может падать до 20-30 уд/мин. Низкая ЧСС - нормальная адаптация организма к предельным нагрузкам на выносливость, которая не является опасной. Однако очень низкая ЧСС может также указывать на плохое состояние сердца. Низкая ЧСС может быть сигналом болезни сердца, исход которой может быть даже смертельным. Очень важно уметь различать две эти ситуации.

В случае физиологической адаптации низкую ЧСС компенсирует ударный объем сердца. Если у спортсмена нет жалоб на здоровье и тестирование показывает адекватное повышение ЧСС, то определенно интенсивного лечения не требуется. Но если спортсмен жалуется на головокружение и слабость, необходимо более серьезно заняться этим вопросом. Существует масса примеров среди спортсменов на выносливость, чьи жалобы относительно слабости исчезали только после того, как они полностью прекращали тренировки.



Питание

Адекватное питание может значительно улучшать физическую работоспособность спортсменов на выносливость. Улучшение работоспособности может достигать 7%. Это улучшение выражается в более низкой ЧСС при одинаковой нагрузке. Так, при обычном питании у десяти испытуемых во время выполнения аэробной нагрузки средняя ЧСС составляла 156 ± 10 уд/мин, тогда как после приема 200 г углеводов при той же самой нагрузке средняя ЧСС была равна 145 ± 9 уд/мин (см. график 24).



Высота

В первые часы после того, как спортсмен поднялся на высоту, ЧССпокоя снижается, но затем снова повышается. На высоте 2000 м она увеличивается на 10%, а на высоте 4500 м - на 45% от ЧССпокоя на уровне моря. Через несколько дней, в зависимости от высоты, ЧСС снова снижается до нормальных значений или, во многих случаях, падает даже ниже этих значений. Возвращение к нормальному показателю на определенной высоте указывает на хорошую акклиматизацию.

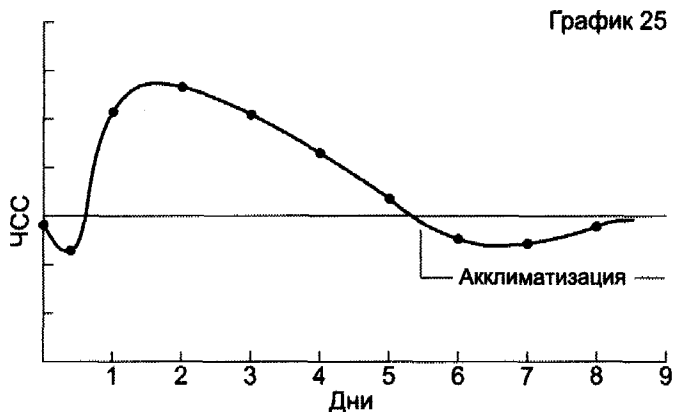
Поскольку подсчитать ЧССпокоя не представляет никакой сложности, отслеживать степень акклиматизации может каждый человек. Любому спортсмену, планирующему находиться на большой высоте в течение некоторого времени, рекомендуется воспользоваться следующим несложным приемом:

1. Для определения индивидуальных показателей ЧСС снимайте показания утреннего пульса в течение нескольких недель до отъезда

на высоту.

2. Для определения степени акклиматизации во время пребывания на новой высоте снимайте показания ЧСС каждый день в одно и то же время.

На графике 25 показана схема акклиматизации спортсмена к высоте.



Лекарственные средства

Существует ряд лекарственных средств, которые влияют на ЧСС. Наиболее известными являются бета-блокаторы, которые чаще всего применяются при повышенном давлении и стенокардии. (Стенокардия - боль в груди, как правило, появляющаяся во время физической нагрузки в результате сужения коронарных артерий). Установлено, что бета-блокаторы снижают ЧССпокоя и ЧССмакс, а также на 10% снижают аэробные способности. В некоторых видах спорта бета-блокаторы используются как средства, повышающие работоспособность. Считается, что бета-блокаторы благотворно влияют на стрельбу в стрелковых видах спорта, поскольку уменьшают дрожание рук. Кроме того, редкая ЧСС в меньшей степени мешает прицеливанию.

Нарушение суточного ритма

Когда спортсмен переезжает из одной временной зоны в другую, суточный ритм (биоритм) его организма нарушается. Большинство процессов в организме находятся под влиянием суточного ритма. Нарушение суточного ритма может неблагоприятно сказываться на работоспособности в течение нескольких дней. Переезд в сторону запада часто переносится легче, чем переезд в восточном

направлении. Спортсменам рекомендуется затрачивать на акклиматизацию один день на каждый час разницы во времени. Таким образом, при разнице во времени 7 ч спортсмену требуется недельный период адаптации. Спортсмен может начать адаптацию к другому временному поясу задолго до прибытия на место, ложась спать несколько раньше или несколько позже обычного.

По прибытии спортсмен должен незамедлительно начать следовать новому распорядку дня. Короткие сны в дневное время замедляют адаптацию. К тренировкам следует привыкать постепенно. Возобновление обычной тренировочной деятельности вопреки сильной усталости может привести к перетренированности. Спортсмен может контролировать степень адаптации к окружающей среде, измеряя ЧСС. В период акклиматизации как ЧССпокоя, так и ЧСС во время нагрузки повышены. Когда ЧСС опустится до нормального уровня, это будет означать, что адаптация завершилась, и спортсмен может вернуться к своим обычным тренировкам.

Инфекционные заболевания

Многие атлеты за свою спортивную карьеру не раз сталкивались с острыми инфекционными заболеваниями. Инфекционные заболевания - широко распространенная проблема, однако в мире спорта они часто воспринимаются не должным образом. Спортсмены не редко продолжают выполнять свои обычные тренировочные нагрузки, поскольку недооценивают симптомы болезни или боятся отстать в подготовке из-за отдыха или бездействия. Те, кто работает со спортсменами - тренеры, спонсоры и медицинские работники - как правило, хотят видеть спортсменов занятыми тренировками, а не отдыхающими, - даже если этот отдых необходим. К сожалению, многие спортсмены теряют целый сезон по той простой причине, что не дают обычной простуде пройти весь цикл болезни.

Инфекция может быть губительной для спортсмена. Многие люди с другой профессией могут продолжать работать даже при сильной простуде, но высокие спортивные достижения в таком состоянии невозможны. Даже легкая простуда снижает спортивную работоспособность на 20%. Таким образом, спортсменам настоятельно рекомендуется отдых и резкое снижение тренировочной нагрузки при инфекционных заболеваниях. Только в этом случае у организма есть шанс полностью восстановиться.

При наличии температуры какая-либо спортивная деятельность категорически запрещается. С каждым градусом, превышающим норму, ЧСС увеличивается на 10-15 уд/мин. В период восстановления после инфекционного заболевания ЧССпокоя также повышена.

Для контроля за состоянием работоспособности спортсмена рекомендуется регулярно проводить функциональные пробы. Например, можно использовать простой тест, выполняющийся на тредбане или велоэргометре и состоящий из 3 серий по 10 мин, где нагрузка выполняется при постоянном пульсе - 130, 140 и 150 уд/мин. Во время теста регистрируется преодоленная дистанция и скорость.

Чтобы иметь возможность отслеживать течение болезни, тест необходимо выполнять еще до болезни. В случае инфекционного заболевания функциональная проба будет показывать снижение работоспособности - уменьшение дистанции/скорости.

В период восстановления после перенесенного инфекционного заболевания спортсмену следует выполнять только восстановительные нагрузки или легкие аэробные тренировки. Когда работоспособность вернется к норме, на что будет указывать функциональный тест, продолжительность и интенсивность занятий можно будет постепенно увеличивать.

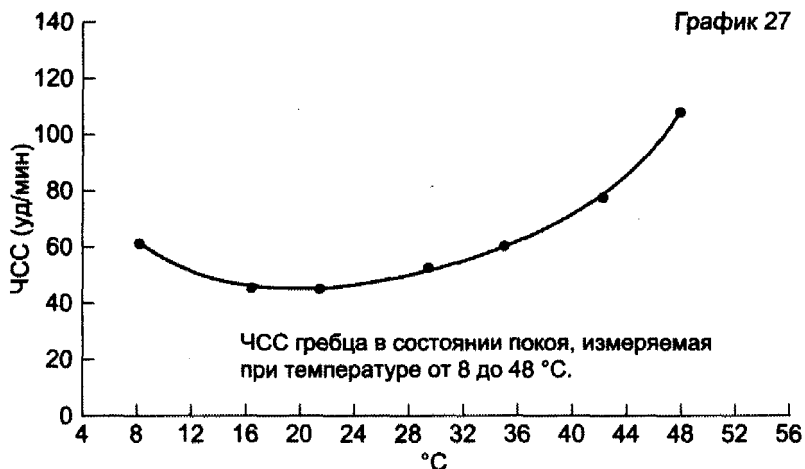
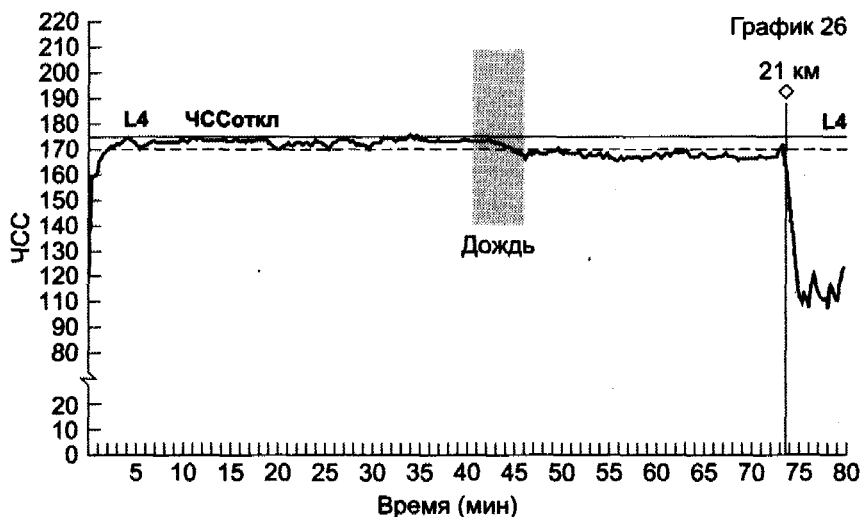
Эмоциональная нагрузка

Еще одним фактором, который может влиять на ЧСС, является эмоциональный стресс. Общеизвестный факт, что тяжелая умственная работа может вызывать чрезмерное напряжение. Если такая работа кроме того выполняется в шумной обстановке или после бессонной ночи, пагубное воздействие на организм оказывается еще более сильным.

Температура и влажность окружающей среды

На графике 26 показана динамика ЧСС во время полумарафонского бега 43-летнего бегуна-марафонца с ЧССоткл 175 уд/мин. В первые 40 мин полумарафона, когда было сухо, а температура воздуха составляла 16°C, работоспособность спортсмена была хорошей. Эта часть дистанции была пройдена им на уровне чуть ниже ЧССоткл. На 35 минуте бега пошел проливной дождь и температура упала. Бегуну было очень холодно, он не мог поддерживать ЧСС на том же высоком уровне, что сказалось на скорости бега.

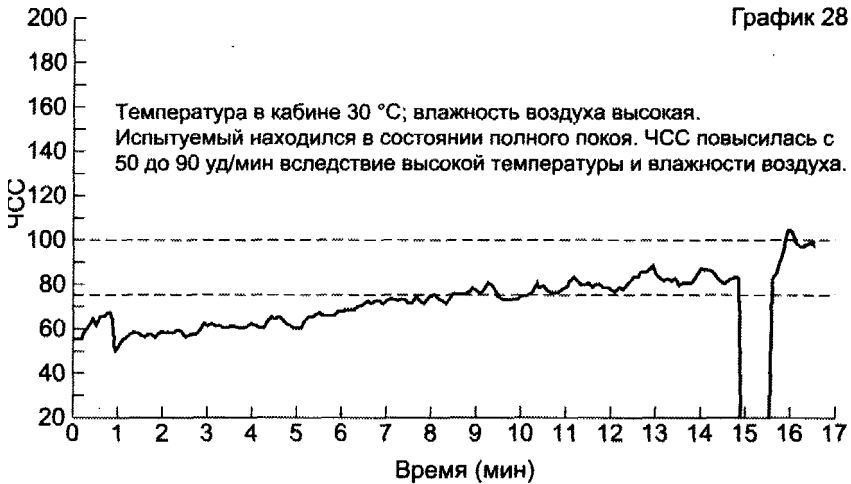
На графике 27 показано влияние меняющейся температуры окружающей среды на ЧСС гребца в состоянии покоя. Высокая температура и высокая влажность воздуха приводят к повышению ЧСС в сауне (см. график 28).



Для любой нагрузки, какой бы то ни было продолжительности и интенсивности, существуют наиболее оптимальные температура окружающей среды и влажность воздуха.

Любая физическая деятельность зависит от сложных химических реакций, протекающих в мышечных и нервных тканях. Эти химические реакции очень чувствительны к колебаниям температуры. По этой причине любое изменение внутренней температуры тела сказывается на физической работоспособности. Несмотря на то, что организм обладает механизмом регулирования внутренней температуры тела, на нее может влиять мышечная деятельность или высокая/низкая температура окружающей среды.

График 28



Для любой нагрузки, какой бы то ни было продолжительности и интенсивности, существуют наиболее оптимальные температура окружающей среды и влажность воздуха.

Любая физическая деятельность зависит от сложных химических реакций, протекающих в мышечных и нервных тканях. Эти химические реакции очень чувствительны к колебаниям температуры. По этой причине любое изменение внутренней температуры тела сказывается на физической работоспособности. Несмотря на то, что организм обладает механизмом регулирования внутренней температуры тела, на нее может влиять мышечная деятельность или высокая/низкая температура окружающей среды.

При высокой температуре тела физические процессы протекают быстрее, при низкой - медленнее. Самые низкие значения ЧСС фиксируются при температуре окружающей среды около 20°C. В покое организм вырабатывает около 4,2 кДж (1 ккал) на килограмм массы тела в час. Во время физической нагрузки выработка тепла организмом может вырасти до 42-84 кДж (10-20 ккал) на кг в час. При высокой температуре тела повышается кровообращение в коже и увеличивается выработка пота, что приводит к увеличению ЧСС. При одинаковой интенсивности упражнения, но разной температуре тела 37 и 38°C, разница в ЧСС составляет 10-15 уд/мин.

При температуре тела выше 40°C может произойти так называемый тепловой удар. Главными факторами возникновения теплового удара во время физической нагрузки являются высокая температура окружающей среды, высокая влажность воздуха, недостаточная вентиляция тела и недостаточное потребление жидкости перед нагрузкой. Очень важно возмещать потери жидкости во время

нагрузки, выпивая по 100-200 мл воды через короткие промежутки времени. Потери жидкости можно определять, регулярно взвешиваясь перед и после тренировки или соревнований. Во время тренировки в жару после 1-2 часов нагрузки потери жидкости могут составлять от 1 до 3% массы тела. Это означает, что для спортсмена весом 70 кг общие потери жидкости могут составить 2,1 кг. Потери жидкости снижают объем циркулирующей крови и уменьшают доставку крови к сердцу, что организму приходится компенсировать учащением ЧСС.

Высокая температура окружающей среды и высокая влажность воздуха возлагают большие требования на организм человека во время физической деятельности. Если нагрузка остается одинаковой, но окружающая температура и/или влажность воздуха растет, то ЧСС тоже будет расти. Работоспособность снижается в той же степени, в какой растет температура и влажность.

Огромное количество тепла вырабатываемого в результате мышечной деятельности также ведет к высокой внутренней температуре тела вопреки повышенному функционированию системы терморегуляции. При высокой интенсивности и продолжительности нагрузки, а также высокой температуре и влажности воздуха, температура тела может достигать 42°C. Высокая температура тела является заметным ограничивающим фактором.

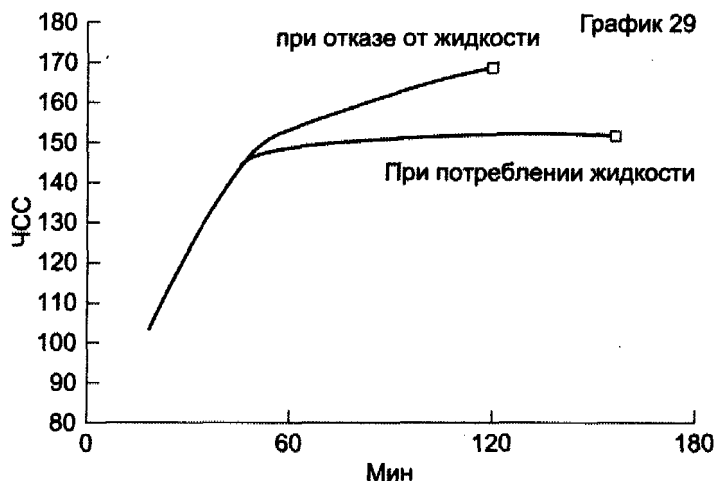
Считается, что наиболее благоприятной для спортсменов на выносливость является температура до 20°C. Более высокие температуры - от 25 до 35°C - благоприятны для спринтеров, метателей и прыгунов, которым нужна взрывная сила.

Потери жидкости

Во время физической нагрузки вырабатывается большое количество тепла. Потоотделение и испарение является важным способом теплоотдачи, однако большие потери жидкости могут привести к серьезным осложнениям. Температура тела во время физической нагрузки может повыситься до 40-41°C. Масса тела вследствие потерь жидкости может снизиться на несколько килограммов. Всякий раз, когда потери жидкости превышают 3% от массы тела, повышается внутренняя температура тела и возрастает вероятность возникновения ситуации, угрожающей жизни.

Кривая на графике 29 отражает динамику ЧСС во время аэробной нагрузки на уровне 70% МПК в условиях полного отказа от питья и при приеме 250 мл жидкости через каждые 15 мин упражнения. Температура во время теста составляла 20°C. Тест завершился после полного изнеможения спортсмена. При полном отказе от питья наблюдалась более высокая ЧСС, а истощение наступало на полчаса

раньше. Прием жидкости во время нагрузки удерживал ЧСС на постоянном уровне. Спортсмен мог выполнять упражнение значительно дольше.



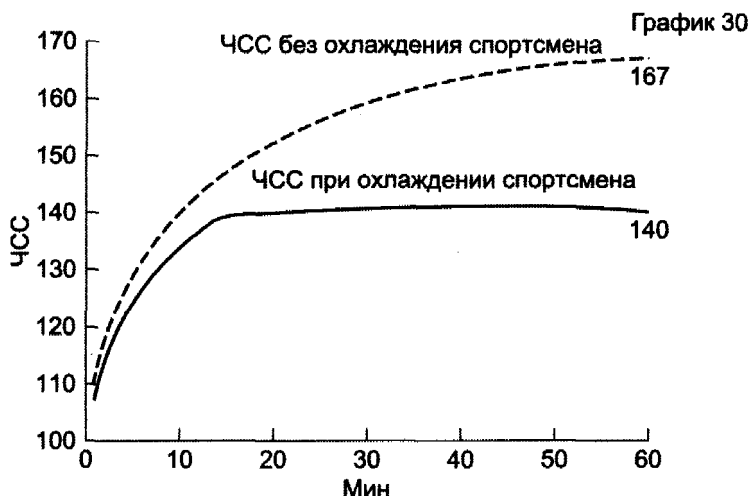
Охлаждение организма

Неоднократное охлаждение организма во время выполнения нагрузки в жарких условиях замедляет потери жидкости, снижая тем самым темпы ухудшения работоспособности.

Положительное влияние охлаждения во время нагрузки очевидно. В одном эксперименте спортсмен дважды тестировался на велоэргометре с перерывом между тестами в 4 дня. Первый тест проводился без охлаждения, а во время второго теста тело охлаждали при помощи влажной губки и вентилятора. Другие условия в обоих тестах были идентичными. Температура воздуха составляла 25°C, а относительная влажность была постоянной. Общая продолжительность велотеста составляла 60 мин. В тесте без охлаждения ЧСС постепенно повысилась со 135 до 167 уд/мин. В тесте с охлаждением ЧСС прочно держалась на одном уровне 140 уд/мин. Таким образом, охлаждение в жарких условиях позволяет спортсмену дольше поддерживать нагрузку (см. график 30).

Скорость велосипедиста гораздо выше, чем скорость бегуна, поэтому и охлаждение воздухом при передвижении на велосипеде гораздо выше. При низком темпе бега уменьшается обдув тела и повышаются потери жидкости, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Охлаждение очень холодной водой также может оказаться пагубным. При резком охлаждении может произойти спазм

кровеносных сосудов, в результате чего нарушится теплоотдача. Лучший способ избежать преждевременного утомления при выполнении нагрузки в жарких условиях - регулярно пить и периодически смачивать тело влажной губкой.



Тепловые поражения

Основным тепловым поражением для спортсмена является тепловой удар. Часто тепловой удар сопровождается развитием коллапса. В 85% случаев коллапс наступает спортсменов после финиша, и только в 15% - во время самой гонки.

Спортсмены, сохраняющие нормальную координацию в ходе гонки, но сваливающиеся без сил на финише, подвергаются вазовагальному коллапсу, вызванному значительным и внезапным падением артериального давления в результате прекращения мышечной деятельности. Ректальная температура у таких спортсменов не превышает 40°C. Спортсмену, впадшему в коллапс от жары, необходимо придать горизонтальное положение с приподнятыми вверх ногами для усиления притока кислорода к головному мозгу. Этого простого действия часто бывает достаточно для того, чтобы вывести спортсмена из обморочного состояния.

Коллапс, наступающий спортсменов до финиша, часто является тепловым ударом, в случае которого необходимо предпринять незамедлительные меры по охлаждению организма. Спортсмен должен прекратить любые попытки закончить дистанцию. Количество тепловых коллапсов увеличивается с уровнем тренированности. Спортсмены высокого класса могут справляться с самым высоким

уровнем физической деятельности и, следовательно, достигают самой высокой температуры тела. Наибольшее число тепловых коллапсов происходит во время непродолжительных интенсивных соревнований в жарких и влажных условиях.

Симптомы теплового поражения

- ректальная температура 40°C и выше;
- спортсмена часто знобит из-за сниженного поверхностного кровообращения;
- «гусиная кожа», головная боль, покалывание в руках, «горячая» голова;
- часто снижено потоотделение.

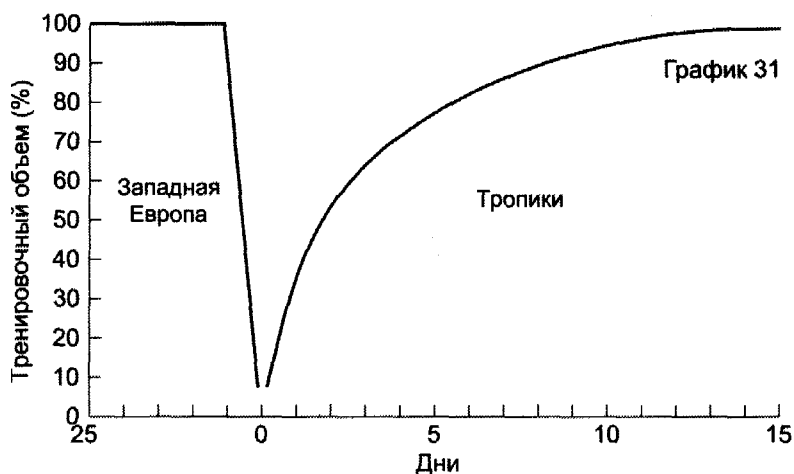
В случае теплового удара следует незамедлительно спрятать спортсмена от жары (солнца) и начать его охлаждение. Погружение спортсмена в лед помогает быстро снизить температуру. Если погружение невозможно, приложите к телу спортсмена, особенно к подмышкам, шее и паху, как можно больше пакетов со льдом, или поместите спортсмена под холодный душ. Чтобы избежать гипотермии, при падении температуры ниже 39°C необходимо прекратить охлаждающие процедуры. Проверяйте температуру спортсмена каждые 15 мин следующего часа.

Аклиматизация к жаре

Спортсмены, которые хотят принять участие в соревнованиях в тропиках, должны знать, что высокая температура окружающей среды в этих районах сопровождается также высокой влажностью. В такой ситуации требуется время для акклиматизации к жаре. Когда спортсмен соревнуется при температуре 36°C, его организм не способен избавиться от собственного тепла, вырабатываемого в результате мышечной деятельности. Кроме того, высокая влажность ограничивает испарение пота, что препятствует охлаждению организма, которое происходит в результате испарения. Учитывая минимальную теплоотдачу, температура тела будет неуклонно расти.

После периода акклиматизации организм раньше начинает потеть, даже при низкой температуре тела. Увеличивается интенсивность потоотделения и улучшается охлаждение организма. В нормальных условиях потовые железы производят 1,8 л пота в час. После акклиматизации выработка пота может вырасти вдвое и составить 3,5 л в час. Максимальная выработка пота может составлять до 10 л в день. В гонке «Тур де Франс» в теплую погоду велосипедисты могут потреблять до 10-15 л жидкости в сутки. После акклиматизации

содержание соли в поте снижается, благодаря чему дольше сохраняется солевой баланс. В результате всех этих изменений организм может более эффективно бороться с жарой. Однако достаточное потребление воды все равно необходимо, поскольку благоприятное воздействие акклиматизации резко снижается в случае обезвоживания. Для хорошей акклиматизации идеальным считается период в 3-4 недели, минимальный срок акклиматизации - 10 дней. Лучшим местом для акклиматизации, безусловно, является место проведения соревнований. Если спортсмен уделит достаточно времени для привыкания к жаре, он сможет компенсировать ухудшение работоспособности, происходящее в первые несколько дней. Выполнение обычной тренировочной программы в первые дни после приезда невозможно. На графике 31 показано влияние жарких и влажных условий тропиков на уровень выполняемой спортсменом работы.



Прятаться от жары также не рекомендуется. У людей, постоянно живущих в помещении с кондиционированным воздухом, может снижаться способность к потоотделению, потому что их потовые железы малоактивны. Для таких людей выход на улицу в жаркий день может грозить тепловым ударом.

Абсолютно необязательно спать и отдыхать в жарком окружении, но если жара не влияет на ночной сон, то никаких противопоказаний нет. С другой стороны, если из-за жары спортсмен плохо спит, гораздо разумнее отдыхать в помещении с кондиционером. Хороший ночной сон очень важен.

Тот, кто не может позволить себе акклиматизироваться в течение 3-4 недель, может начать адаптироваться к жаре уже дома. Привыкание

к жаре проводится в климатических комнатах или саунах с контролируемой температурой, в которых необходимо находиться 90-120 мин в день. Благодаря этому методу остается достаточно времени для обычной тренировочной деятельности. При отсутствии теплового воздействия действие акклиматизации исчезает в течение 4-8 недель.

И наконец, при тренировках в жару продолжительность разминки должна быть меньше обычной и желательно, чтобы она выполнялась в тени или в прохладном помещении. Уменьшение выработки тепла организмом перед гонкой может повысить работоспособность.

Рекомендации для спортсменов, готовящихся

- Начинайте акклиматизацию задолго до соревнований.
- Начните тренироваться в жару.
- Контролируйте степень обезвоживания: взвешивайтесь до и после тренировки, следите за частотой мочеиспускания, количеством и цветом мочи.
- Избегайте приема алкоголя и кофеина.
- Пейте только те напитки, которые предназначены для спортсменов, с необходимым количеством углеводов и электролитов. Напиток должен быть гипотоническим.
- Возмещайте солевые и жидкостные потери во время еды.
- Как следует высыпайтесь ночью - без разницы, спите ли вы в комнате с кондиционером, или без него.
- Ограничивайте продолжительность разминки, чтобы уменьшить общее повышение температуры тела за тренировку.
- Делайте разминку в тени или в прохладной комнате.
- Соблюдайте правила потребления жидкости в жару: потребляйте качественные спортивные напитки, начинайте пить до наступления жажды.
- Для точного диагностирования теплового удара всегда измеряйте температуру тела ректально. В случае коллапса необходимо учитывать также и другие возможные причины его возникновения.

Кривые ЧСС при акклиматизации к тропическим условиям

Квалифицированный бегун-марафонец

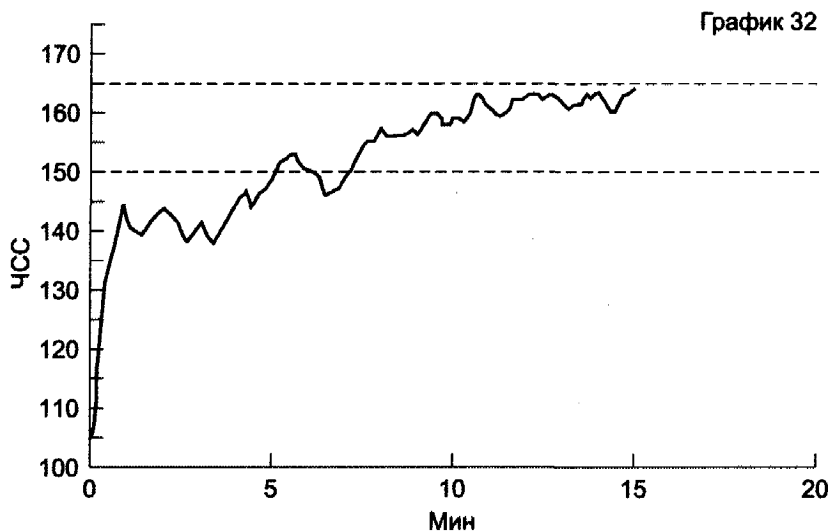
ЧСС_{откл}: 174

ЧСС_{макс}: 185

Цель

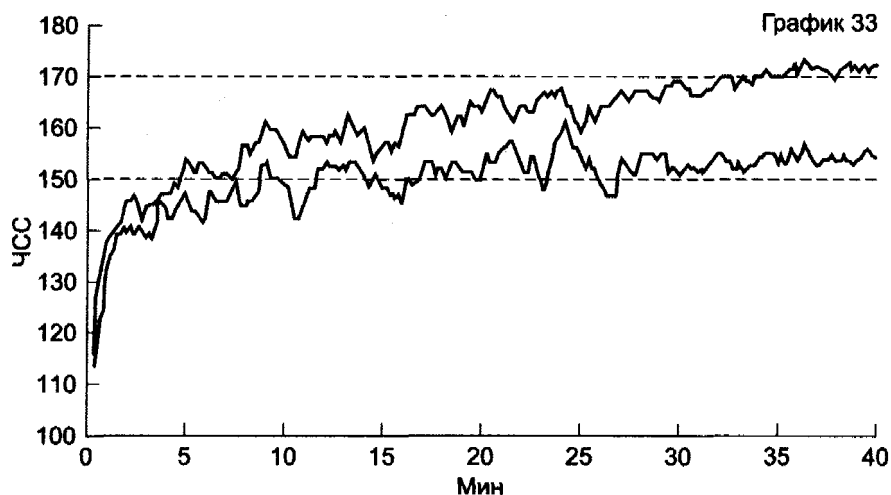
Подготовка к марафонской гонке в тропиках с периодом адаптации 12 дней. Экваториальный район в период влажных муссонов: отсутствие прямых солнечных лучей, высокая влажность воздуха - около 95%. Минимальная температура ночью - 24°C, днем - 30-37°C.

День 3 На графике 32 представлена кривая ЧСС во время выполнения короткой пробежки после 3 дней привыкания к климатическим условиям и смене временного пояса. 15-минутный бег трусцой (около 12 км/ч); сравнение с равноценным уровнем нагрузки в европейских условиях. Субъективное ощущение тяжести через 5 мин работы. До 5 мин - показатели нормальные. После 5 мин - резкое повышение ЧСС со 150 до 160 уд/мин; после 10 мин - очередное повышение до 165 уд/мин. Таким образом, даже при минимальном темпе бега нагрузка, похоже, слишком высокая.

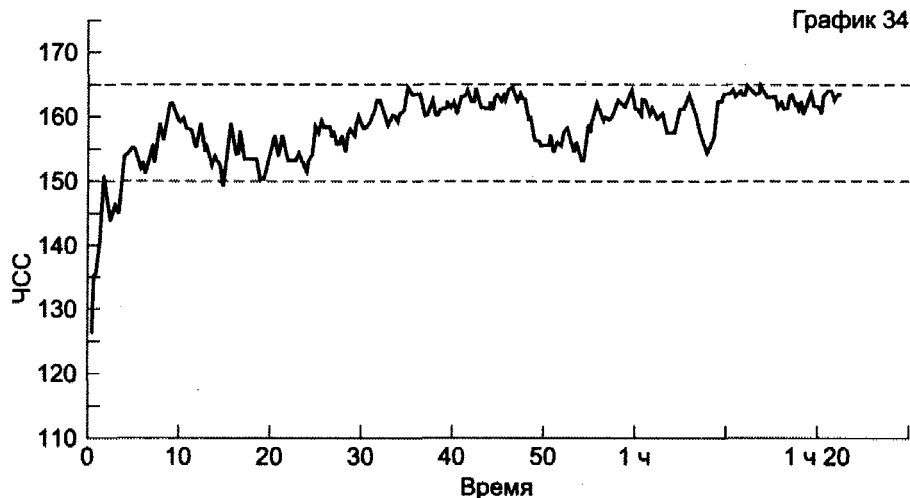


День 4 Раннее утро. Бег в умеренном темпе (13-14 км/ч): 40 мин. Снова ЧСС по отношению к темпу намного выше обычной. ЧСС не стабилизируется. После 30 мин работы ЧСС поднялась до 170 - до анаэробного порога (график 33, верхняя кривая).

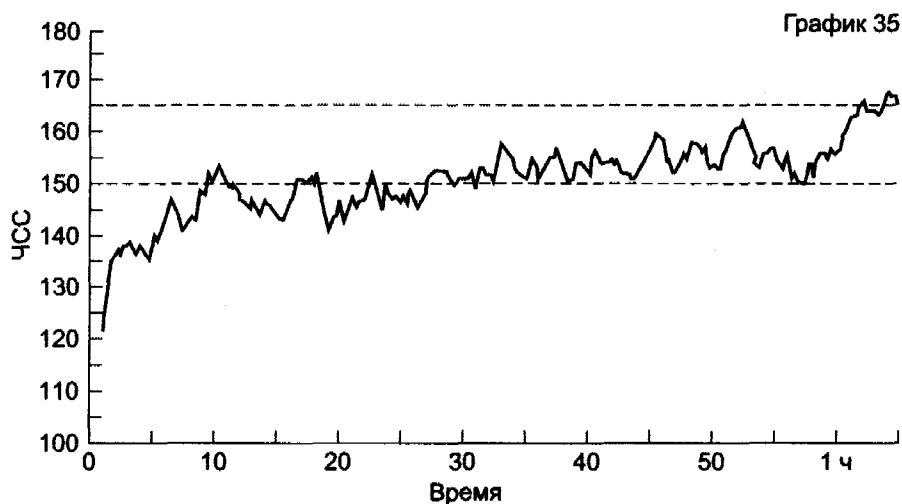
День 5 Вечер. Нагрузка идентичная предыдущему дню. Начало адаптации; произошли заметные улучшения. При одинаковой нагрузке ЧСС ниже, чем вчера, кривая ЧСС начинает выравниваться (график 33, нижняя кривая).



День 6 Впервые стало возможным выполнение относительно продолжительной нагрузки. 1 ч 20 мин в обычном аэробном темпе (13-14 км/ч). ЧСС, похоже, все еще высокая для данной тренировки - 155-165 уд/мин, но достаточно ровная (см. график 34).

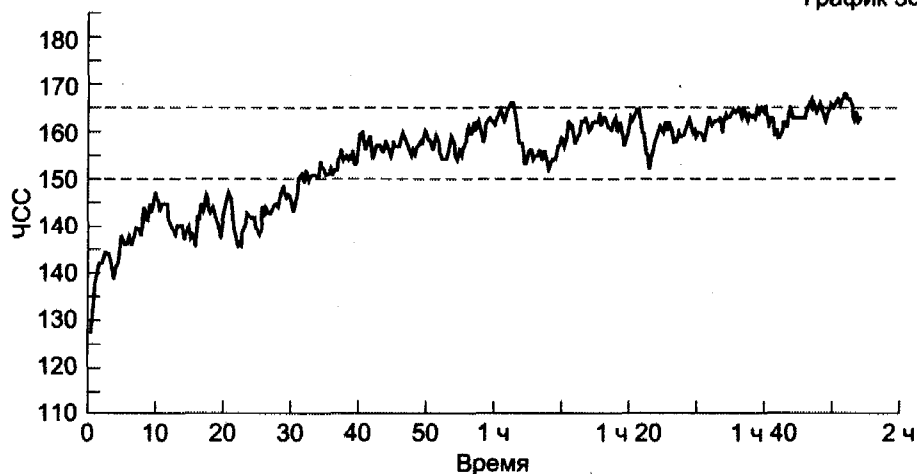


День 7 Относительно продолжительный аэробный бег: 1:05 (13-14 км/ч). ЧСС все еще слишком высокая (см. график 35).



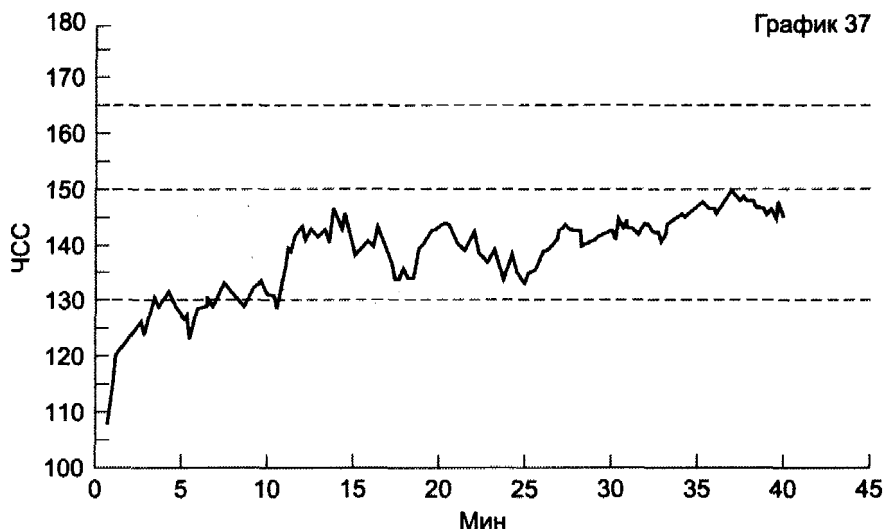
День 8 Первый сверхпродолжительный аэробный бег: 25 км за 1:55 (около 13 км/ч). ЧСС все еще продолжает постепенно повышаться, несмотря на снижение темпа до низкого (12-13 км/ч). Прогресс в степени адаптации можно увидеть в продолжительности выполняемой работы (см. график 36).

График 36

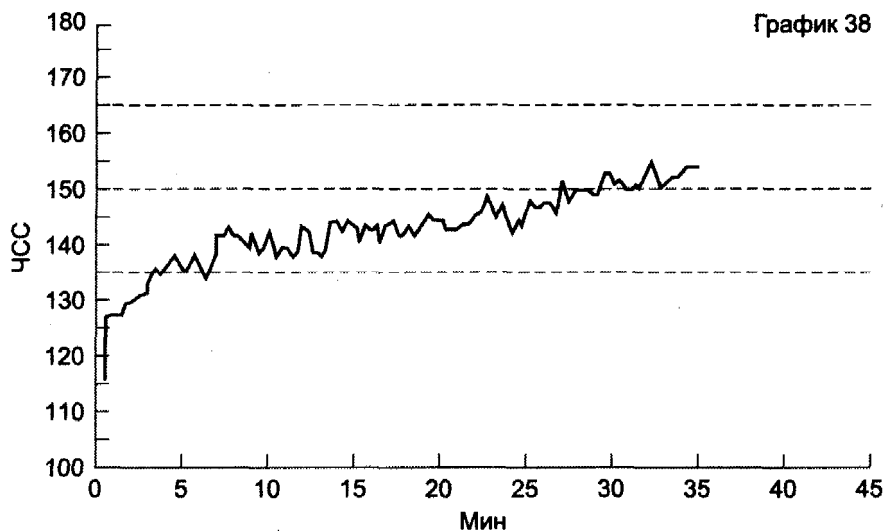


День 9 40-минутная аэробная тренировка (13-14 км/ч). Акклиматизация, похоже, полностью завершилась. Самочувствие во время бега неудовлетворительное после вчерашней длительной тренировки. ЧСС поднялась до 150 уд/мин (см. график 37).

График 37

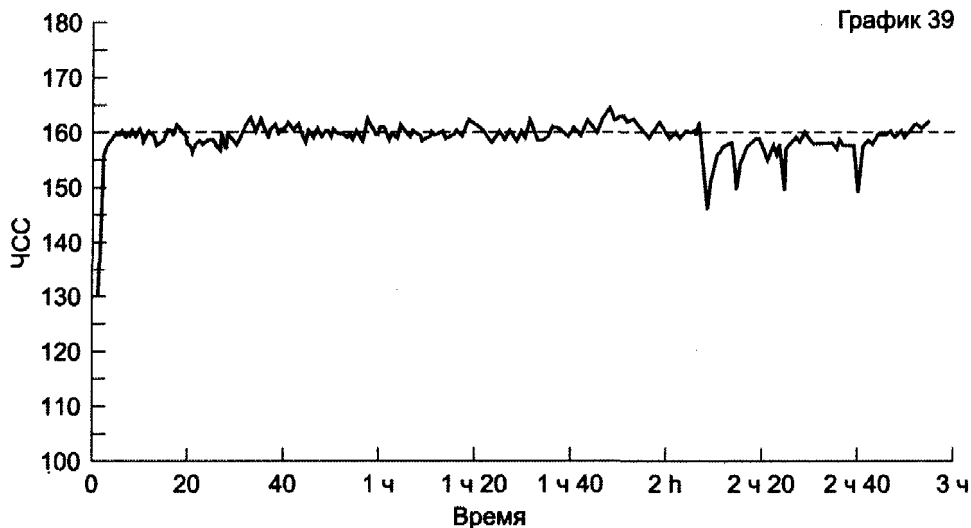


День 10 Аэробный бег: 35 мин (13-14 км/ч). Несмотря на то, что нагрузка была достаточно интенсивной, ЧСС не выходила из-под контроля. Акклиматизацию можно считать полностью завершившейся (см. график 38).



День 11 День отдыха перед марафоном. ЧСС во время гонки, исходя из анализа ЧСС за 11 дней адаптации и длины дистанции, не должна превышать 160 уд/мин. Это означает, что темп во время гонки должен быть не выше 4 мин на километр.

День 12 6:00. Старт марафона. Предполагаемая скорость бега - 15 км/ч. Температура - 26°C. После восхода солнца температура предположительно поднимется до 35°C (см. график 39).



ЧСС на графике 39 достаточно стабильная и ровная - ЧСС, которую можно поддерживать практически до самого финиша. Анализ адаптации и прогноз работоспособности, похоже, оказался верным. В Европе та же самая ЧСС могла бы дать результат 2 ч 40 мин. Кроме того, в Европе, вероятно, можно было бы поддерживать и более высокую ЧСС (т.е. 165-170 уд/мин), что означало бы результат в районе 2:25-2:30. Из опыта европейских бегунов результаты марафонского бега в тропических условиях обычно хуже на 15-25 мин.

Глава 3. Тестирование физической работоспособности

Для контроля за уровнем работоспособности спортсмена и, соответственно, внесения поправок в тренировочную программу рекомендуется регулярно выполнять специальные нагрузочные тесты. В этой главе рассматриваются неинвазивные (без взятия образцов крови) методы определения точки отклонения, методы оценки функционального состояния спортсмена на основе уровня лактата в крови, а также непрямой метод определения максимального потребления кислорода.

Функциональные тесты, представленные в этой книге, лучше всего отработаны на бегунах и велосипедистах. Тем не менее, многие из этих тестов могут быть также приспособлены для других спортсменов на выносливость - гребцов, пловцов, спидскейтеров. В лыжных гонках, где вследствие постоянно меняющихся условий скольжения точная оценка работоспособности затруднительна, спортсмены часто применяют беговые тесты или тесты на велоэргометре.

Тест Конкони

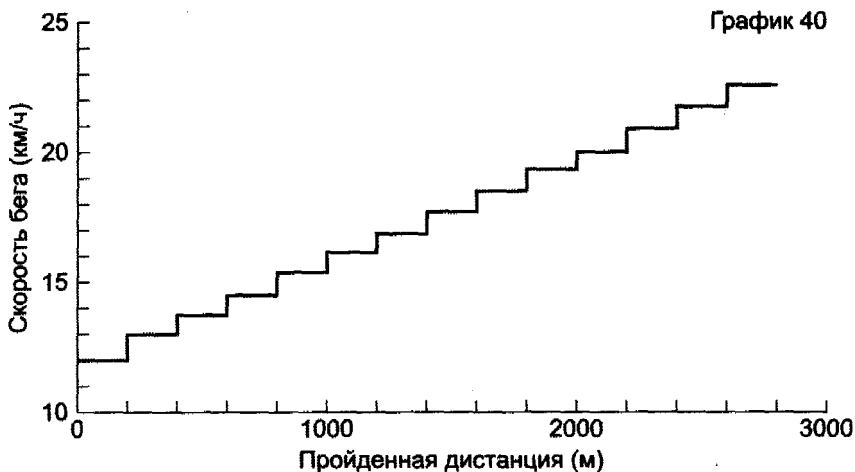
Профессор физиологии, итальянец Франческо Конкони разработал не-инвазивный метод определения точки отклонения, который не требует измерения уровня лактата и, следовательно, взятия образцов крови. Точку отклонения (ЧССоткл) можно охарактеризовать как частоту сердечных сокращений (ЧСС), выше которой начинается повышенное накопление лактата. Как правило, концентрация лактата на уровне ЧССоткл составляет около 4 ммоль/л. Нагрузка на уровне ЧССоткл может поддерживаться в течение длительного периода времени, поскольку соблюдается равновесие между выработкой и элиминацией молочной кислоты. Из публикаций Кон-кони (Conconi et al. 1982) можно вывести, что между анаэробным порогом (АнП) и ЧССоткл, по всей видимости, существует тесная взаимосвязь.

Под анаэробным порогом подразумевается уровень интенсивности нагрузки, выше которого содержание лактата в крови резко возрастает. Содержание лактата на уровне анаэробного порога так же как и на уровне ЧССоткл, составляет около 4 ммоль/л.

Выполнение теста

Тест Конкони выполняется на 400-метровой легкоатлетической дорожке. Перед началом теста проводится достаточно продолжительная разминка -15-30 с. Затем спортсмен выполняет непрерывный бег с постепенным увеличением скорости бега через каждые 200 м. На каждом 200-метровом отрезке скорость держится постоянной. Нетренированным людям рекомендуется пробегать первые 200 м за 70 с, а хорошо подготовленным спортсменам - за 60 с. Скорость бега увеличивается таким образом, чтобы каждый последующий 200-метровый отрезок преодолевался на 2 с быстрее предыдущего. В конце каждого 200-метрового отрезка фиксируются ЧСС и время. Тест продолжается до тех пор, пока спортсмен не сможет больше увеличить скорость (см. график 40).

Для выполнения теста спортсмену требуется помощник. Выполнение теста схематично изображено на схеме 3.1. Тест, как для спортсмена, так и для его помощника, начинается из «Пункта 1». Спортсмен бежит с постоянной скоростью до «Пункта 2», фиксирует свою ЧСС и сразу же увеличивает скорость бега, которую поддерживает следующие 200 м. По возвращении к «Пункту 1» спортсмен сообщает помощнику, какие показатели ЧСС были у него на первом и втором 200-метровых отрезках. Помощник засекает время и заносит данные о времени и ЧСС в протокол. При выполнении теста должно получиться от 12 до 16 записей. Общая продолжительность бега должна составить 10-12 мин, а дистанция - 2400-3200 м.



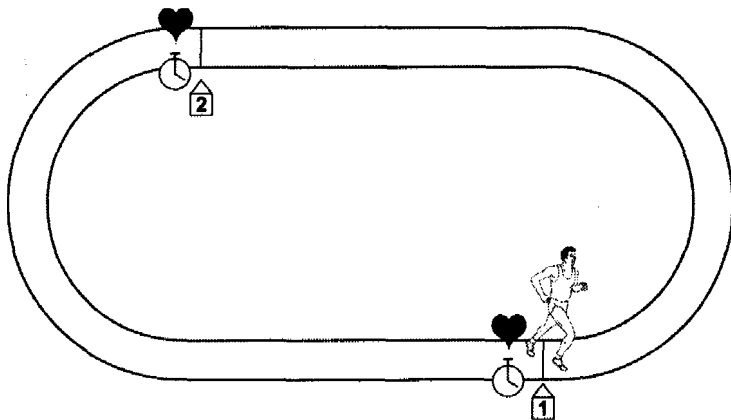


Схема 3.1 Определение точки отклонения по методу Конкони.

Инструменты, необходимые для выполнения теста

- Монитор сердечного ритма.
- Секундомер.
- Таблица для занесения данных ЧСС и скорости (времени).
- Ручка или карандаш.
- Беговая дорожка (400 м).

В левой части схемы 3.2 представлена таблица для записи результатов теста. В правой части схемы дана шкала для определения скорости бега. Так, если время прохождения 200-метрового отрезка составляет 50 с, то скорость будет равна 14,4 км/ч или 4 мин 10 с на 1 км.

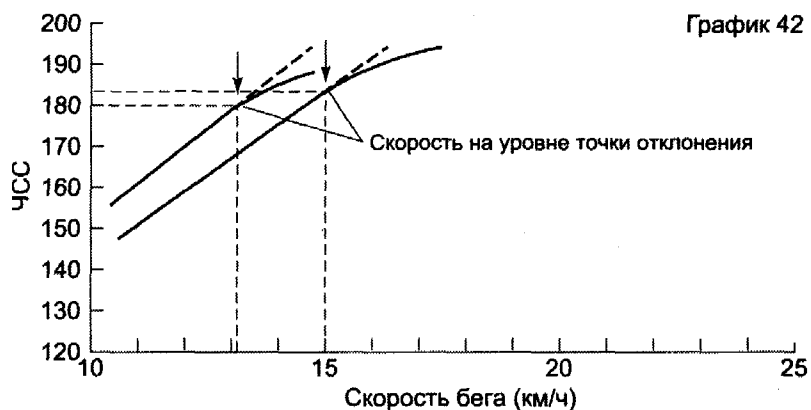
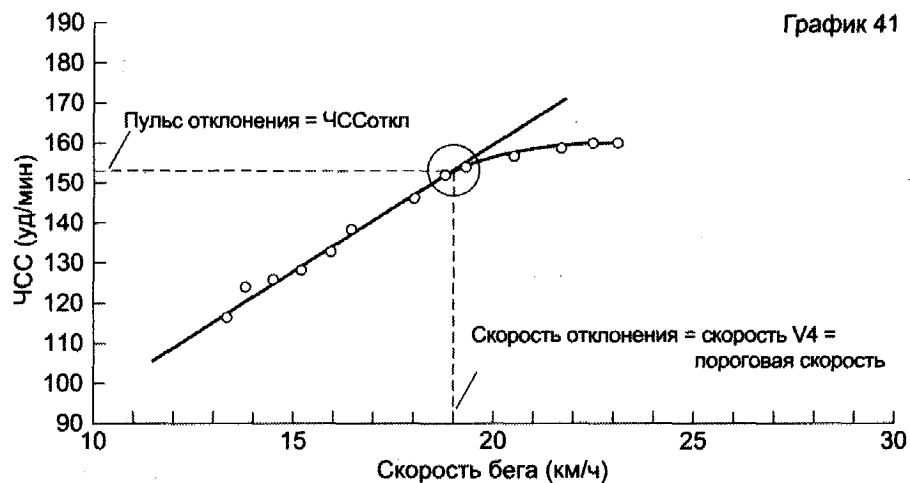
Спортсмену или тренеру необходимо перенести данные теста на миллиметровку в виде графика, где вертикальная ось, или ось Y, будет отображать ЧСС, а горизонтальная ось, или ось X, - скорость бега в км/ч (график 41). Кривая будет построена, когда все точки окажутся на своих местах. После преобразования данных в кривую, спортсмен будет знать, какая скорость, или какая ЧСС, соответствует его анаэробному порогу.

После месяца тренировок тест может быть повторен в тех же условиях. Если аэробные способности улучшились, кривая сдвинется вправо, как показано на графике 42. Если аэробные способности снизились, кривая сдвинется влево. Тест Конкони имеет смысл проводить только при условии полного восстановления и хорошего самочувствия спортсмена. Спортсмен должен быть способен поддерживать бег в течение 45 мин.

Отметка	Дист.	♥	🕒	км/ч
1	200			
2	400			
3	600			
4	800			
5	1000			
6	1200			
7	1400			
8	1600			
9	1800			
10	2000			
11	2200			
12	2400			
13	2600			
14	2800			
15	3000			
16	3200			
17	3400			
18	3600			

Время 200 м	км/ч	Время 1000 м
70	10	6' 00"
65	11	5' 30"
60	12	5' 00"
55	13	4' 30"
50	14	
45	15	4' 00"
40	16	
39	17	3' 30"
38	18	
37	19	
36	20	3' 00"
35	21	
34	22	
33	23	
32	24	2' 30"
31	25	
30	26	
29	27	
28	28	
27	29	
26	30	2' 00"
25		
24		

Схема 3.2 Таблица для записи тестовых данных и шкала для определения скорости бега.



Выполнение теста Конкони с применением звуковых сигналов

Чтобы пробегать каждый 200-метровый отрезок ровно на 2 с быстрее предыдущего, необходимо долго практиковаться. Для упрощения этой задачи часто используют магнитофонную ленту с предварительно записанными на нее звуковыми сигналами.

Инструменты, необходимые для выполнения контролируемого теста Конкони с применением звуковых сигналов

- Беговая дорожка с хорошо заметными метками через каждые 20 м.
- Таблица, показывающая к какому времени должна быть пройдена каждая 20-метровая отметка (см. таблицу 3.1).
- Легкий портативный плеер с наушниками.
- Сумка с клипсом для закрепления плеера на одежде.
- Магнитофонная лента с предварительно записанными на нее сигналами, оповещающими о том, когда необходимо преодолеть очередную отметку (запись делается на обычном кассетном магнитофоне).
- Монитор сердечного ритма с функцией памяти.
- Таблица для занесения данных ЧСС.

Перед началом теста спортсмен должен проверить исправность плеера и монитора ЧСС. Желательно использовать монитор уже на разминке. Спортсмен тщательно разминается в течение 15-20 мин, после чего начинается тест на 400-метровой дорожке. Начальный темп - низкий, но скорость увеличивается через каждые 200 м. Каждый последующий 200-метровый отрезок пробегается на 2 с быстрее.

Спортсмен, снаряженный портативным плеером и монитором ЧСС, стартует из «Пункта А», как показано на схеме 3.3. Спортсмен бежит в том темпе, который диктуют ему наушники, до тех пор, пока не сможет добежать до отметок вовремя.

Таблица 3.1 Отсечки времени для записи звуковых сигналов

Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)
2	00:16	2	3:47.5	2	6:48.4	2	9:18.4
4	00:12	4	3:52.4	4	6:52.4	4	9:21.8
6	00:18	6	3:57.3	6	6:56.5	6	9:25.2
8	00:24	8	4:02.2	8	7:00.5	8	9:28.6
10	00:30	10	4:07.1	10	7:04.5	10	9:32.0
2	00:36	2	4:11.9	2	7:08.5	2	9:35.3
4	00:42	4	4:16.8	4	7:12.5	4	9:38.7
6	00:48	6	4:21.7	6	7:16.6	6	9:42.1
8	00:54	8	4:26.6	8	7:20.6	8	9:45.5
10	00:60	10	4:31.5	10	7:24.6	10	9:48.9
2	1:05.7	2	4:36.2	2	7:28.4	2	9:52.2
4	1:11.4	4	4:40.8	4	7:32.3	4	9:55.4
6	1:17.1	6	4:45.5	6	7:36.1	6	9:58.7
8	1:22.8	8	4:50.1	8	7:40.0	8	10:02.0
10	1:28.5	10	4:54.8	10	7:43.8	10	10:05.3
2	1:34.2	2	4:59.4	2	7:47.6	2	10:08.5
4	1:39.9	4	5:04.1	4	7:51.5	4	10:11.8
6	1:45.6	6	5:08.7	6	7:55.3	6	10:15.1
8	1:51.3	8	5:13.4	8	7:59.2	8	10:18.3
400	1:57.0	1200	5:18.0	2000	8:03.0	2800	10:21.6
2	2:02.4	2	5:22.4	2	8:06.7	2	10:24.8
4	2:07.8	4	5:26.9	4	8:10.4	4	10:27.9
6	2:13.2	6	5:31.3	6	8:14.0	6	10:31.1
8	2:18.7	8	5:35.7	8	8:17.7	8	10:34.3
10	2:24.1	10	5:40.1	10	8:21.4	10	10:37.4
2	2:29.5	2	5:44.6	2	8:25.1	2	10:40.6
4	2:34.9	4	5:49.0	4	8:28.7	4	10:43.8
6	2:40.3	6	5:53.4	6	8:32.4	6	10:46.9
8	2:45.7	8	5:57.8	8	8:36.1	8	10:50.1
10	2:51.2	10	6:02.3	10	8:39.8	10	10:53.3
2	2:56.3	2	6:06.5	2	8:43.3	2	10:56.3
4	3:01.4	4	6:10.7	4	8:46.8	4	10:59.4
в	3:06.6	6	6:14.9	6	8:50.3	6	11:02.5
8	3:11.7	8	6:19.1	8	8:53.9	8	11:05.6

Окончание таблицы 3.1 Отсечки времени для записи звуковых сигналов

Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)	Отметки на дист.	Время (мин:с)
10	3:16.9	10	6:23.3	10	8:57.4	10	11:08.6
2	3:22.0	2	6:27.5	2	9:00.9	2	11:11.7
4	3:27.2	4	6:31.8	4	9:04.4	4	11:14.8
6	3:32.3	6	6:35.0	6	9:08.0	6	11:17.9
8	3:37.5	8	6:40.2	8	9:11.5	8	11:20.9
800	3:42.6	1600	6:44.4	2400	9:15.0	3200	11:24.0

Примечание: В начале теста каждый последующий 200-метровый отрезок пробегается на 2-3 с быстрее. Далее каждый последующий 200-метровый отрезок пробегается на 1-2 с быстрее.

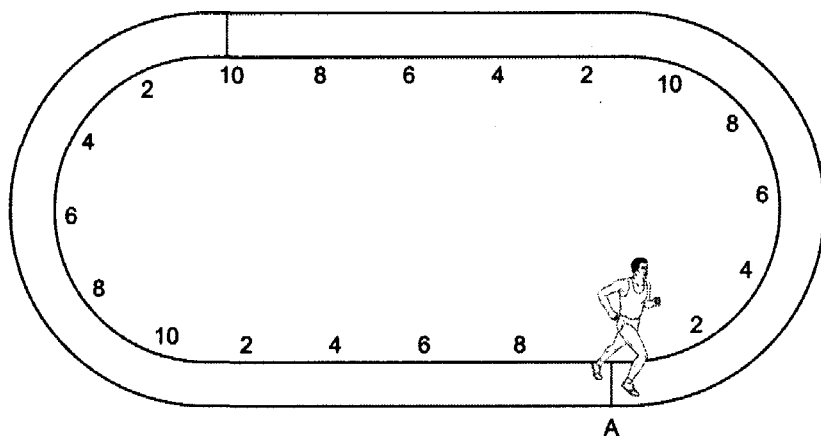
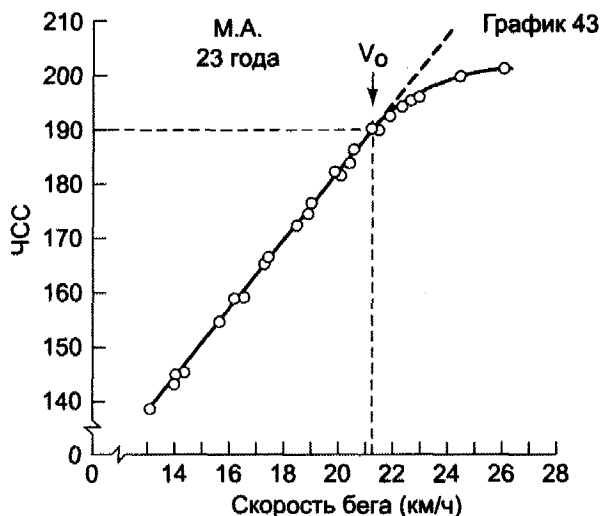


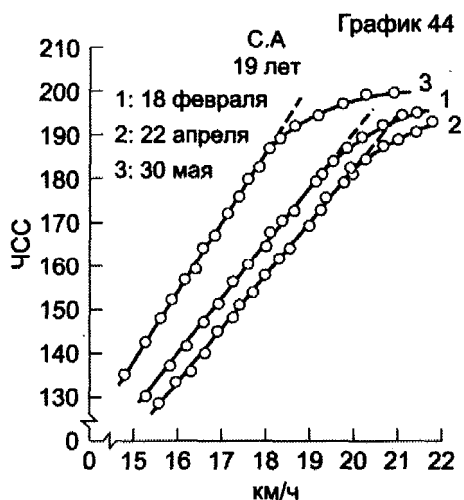
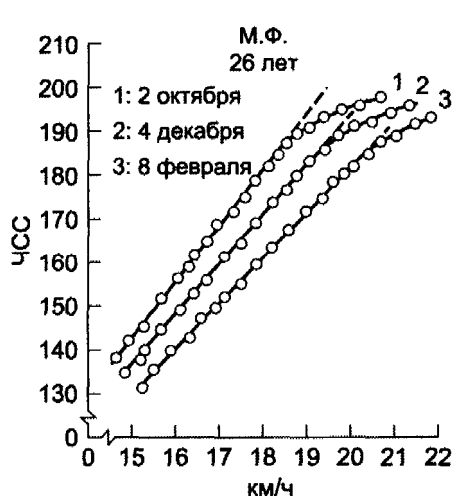
Схема 3.3 Тестирование по методу Конкони с применением звуковых сигналов.

Интерпретация полученных данных

На графике 43 представлена кривая, полученная в ходе тестирования спортсмена по методу Конкони. Кривая сохраняет линейность вплоть до ЧСС 190 уд/мин и скорости бега 21,1 км/ч. При более высоких скоростях кривая отклоняется вправо. Для тестируемого спортсмена ЧССоткл составляет 190 уд/мин. Его скорость на уровне точки отклонения равна 21,1 км/ч.



На графике 44 показан сдвиг кривой скорость бега/ЧСС. После периода тренировок произошел сдвиг кривой у обоих бегунов. Всякий раз, когда функциональное состояние улучшается, кривая смещается вправо. Третий тест за 30 мая со спортсменом С.А. выполнялся за несколько дней до того, как ему был поставлен диагноз мононуклеоз. Кривая уже тогда показывала снижение работоспособности. Кривая Конкони отражает перетренированность, инфекционные заболевания и другие изменения функционального состояния спортсмена.



Тест Конкони удобный и простой метод тестирования спортсменов. Тем не менее, на деле выполнение теста и интерпретация полученных данных иногда довольно проблематичны. В международной литературе существует немало критических замечаний по поводу теста Конкони. На кривых некоторых спортсменов ЧССоткл невидна или трудно различима. Однако существуют также другие методы определения точки отклонения, о которых речь пойдет далее.

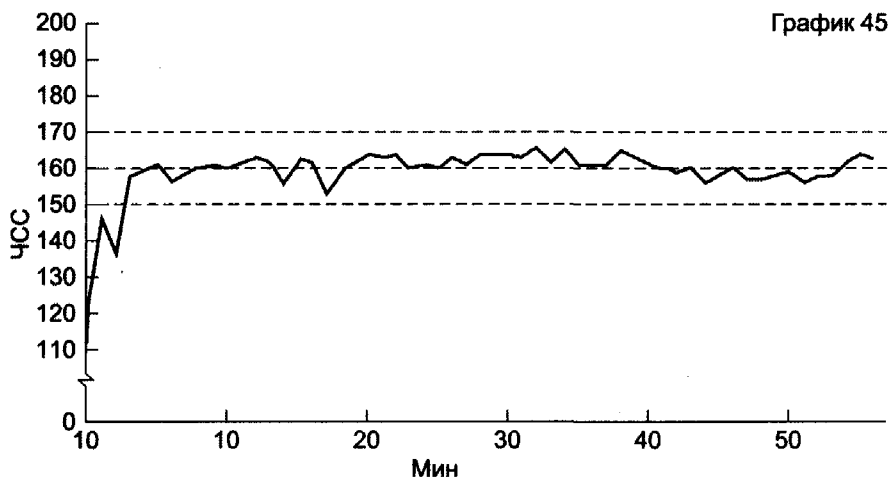
Другие методы нахождения точки отклонения

В спортивной практике используется множество способов нахождения ЧССоткл. Для определения ЧССоткл используют, например, метод с применением равномерной непрерывной максимальной аэробной работы, длящейся 30-60 мин. Отправной точкой для нахождения ЧССоткл у бегунов также может служить фактическое время или скорость бега на 5- и 10-километровой дистанциях.

Тест с равномерной нагрузкой

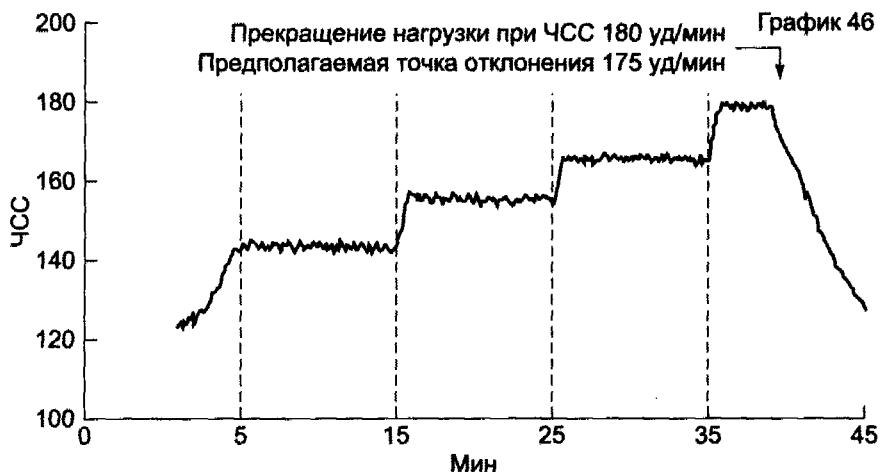
Спортсмен должен выполнять максимальную аэробную работу в течение 30-50 мин. Нагрузка должна быть равномерной, так чтобы темп к концу теста не снизился. ЧСС во время выполнения нагрузки будет соответствовать ЧССоткл.

На графике 45 показана динамика ЧСС велосипедиста во время равномерной максимальной аэробной работы на шоссе, выполняемой им в течение 60 мин. Велосипедист ехал с постоянной высокой скоростью и средним пульсом 160 уд/мин. Таким образом, предполагаемая ЧССоткл спортсмена составляет 160 уд/мин. В лабораторном исследовании ЧССоткл также составила 160 уд/мин. Тест на шоссе показал точно такую же ЧССоткл как и лактатный тест на велоэргометре.

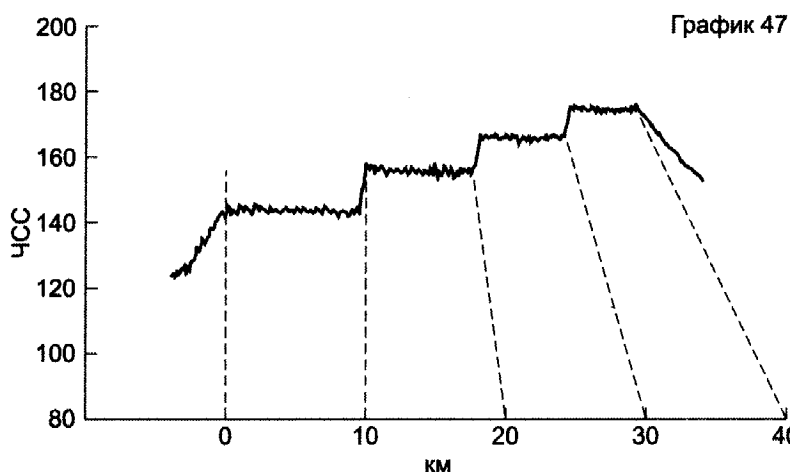


Тест с повышением нагрузки

ЧССоткл можно выявить в тесте с повышением нагрузки через каждые 10 мин. Проведя 10-минутную разминку, спортсмен должен бежать или ехать на велосипеде в постоянном темпе в течение 10 мин, поддерживая постоянный пульс 140 уд/мин. Следующие 10 мин спортсмен должен бежать или ехать с пульсом 150 уд/мин, затем 10 мин - с пульсом 160 уд/мин, а потом еще 10 мин - с пульсом 170 уд/мин. ЧСС, при которой выполнение нагрузки станет невозможным или возможным, но лишь ценою невероятных усилий, будет примерно на 5 ударов превышать ЧССоткл. Таким образом, ЧССоткл будет равна ЧСС последнего 10-минутного отрезка минус 5 ударов. Для выполнения этого теста велосипедисты могут также воспользоваться велоэргометром. На графике 46 показана динамика ЧСС спортсмена во время выполнения теста.



ЧССоткл можно также определить, увеличивая скорость езды на велосипеде через каждые 10 км. По некоему неизменному маршруту велосипедист проезжает 4 круга по 10 км каждый. Первый круг преодолевается при пульсе 145 уд/мин, второй - при пульсе 155 уд/мин, третий - при пульсе 165 уд/мин, а последний - при пульсе, равном ЧССоткл (см. график 47). Скорость передвижения и ЧСС преобразуются в кривую, которая укажет на ЧССоткл и на текущее функциональное состояние спортсмена. Спортсмену следует повторять этот тест каждые несколько недель, чтобы отслеживать изменения в своем функциональном состоянии.



Горный тест для велосипедистов-шоссейников

Среди велогонщиков существует деление на «горняков» и «равнинников». Каждый велосипедист может самостоятельно оценить свои горные способности. Для выполнения горного теста необходимо выбрать равномерный непрерывный подъем, на преодоление которого требуется 30-45 мин. Велосипедист должен ехать в этот подъем с максимально возможной скоростью. Разница высот, преодолеваемая спортсменом за определенный промежуток времени экстраполируется в разницу высот в час, которая и будет являться показателем его горных способностей. Например, Тони Ро-мингер в Швейцарии на склоне Кол де Мадонн за 31 мин преодолел разницу высот 903 м. С этой скоростью он мог бы забраться за 1 ч на высоту 1748 м. Таким образом, разница высот 1748 м является показателем горных способностей Тони Ромингера.

Данный тест дает информацию не только о горных качествах велосипедиста, но и указывает на его функциональное состояние и ЧССоткл. Регулярное выполнение теста, в приблизительно одинаковых условиях, позволяет оценивать изменения в горных способностях и функциональном состоянии спортсмена.

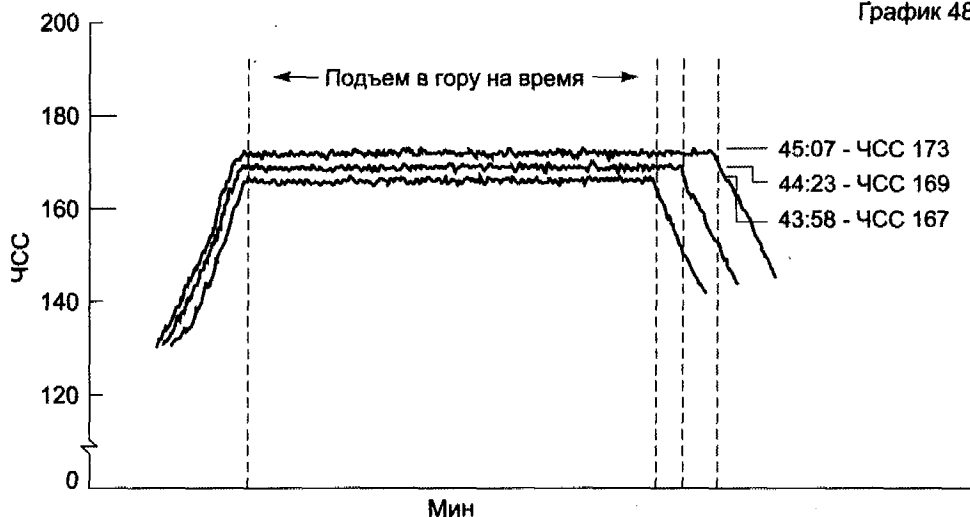
Горные способности велосипедистов можно сравнивать друг с другом. Спортсмены-любители, стремящиеся стать профессионалами, могут оценить, насколько велики их шансы на подъемах среди профессиональных гонщиков.

Однажды Лэнс Армстронг в интервью журналу «Спорт интернэшнл» заявил: «Предсказывая исход «Тур де Франс» 1999 года, журналисты сомневались в моих горных способностях. Я не разделял этих сомнений. В окрестностях Ниццы есть подъем, на котором всегда проверял себя Тони Ромингер. В качестве тренировки мы заезжали в этот подъем пару раз. Мы делали это вместе со всеми велосипедистами, которые жили неподалеку - Акселем Мерксом, Бобби Джуличем и Кевином Ливингстоном, - и каждый из нас видел, кто кого сильнее. Перед «Тур де Франс» я провел очень удачную контрольную тренировку на этом подъеме - я был быстрее всех в тот день. С этого момента я почувствовал небывалую уверенность в своих горных способностях».

Лучшими горными качествами обладает итальянский велосипедист Марко Пантани, который на склоне Альп д'Уэ показал разницу высот 1850 м за час. Восхождение на Альп д'Уэ начинается с высоты 600 м над уровнем моря, а заканчивается на высоте 1850 м. Таким образом, чистая разница высот, преодоленная Пантани, составляет 1250 м. На преодоление этой высоты у Пантани ушло 40,5 мин.

На графике 48 показана динамика ЧСС трех велосипедистов во время контрольной тренировки в гору.

График 48



Методы определения пороговой скорости и ЧССоткл у бегунов

Определение пороговой скорости, исходя из времени бега на 5- и 10-километровой дистанциях

Скорость бега на уровне ЧССоткл (анаэробного порога) называется пороговой скоростью или скоростью V4. Латинская буква «V» обозначает слово «velocity», что в переводе с английского - скорость, а цифра «4» обозначает уровень лактата 4 ммоль/л.

Интенсивность бега на дистанциях от 100 м до марафонской зависит от пороговой скорости V4. На графике 49 продемонстрирована зависимость между интенсивностью бега и дистанцией соревнований. Скорость V4 соответствует 100%. ЧСС, соответствующая скорости V4, является ЧССоткл. Так, например, дистанция 5000 м преодолевается спортсменами с интенсивностью

109,3%, а марафон - с интенсивностью 94,3%.

Таким образом, пороговую скорость можно установить, беря за основу показатели времени спортсмена на 5- и 10-километровой дистанциях (таблица 3.2). Например, если результат спортсмена на дистанции 5000 м составляет 18:30, то его пороговая скорость равна 4 мин/км, или 15 км/ч.

Зная свою пороговую скорость, спортсмен может высчитать оптимальное время прохождения различных дистанций, применяя процентные соотношения из графика 49. Например, спортсмен установил, что его пороговая скорость составляет 16 км/ч. Следовательно, он сможет пробежать 1 км за 3:45. Марафон спортсмен может бежать с оптимальной скоростью 94% от V₄, что составляет 15 км/ч или 1 км за 4:00. Таким образом, оптимальное время спортсмена на марафоне составит 2:48:00. Полумарафон спортсмен может бежать со скоростью 98,4% от V₄ (15,7 км/ч), а значит, он может преодолеть его за 1:20:00.

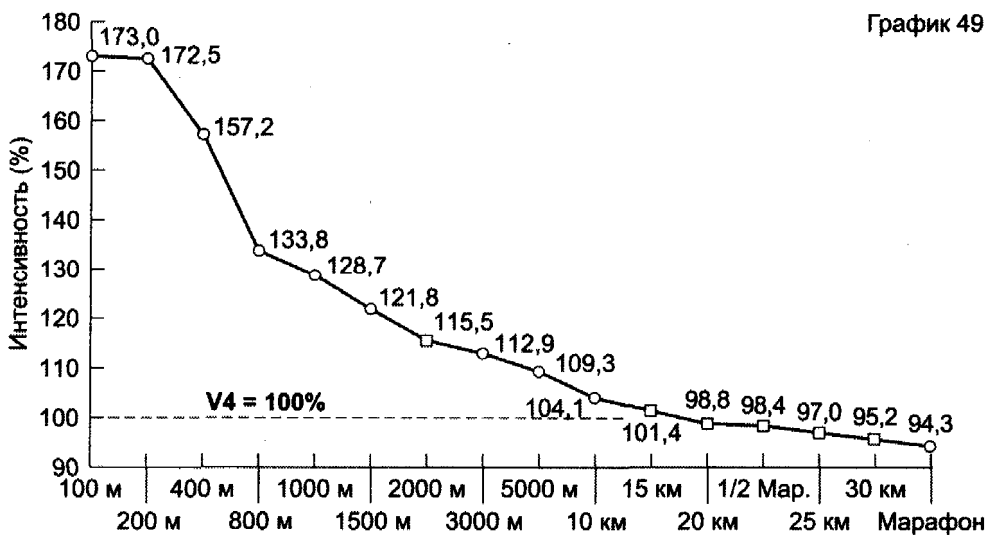


Таблица 3.2 Скорость V4 в зависимости от результатов на дистанциях 5 и 10 км

5 км (время)	Скорость V4 (время/км)	10 км (время)	Скорость V4 (время/км)
22:45	5:00 (12 км/ч)		
22:34	4:54	33:30	3:32 (17 км/ч)
22:22	4:48	32:45	3:26
21:41	4:42	32:00	3:20 (18 км/ч)
21:00	4:37 (13 км/ч)	31:15	3:15
21:10	4:37 (13 км/ч)	30:30	3:10
20:52	4:33	29:45	3:05
20:34	4:29	29:00	3:00 (20 км/ч)
20:16	4:25		
19:58	4:21		
19:40	4:17 (14 км/ч)		
19:25	4:14		
19:10	4:10		
18:55	4:07		
18:40	4:03		
18:25	4:00		
18:16	3:57		
18:02	3:54		
17:48	3:51		
17:34	3:48		
17:20	3:45 (16 км/ч)		
17:07	3:42		
16:54	3:40		
16:41	3:37		
16:28	3:34		
16:15	3:32 (17 км/ч)		

Тест для определения индивидуального анаэробного порога

Индивидуальную пороговую скорость (скорость V4) или ЧССоткл можно также определить в ходе бегового теста, состоящего из 5-6 беговых отрезков (ускорений), преодолеваемых спортсменом с заданной скоростью. В зависимости от подготовленности спортсмена длина каждого бегового

отрезка составляет 800, 1000 или 1200 м. При предполагаемой скорости бега на уровне АнП 13-15 км/ч длина одного отрезка составляет 800 м; при 15-17 км/ч - 1000 м, при 17-20 км/ч - 1200 м.

Тест лучше проводить на атлетической дорожке или по фиксированному маршруту с отметками через каждые 200 м. Каждый беговой отрезок (800, 1000 или 1200 м) спортсмен должен пробегать на 2 с быстрее предыдущего на каждые 200 м. Например, если длина отрезка составляет 800 м, то его необходимо преодолеть на 8 с быстрее предыдущего. После каждого ускорения спортсмен переходит на шаг и отдыхает в течение 50 с. Скорость V4 достигается на 4 или 5 ускорении.

Если предполагаемая пороговая скорость спортсмена составляет 15 км/ч (5 км за 18:30), то спортсмен выполняет 6 ускорений по 800 или 1000 м. Время прохождения 200 метров дистанции на пороговой скорости будет равно 48 секундам. Данная пороговая скорость (200 м за 48 с) должна быть достигнута на «отрезке 5». Таким образом, на «отрезке 5» необходимо пробегать каждые 200 метров за 48 с, на «отрезке 4» - за 50 с, на «отрезке 3»-за 52 с, на «отрезке 2» - за 54 с, а на «отрезке 1» - за 56 с (таблица 3.3).

Таблица 3.3 Протокол бегового теста для определения уровня анаэробного порога

Беговые отрезки (800, 1000 или 1200 м)	Время с/200 м при различных пороговых скоростях							
	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
Пороговая скорость, км/ч								
Отрезок 1	63,5	59,5	56	53	50	48	46	44
Отрезок 2	61,5	57,5	54	51	48	46	44	42
Отрезок 3	59,5	55,5	52	49	46	44	42	40
Отрезок 4	57,5	53,5	50	47	44	42	40	38
Отрезок 5 (АнП)	55,5	51,5	48	45	42	40	38	36
Отрезок 6	53,5	49,5	46	43	40	38	36	34

Для получения точных результатов тест должен проводиться неоднократно в одних и тех же условиях. Спортсмену необходимо потратить определенное время, чтобы научиться выполнять тест правильно. Тест имеет ценность только при соблюдении точности. Спортсмен должен начать с разминки, после которой сразу же следует первое ускорение. После каждого ускорения спортсмен идет пешком 50 с. Паузы отдыха имеют большое значение, поскольку ЧСС в конце такой паузы дает самую важную информацию в этом тесте. Каждый рабочий отрезок дистанции должен преодолеваться с правильной скоростью. Время на 200-метровых отсечках может засекал помощник, либо сам спортсмен, используя систему, применяемую для теста Конкони, где скорость бега корректируется при помощи звукового сигнала, записанного на магнитофонную ленту.

Нисходящие отрезки кривой на графике 50 указывают на то, что восстановление резко ухудшилось после «отрезка 5». Таким образом, АНП в этом примере находится между 4 и 5 отрезками. Предполагаемая пороговая скорость находится между 3:08 и 2:59 на 800 м. Следовательно, пороговая скорость примерно равна 3:05 на 800 м, что составляет 3:51 на 1000 м или 15,6 км/ч. Предполагаемая ЧССоткл находится между 165-173 уд/мин, то есть примерно равна 170 уд/мин (таблица 3.4).

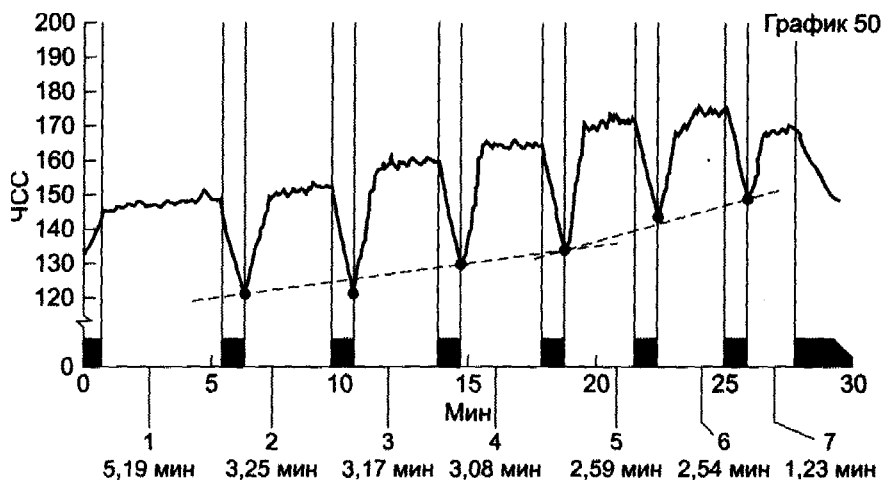


Таблица 3.4 Время прохождения беговых отрезков и ЧСС

Отрезок	Время	ЧСС после бега	ЧСС после 50-секундного восстановления
Отрезок 1	5:19	148	122
Отрезок 2	3:25	153	120
Отрезок 3	3:17	160	130
Отрезок 4	3:08	165	136
Отрезок 5	2:59	173	146
Отрезок 6	2:54	177	150
Отрезок 7	1:23	170	147

Лактатный тест

Концентрация лактата (молочной кислоты) в крови является очень важным показателем, который может служить критерием оценки интенсивности нагрузки. Уровень лактата в крови измеряется в миллимолях лактата на литр крови. В покое у здорового человека концентрация лактата составляет 1-2 ммоль/л. После энергичных физических действий этот показатель повышается. Даже относительно небольшое увеличение концентрации лактата (до 6-8 ммоль/л) может ухудшить координацию спортсмена. Регулярно высокие показатели лактата ухудшают аэробные возможности спортсмена.

У хорошо подготовленных спортсменов на выносливость при медленной скорости бега (передвижения на лыжах, велосипеде и т.д.) показатели лактата очень низкие и не превышают аэробного порога (2 ммоль/л). При данной интенсивности нагрузки энергообеспечение происходит полностью аэробным путем.

При повышении скорости бега к обеспечению нагрузки подключается анаэробная система и в мышцах начинает вырабатываться молочная кислота. Однако, если скорость не слишком высокая, молочной кислоты вырабатывается настолько мало, что основная ее часть нейтрализуется организмом. Таким образом, в организме сохраняется равновесие между выработкой и элиминацией (удалением) молочной кислоты. Полагают, что концентрация лактата в этом случае находится в пределах 2-4 ммоль/л. Данный диапазон интенсивности называется аэробно-анаэробной транзитной зоной.

При дальнейшем увеличении скорости выработка молочной кислоты резко возрастает, что приводит к ее накоплению в мышцах и развитию мышечной усталости. Резкое увеличение концентрации

лактата в крови указывает на то, что спортсмен работает в анаэробной зоне.

Граница между аэробно-анаэробной транзитной зоной и анаэробной зоной называется анаэробным порогом (АнП). Обычно концентрация лактата на уровне анаэробного порога составляет 4 ммоль/л.

Лактатный тест, помогающий найти анаэробный порог спортсмена, основан на зависимости между уровнем лактата в крови и интенсивностью нагрузки. Лактатный тест можно использовать также для оценки функционального состояния спортсмена.

Тест в лаборатории

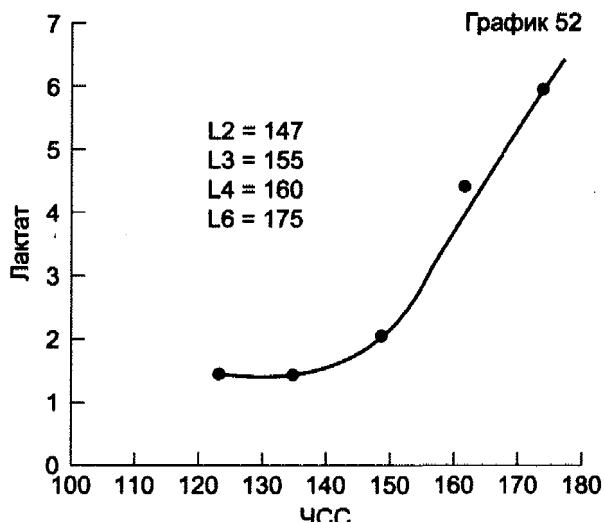
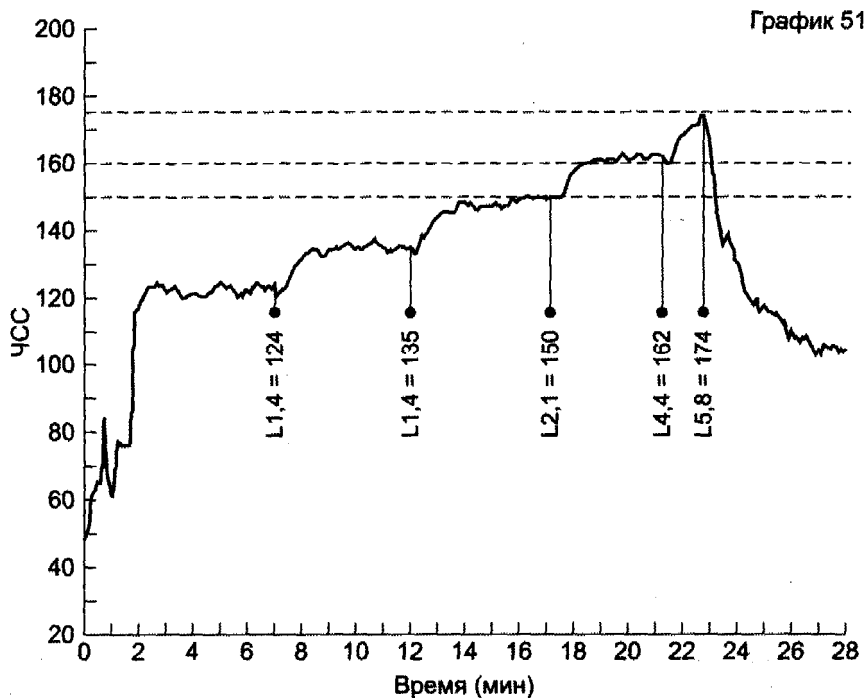
Лабораторное исследование проводится на велоэргометре. Тест начинается с 10-минутной разминки, сразу после которой берется кровяная проба (2 мл) и регистрируется ЧСС. Затем мощность нагрузки повышается через каждые 5 мин. По завершении каждой 5-минутки также берется кровяная проба и регистрируется ЧСС (таблица 3.5). Мощность нагрузки повышается до тех пор, пока спортсмен может поддерживать заданную нагрузку в течение 5 мин. Поскольку спортсмен выполняет непрерывную работу, пробы крови берутся прямо на ходу через маленькую пластиковую трубку, вставленную в вену на его руке. Во время теста кровь может браться в любое время. Концентрация лактата в отдельных образцах крови определяется лабораторным методом. На основе полученных данных строится лактатная кривая, которая укажет на анаэробный порог.

Таблица 3.5 Лактатный тест на велоэргометре

Разминка	ЧСС	Мощность, Вт	L, ммоль/л
10 мин	...	...	...
15 мин	...	...	...
20 мин	...	...	...
25 мин	...	...	...

На графиках 51 и 52 показаны результаты лабораторного тестирования спортсмена на велоэргометре. Спортсмен выполнял непрерывную работу с постепенным повышением нагрузки. Кровяные пробы брались непосредственно перед очередным повышением нагрузки. ЧСС измерялась непрерывно. Под кривой на графике 51 указаны концентрации лактата, соответствующие определенной ЧСС. Согласно данным теста была построена кривая зависимости между

концентрацией лактата и ЧСС (график 52). Если учесть, что концентрация лактата на уровне анаэробного порога составляет примерно 4 ммоль/л, то анаэробный порог данного спортсмена соответствует 160 уд/мин.



Тест в полевых условиях

Уровень анаэробного порога можно установить при помощи лактатного теста, во время которого выполняется привычная для спортсмена работа, то есть во время передвижения гребца на байдарке, конькобежца на коньках, пловца в воде и т.д. Такой тест называется специальным. Считается, что специальный тест дает более точные результаты, поскольку нагрузка во время теста идентична той, которую спортсмен выполняет на тренировках и соревнованиях.

Примерная схема лактатного теста следующая: Тест состоит из нескольких рабочих отрезков продолжительностью 5 мин каждый (не менее). Перед тестом проводится 10-минутная разминка. Первый 5-минутный отрезок преодолевается спортсменом с низкой интенсивностью. Каждый последующий 5-минутный отрезок преодолевается с более высокой скоростью, чем предыдущий, но внутри каждого отрезка скорость сохраняется постоянной без финишного рывка в конце. Через каждые 5 мин нагрузки следует 10-минутная восстановительная пауза. На каждом рабочем отрезке фиксируется время прохождения последних 1000 метров дистанции (дистанция рассчитана для бегунов) и соответствующая им ЧСС. После каждого отрезка берется кровяная проба (таблица 3.6).

Таблица 3.6 Лактатный тест в полевых условиях

Разминка (10 мин)	Время (1000 м)	м/с*³	ЧСС	L
1 отрезок (5 мин)				
Восстановление (10 мин)				
2 отрезок (5 мин)				
Восстановление (10 мин)				
3 отрезок (5 мин)				
Восстановление (10 мин)				
4 отрезок(5 мин)				

Уровень лактата определяется с помощью специального портативного прибора - лактометра (который также может использоваться в лабораторном тестировании на велоэргометре). На основе полученных данных строится лактатная кривая, которая поможет установить анаэробный порог спортсмена и уровень его функционального состояния.

³ * Скорость передвижения рассчитывается математически.

Для надежности лактатного теста спортсмен должен четко придерживаться следующих рекомендаций:

- Всегда проводите тест в одних и тех же условиях и в одно и то же время дня.
- Избегайте обильных приемов пищи за 5 ч до теста.
- Воздержитесь от приема спиртных напитков за 24 ч до теста.
- Соблюдайте режим ночного сна, избегайте недосыпания.
- Воздержитесь от приема кофе, чая или других кофеинсодержащих продуктов за час до теста.
- Исключите какие-либо тренировки или выполнение тяжелой физической работы в день теста.
- Исключите любые энергичные тренировки за день до теста.
- Всегда выполняйте тест при постоянной температуре и влажности воздуха.
- Не выполняйте тест в болезненном состоянии или при высокой температуре.
- Всегда проводите полноценную разминку перед тестом.

Ниже даются примеры выполнения лактатного теста на шоссе двумя бегунами. Хотя в нижеприведенных примерах участвуют бегуны, те же самые принципы тестирования могут использовать и другие спортсмены на выносливость, выполняя нагрузки, характерные для их вида спорта.

На графике 53 показана динамика ЧСС бегуна-марафонца во время выполнения лактатного теста на шоссе. На графике над кривой ЧСС приведены концентрации лактата и соответствующая им ЧСС, измеренные в ходе тестирования. Спортсмен пробежал 4 отрезка по 1 км с перерывами на отдых после каждого. Каждый следующий километр дистанции пробежался им быстрее предыдущего. После каждого километрового отрезка брался очередной образец крови. На основе полученных данных была построена лактатная кривая (график 54). В данном примере аэробный порог бегуна соответствует пульсу 132 уд/мин, а анаэробный - 142 уд/мин.

График 53

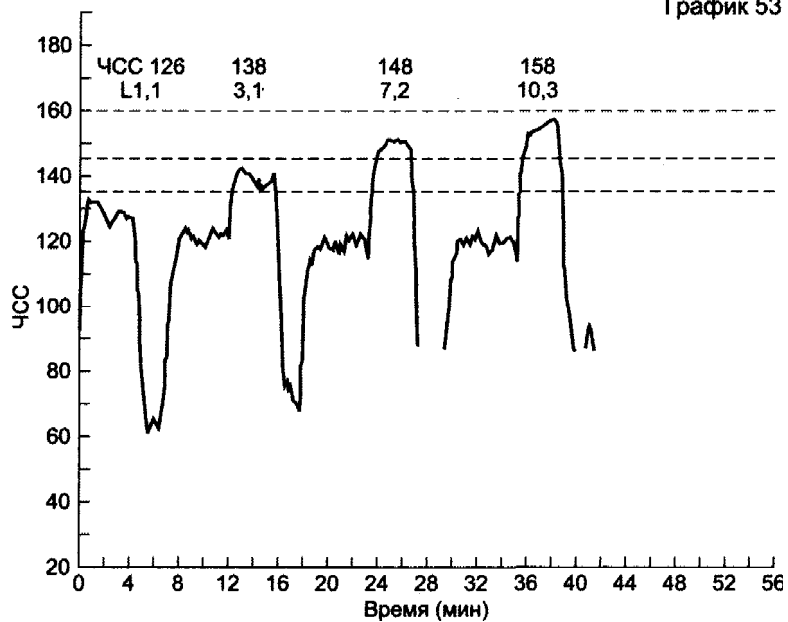
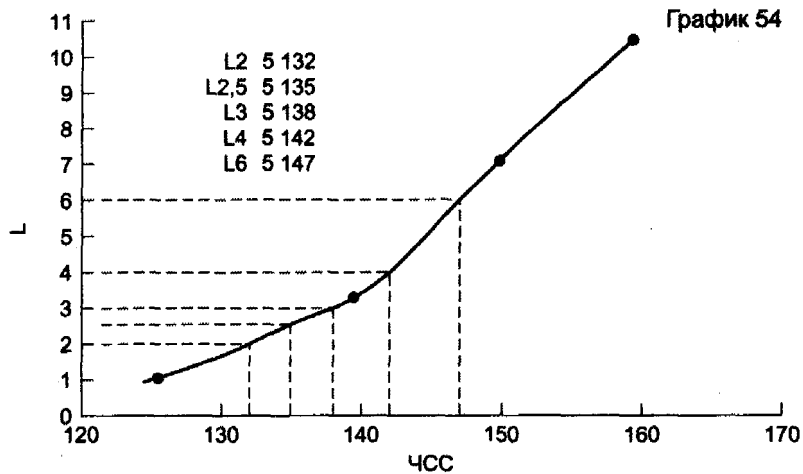


График 54



Тест другого бегуна состоял из трех беговых отрезков продолжительностью 10 мин каждый (см. график 55). Бегун повышал скорость бега от отрезка к отрезку (на самих отрезках скорость поддерживалась постоянной). По окончании каждого 10-минутного отрезка брался образец крови, а затем следовала пауза отдыха, продолжительность которой должна быть достаточно большой для того, чтобы организм успевал нейтрализовать молочную кислоту, образовавшуюся на беговом отрезке. Результаты тестирования представлены в таблице 3.7.

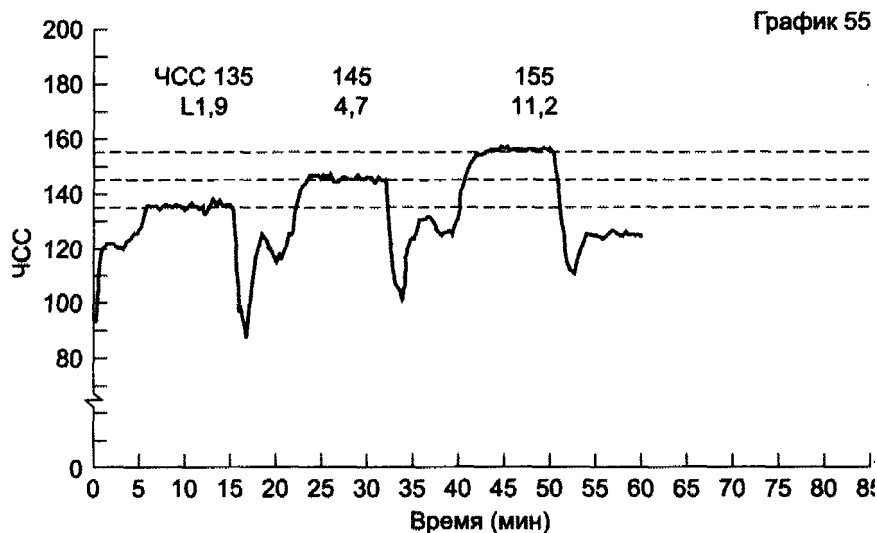


Таблица 3 7 Тестовые данные

Данные измерений	ЧСС при различных концентрациях лактата, установленная по лактатной кривой
ЧСС 135 = L1,9	L2=ЧСС 136
ЧСС 145 = L4,7	L3=ЧСС 138
ЧСС 155 = L11,2	L4=ЧСС 142
	L6=ЧСС 147

Лактатный тест и оценка функционального состояния

Чтобы оценить смещение анаэробного порога относительно ЧСС_{макс} необходимо строить график зависимости между лактатом и ЧСС. Однако у хорошо тренированных спортсменов сдвиг анаэробного порога наблюдается не всегда. Вместе с тем мощность педалирования (на велоэргометре) или скорость передвижения при одних и тех же концентрациях лактата может существенно измениться.

Например, скорость бегуна и ЧСС при концентрации лактата 2 ммоль/л (V2) составляли 3,64 м/с и 155 уд/мин соответственно, а скорость и ЧСС при содержании лактата 4 ммоль/л (V4) - 3,95 м/с и 165 уд/мин. После периода тренировок скорость V2 составила 4,00 м/с, а соответствующая ей ЧСС осталась прежней - 155 уд/мин. Скорость V4 составила 4,19 м/с, а соответствующая ей ЧСС также осталась прежней - 165 уд/мин (см. таблицу 3.8).

Таблица 3.8 Результаты тестирования бегуна

Апрель 1987	Сентябрь 1987
L2=ЧСС 155	L2=ЧСС 156
L3=ЧСС 160	L3=ЧСС 161
L4=ЧСС 165	L4=ЧСС 165
V2=3,64 м/с	V2=4,00 м/с
V3=3,78 м/с	V3=4,10 м/с
V4=3,96 м/с	V4=4,19 м/с

Таким образом, для полного представления об изменении функционального состояния спортсмена необходимо помимо графика зависимости лак-тат/ЧСС, строить также график зависимости между лактатом и скоростью передвижения (или мощностью нагрузки). При улучшении работоспособности лактатная кривая на одном или сразу на обоих графиках сдвинется вправо.

Концентрация лактата на уровне анаэробного порога

Как правило, при нагрузке на уровне анаэробного порога концентрация лактата равна 4 ммоль/л. Однако это не всегда так. У некоторых спортсменов концентрация лактата на уровне анаэробного порога может быть чуть ниже или чуть выше обычного - например, 3 или 6 ммоль/л. Следовательно, для более точного определения

анаэробного порога иногда целесообразно использовать не только лактатный тест, но также неинвазивные методы тестирования, позволяющие найти точку отклонения (ЧССоткл). Тесты для нахождения точки отклонения уже были описаны в этой главе.

Тест Астранда

Тест Астранда применяется для оценки функционального состояния спортсмена по уровню максимального потребления кислорода (МПК). Чем выше МПК (л/мин), тем лучше функциональное состояние спортсмена. Метод Астранда является непрямым методом определения МПК, который не требует сложной дорогостоящей аппаратуры. В основе его лежит линейная зависимость между ЧСС и величиной потребления кислорода.

Для проведения теста необходим велоэргометр. Тест начинается с 3-минутной разминки, в течение которой мощность нагрузки постепенно повышается до 200-250 Вт, в зависимости от подготовленности спортсмена. Затем выполняется разовая непрерывная субмаксимальная работа продолжительностью 6 мин, в конце которой измеряется ЧСС. К концу теста ЧСС должна установиться на одном постоянном уровне. Рекомендуется подбирать такую мощность нагрузки, при которой ЧСС будет находиться в пределах 140-160 уд/мин. Частота педалирования - 50 об/мин.

Расчет МПК проводят по специальной номограмме Астранда (схема 3.4). Найденная с помощью номограммы величина МПК корректируется путем умножения на «возрастной фактор» (таблица 3.9). В таблице 3.10 представлена номограмма Астранда после расчета на основе субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре.

25-летний спортсмен весом 70 кг педальрует при постоянной нагрузке 200 Вт. Спустя 6 мин его пульс равен 146 уд/мин. Согласно номограмме Астранда и с учетом «возрастного фактора» его МПК составляет 4,4 л/мин.

Во многих видах спорта на выносливость вес спортсмена имеет большое значение: спортсмены с высоким МПК, но большой массой тела, могут иметь более низкий уровень функционального состояния. Поэтому уровень функционального состояния спортсмена определяется по относительной величине МПК, для чего МПК в мл/мин делится на массу тела в кг; то есть, $4,4 \times 1000 \text{ мл/мин} : 70 = 62,9 \text{ мл/кг/мин}$.

Таблица 3.10 Определение максимального потребления кислорода по ЧСС при нагрузках на велоэргометре у мужчин и женщин*⁴

Мужчины											
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин				
	300	600	900	1200	1500		300	600	900	1200	1500
	ватт	ватт	ватт	ватт	ватт		ватт	ватт	ватт	ватт	ватт
120	2,2	3,5	4,8	-	-	148	-	2,4	3,2	4,3	5,4
121	2,2	3,4	4,7	-	-	149	-	2,3	3,2	4,3	5,4
122	2,2	3,4	4,6	-	-	150	-	2,3	3,2	4,2	5,3
123	2,1	3,4	4,6	-	-	151	-	2,3	3,1	4,2	5,2
124	2,1	3,3	4,5	6,0	-	152	-	2,3	3,1	4,1	5,2
125	2,0	3,2	4,4	5,9	-	153	-	2,2	3,0	4,1	5,1
126	2,0	3,2	4,4	5,8	-	154	-	2,2	3,0	4,0	5,1
127	2,0	3,1	4,3	5,7	-	155	-	2,2	3,0	4,0	5,0
128	2,0	3,1	4,2	5,6	-	156	-	2,2	2,9	4,0	5,0
129	1,9	3,0	4,2	5,6	-	157	-	2,1	2,9	3,9	4,9
130	1,9	3,0	4,1	5,5	-	158	-	2,1	2,9	3,9	4,9
131	1,9	2,9	4,0	5,4	-	159	-	2,1	2,8	3,8	4,8
132	1,8	2,9	4,0	5,3	-	160	-	2,1	2,8	3,8	4,8
133	1,8	2,8	3,9	5,3	-	161	-	2,0	2,8	3,7	4,7
134	1,8	2,8	3,9	5,2	-	162	-	2,0	2,8	3,7	4,6
135	1,7	2,8	3,8	5,1	-	163	-	2,0	2,8	3,7	4,6
136	1,7	2,7	3,8	5,0	-	164	-	2,0	2,7	3,6	4,5
137	1,7	2,7	3,7	5,0	-	165	-	2,0	2,7	3,6	4,5
138	1,6	2,7	3,7	4,9	-	166	-	1,9	2,7	3,6	4,5
139	1,6	2,6	3,6	4,8	-	167	-	1,9	2,6	3,5	4,4
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	168	-	1,9	2,6	3,5	4,4
141	-	2,6	3,5	4,7	5,9	169	-	1,9	2,6	3,5	4,3
142	-	2,5	3,5	4,6	5,8	170	-	1,8	2,6	3,4	4,3
143	-	2,5	3,4	4,6	5,7	171	-	-	-	-	-
144	-	2,5	3,4	4,5	5,7	172	-	-	-	-	-
145	-	2,4	3,4	4,5	5,6	173	-	-	-	-	-
146	-	2,4	3,3	4,4	5,6	174	-	-	-	-	-
147	-	2,4	3,3	4,4	5,5	175	-	-	-	-	-

⁴ * Данные таблицы должны быть скорректированы по возрасту (см. таблицу 3.9).

Таблица 3.10 (продолжение) Определение максимального потребления кислорода по ЧСС при нагрузках на велоэргометре у мужчин и женщин

Женщины											
ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин					ЧСС	Максимальное потребление кислорода, л/мин				
	300	600	900	1200	1500		300	600	900	1200	1500
	ватт	ватт	ватт	ватт	ватт		ватт	ватт	ватт	ватт	ватт
120	2,6	3,4	4,1	4,8	-	146	1,6	2,2	2,6	3,2	3,7
121	2,5	3,3	4,0	4,8	-	147	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
122	2,5	3,2	3,9	4,7	-	148	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
123	2,4	3,1	3,9	4,6	-	149	-	2,1	2,6	3,0	3,5
124	2,4	3,1	3,8	4,5	-	150	-	2,0	2,5	3,0	3,5
125	2,3	3,0	3,7	4,4	-	151	-	2,0	2,5	3,0	3,4
126	2,3	3,0	3,6	4,3	-	152	-	2,0	2,5	2,9	3,4
127	2,2	2,9	3,5	4,2	-	153	-	2,0	2,4	2,9	3,3
128	2,2	2,8	3,5	4,2	4,8	154	-	2,0	2,4	2,8	3,3
129	2,2	2,8	3,4	4,1	4,8	155	-	1,9	2,4	2,8	3,2
130	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7	156	-	1,9	2,3	2,8	3,2
131	2,1	2,7	3,4	4,0	4,6	157	-	1,9	2,3	2,7	3,2
132	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5	158	-	1,8	2,3	2,7	3,1
133	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	159	-	1,8	2,2	2,7	3,1
134	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	160	-	1,8	2,2	2,6	3,0
135	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3	161	-	1,8	2,2	2,6	3,0
136	1,9	2,5	3,1	3,6	4,2	162	-	1,8	2,2	2,6	3,0
137	1,9	2,5	3,0	3,6	4,2	163	-	1,7	2,2	2,6	2,9
138	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	164	-	1,7	2,1	2,5	2,9
139	1,8	2,4	2,9	3,5	4,0	165	-	1,7	2,1	2,5	2,9
140	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0	166	-	1,7	2,1	2,5	2,8
141	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	167	-	1,6	2,1	2,4	2,8
142	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9	168	-	1,6	2,0	2,4	2,8
143	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	169	-	1,6	2,0	2,4	2,8
144	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	170	-	1,6	2,0	2,4	2,7
145	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	-	-	-	-	-	-

Анаэробный порог, концентрация лактата и тренировочная интенсивность

В главе 2 уже говорилось о том, как находить зоны интенсивности тренировочных нагрузок из ЧСС_{макс} и ЧСС_{резерв}. Однако описанные методы довольно упрощенные. Наилучшим ориентиром для определения зон интенсивности нагрузки является индивидуальный анаэробный порог спортсмена (ЧСС_{откл}, концентрация лактата 4 ммоль/л).

Почему анаэробный порог? Потому что принцип интенсивности нагрузки основан именно на анаэробном пороге. Анаэробный порог - это та интенсивность, выше которой в мышцах начинает накапливаться молочная кислота. Если необоснованно часто тренироваться с интенсивностью выше анаэробного порога, аэробные способности организма могут ухудшиться. Кроме того, анаэробный порог - это максимальная скорость бега, езды на велосипеде, передвижения на лыжах или в воде, которую спортсмен может поддерживать в течение длительного времени, не испытывая при этом преждевременной усталости. Эта скорость называется пороговой. Именно от пороговой скорости зависит результат спортсмена на длинных дистанциях. Установлено, что тренировки на уровне анаэробного порога в наибольшей степени способствуют увеличению пороговой скорости.

Согласно таблице 2.2 (с. 38) величина анаэробного порога для всех спортсменов примерно равна 90% ЧСС_{макс}. Однако в действительности уровень анаэробного порога может существенно различаться у разных спортсменами, в зависимости от их тренированности. У спортсмена-любителя уровень анаэробного порога может составлять 75% ЧСС_{макс}, а у высококвалифицированного спортсмена - 95% ЧСС_{макс}.

Часто начинающие спортсмены, а иногда и спортсмены-любители со стажем выполняют аэробные тренировки при очень высокой интенсивности. Они не получают удовлетворения от тренировки, если не почувствуют себя изможденными к концу занятия. Такой подход приносит больше вреда, нежели пользы. Аэробные тренировки, которые составляют основную часть тренировочной программы спортсмена на выносливость, должны выполняться при концентрации лактата 2-4 ммоль/л, то есть ниже анаэробного порога. Уровень лактата во время восстановительных тренировок не должен превышать 2 ммоль/л. При выполнении высокоинтенсивных

интервальных тренировок содержание лактата в крови намного превышает 4 ммоль/л. В таблице 3.11 приведены зоны интенсивности тренировочных нагрузок в процентном отношении от анаэробного порога (ЧССоткл), а также концентрации лактата, достигаемые в каждой из зон интенсивности.

Таблица 3 11 Зоны интенсивности нагрузки в процентном отношении от анаэробного порога (ЧССоткл)

Зоны интенсивности	Интенсивность (% от ЧССоткл)	Уровень лактата (ммоль/л)
Восстановительная (R)	70-80	0,5-1,5
Аэробная 1 (A1)	80-90	1-2
Аэробная 2 (A2)	90-95	2-3
Развивающая 1 (E1)	95-100	3-4
Анаэробный порог = 100% = точка отклонения = скорость V4		
Развивающая 2 (E2)	100-110	4-6
Анаэробная 1 (An1)	110-120	8-20

Для установления зон интенсивности часто используют непосредственно результаты лактатного теста. Определив по лактатной кривой, какие величины ЧСС соответствуют концентрациям лактата 2, 3 и 4 ммоль/л, спортсмен может достаточно точно установить границы той или иной зоны интенсивности.

По мере того как повышается тренированность спортсмена и растут результаты в гонках, уровень анаэробного порога также изменяется. Для того чтобы отслеживать изменения функционального состояния и своевременно корректировать индивидуальные границы тренировочной интенсивности, рекомендуется регулярно выполнять функциональные тесты.

Кривые ЧСС бегуна при выполнении различных тренировок



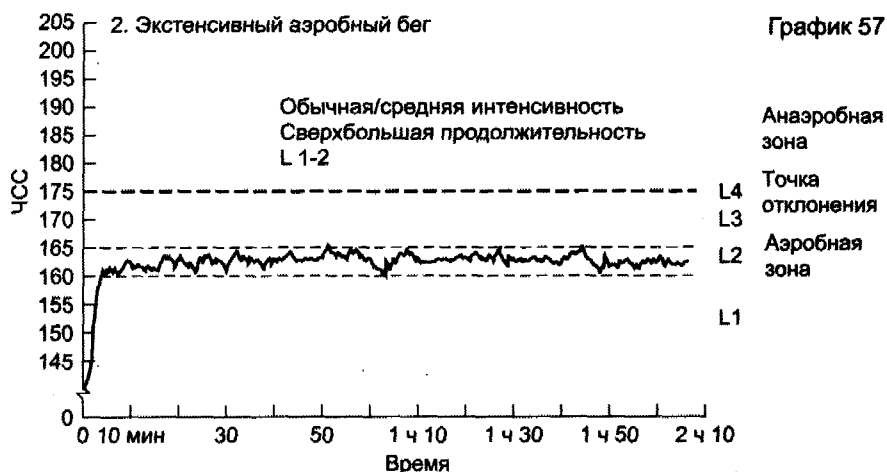






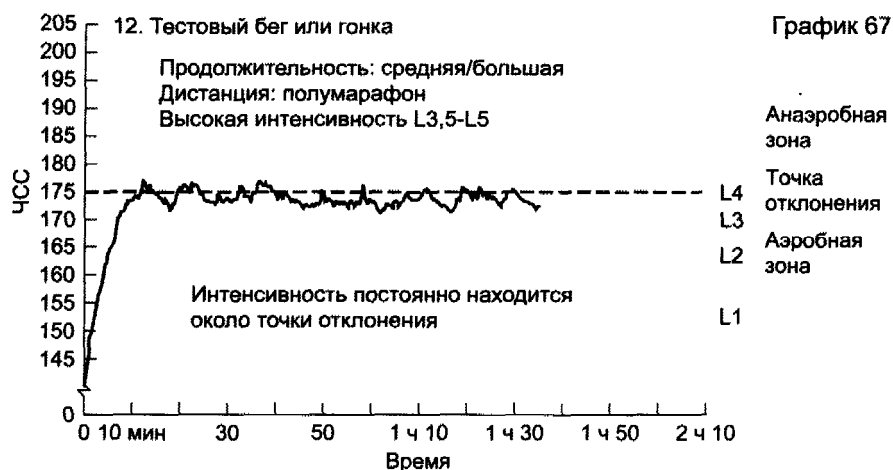
График 63

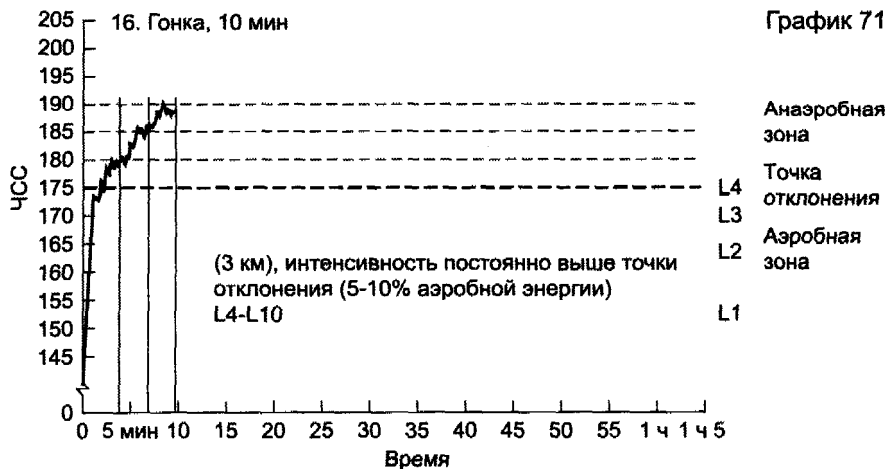


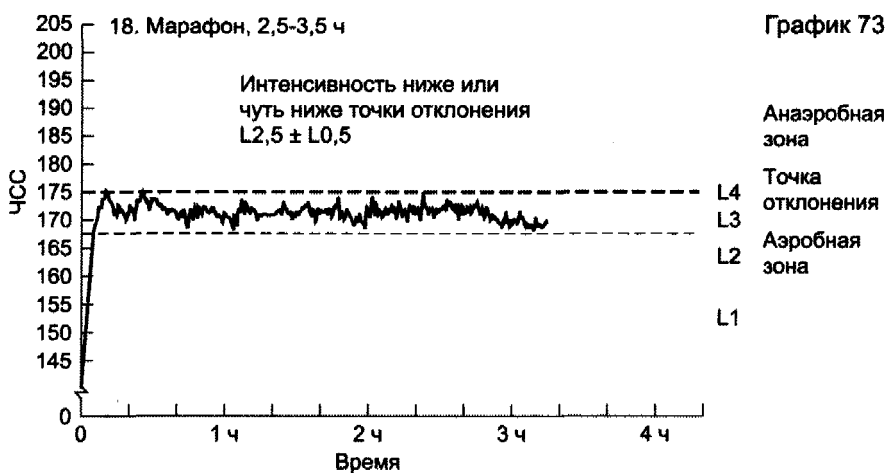
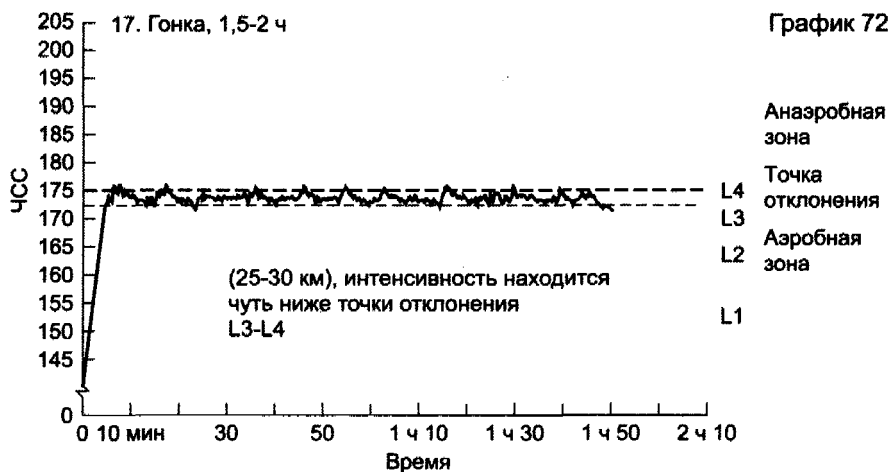
График 64



График 65







Глава 4. Анализ тренировок

Анализ тренировок и научных исследований показывает, что спортсмены часто тренируются с неправильной интенсивностью. В этой главе анализируются различные тренировки спортсменов по уровню лактата в крови и частоте сердечных сокращений (ЧСС).

Анализ тренировок по показателям лактата

Измерение уровня лактата сегодня стало неотъемлемым элементом подготовки спортсменов. Исходя из показаний уровня лактата, можно точно определить методику подготовки спортсмена и установить интенсивность для каждого конкретного тренировочного занятия. Анализ тренировок показывает, что многие спортсмены тренируются нерационально.

Тренировка циклокроссеров

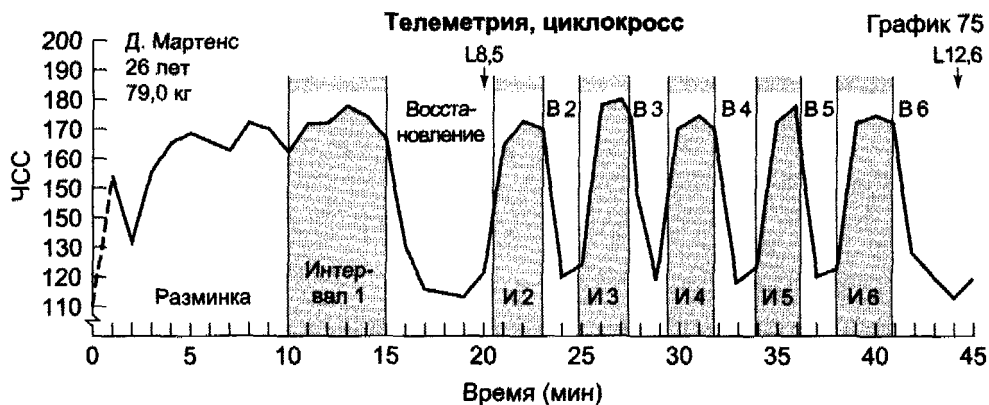
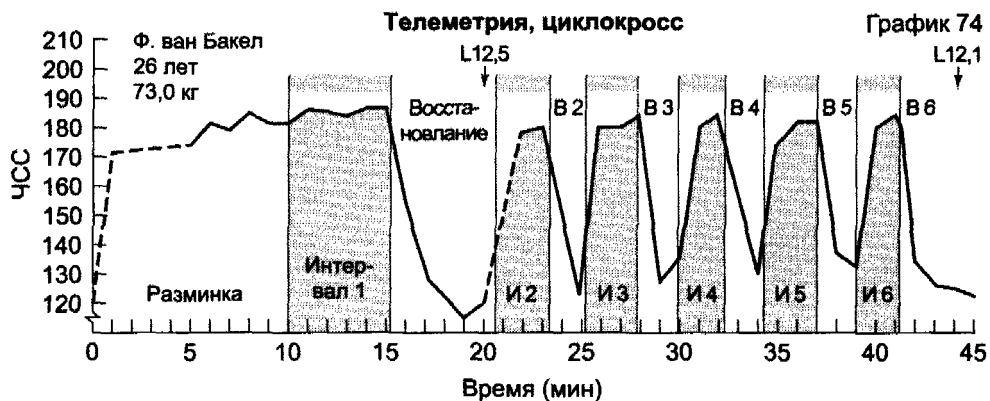
В таблице 4.1 показан уровень лактата 13 гонщиков-циклокроссеров на двух разных временных пунктах во время групповой тренировки. Спортсмены проводили привычную для себя тренировку, которую выполняли 2-3 раза в неделю с одной и той же интенсивностью. Для всех спортсменов тренировочное задание было одинаковым.

Кривые ЧСС спортсменов номер 12 и 13 (графики 74 и 75) были сделаны при помощи телеметрической аппаратуры.

Как можно увидеть из таблицы 4.1, показатели лактата сильно варьируют между спортсменами. Это означает, что воздействие тренировки на каждого спортсмена было различным. Так, спортсмены 2, 3, 4, 8 и 9, тренировали аэробные способности. У других спортсменов показатели лактата были высокими, а значит для них тренировка была анаэробной. Три тренировки данного типа в неделю плюс соревнования по выходным создают чрезмерно тяжелую тренировочную нагрузку для этих спортсменов.

Таблица 4.1 Уровень лактата (ммоль/л) у 13 циклокроссеров

Испытуемые													
	1	2	3	4	5	6	7	8	0	10	11	12	13
Л 1	8,2	5,0	4,3	4,2	15,7	11,1	8,9	4,1	3,9	7,2	7,2	12,5	8,5
Л 2	8,7				14,3	9,8	10,7			4,8	4,8	12,1	12,6



Регулярно высокие показатели лактата отрицательно сказываются на максимальной работоспособности спортсменов. Вследствие такого сверхинтенсивного тренировочного метода у многих циклокроссеров отмечался очевидный спад результатов во время сезона.

Достаточно трудно убедить спортсменов изменить существующий подход к тренировкам, ограничивая количество занятий с высокими показателями лактата. Эти занятия должны быть заменены на нагрузки, тренирующие аэробную выносливость, во время которых уровень лактата не должен превышать 6 ммоль/л.

Многие спортсмены не получают удовольствия, если не чувствуют себя полностью измотанными после тренировки. Они считают, что после тренировок должно присутствовать такое же чувство усталости, как и после соревнований. Усталость, как правило, является следствием высокого уровня лактата. Таким образом, только за счет изменения соотношения интенсивных и неинтенсивных тренировок в тренировочной программе спортсмены могут

поддерживать или даже значительно улучшить свою работоспособность.

Данный пример также показывает, что групповые тренировки в видах спорта на выносливость часто неэффективны, поскольку тренировочное задание для всей группы может оказывать разный эффект на отдельных ее членов. Один спортсмен может, например, тренировать анаэробную систему, тогда как другой будет развивать аэробные способности, а третий и вовсе проводить восстановительную тренировку. Тренер должен знать о недостатках групповой тренировки. Задача тренера - адаптировать тренировки так, чтобы они приносили пользу каждому отдельному члену группы.

Спринтерская тренировка пловцов

Во время спринтерских (скоростных) тренировок тренируется креатин-фосфатная (КрФ) система. Высокие показатели лактата во время спринтерских тренировок нежелательны, поскольку образование лактата указывает на подключение анаэробной системы. Показатели лактата во время спринтерской тренировки должны находиться в пределах 3-5 ммоль/л.

В таблице 4.2 представлены данные пяти пловцов, принявших участие в спринтерской тренировке, состоявшей из отрезков максимального усилия и следующих за ними отрезков восстановления. Продолжительность отрезков максимального усилия составляла 30 с, а отрезков восстановления - 90 с. Общее время тренировки составляло 20 мин.

Таблица 4.2 Уровень лактата (ммоль/л) у 5 пловцов во время спринтерской тренировки

Испытуемые					
	1	2	3	4	5
Л после 10 мин	4,9	11,5	4,4	2,8	4,0
Л после 20 мин	5,4	12,6	4,8	3,3	4,6

Показатели лактата испытуемого 2 во время тренировки были очень высокими. Спортсмен мог бы избежать таких высоких показателей лактата, увеличив продолжительность восстановительных отрезков. Только в этом случае тренировка могла бы считаться по-настоящему спринтерской. Показатели лактата испытуемых 1, 3, 4 и 5 не превышали нормы, что указывает на соответствие проведенной тренировки установленному плану.

Анаэробная тренировка велосипедистов-шоссейников

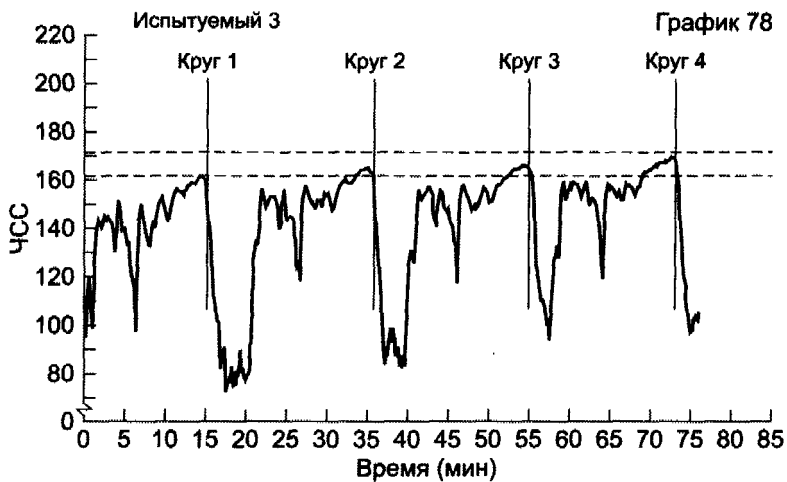
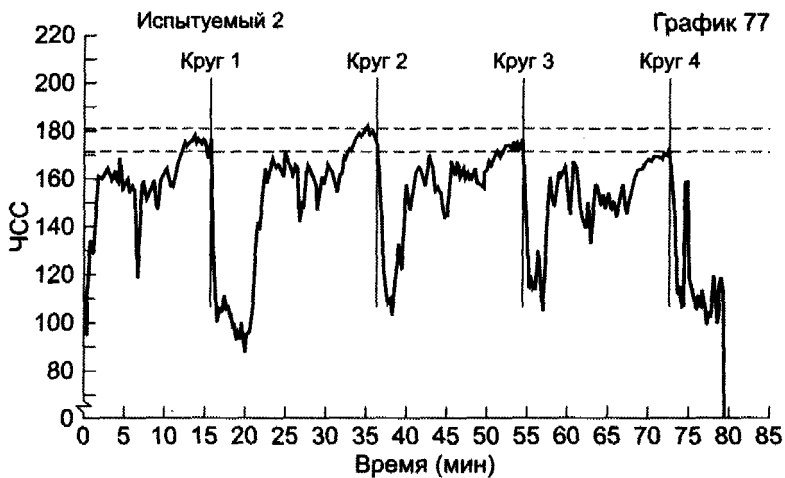
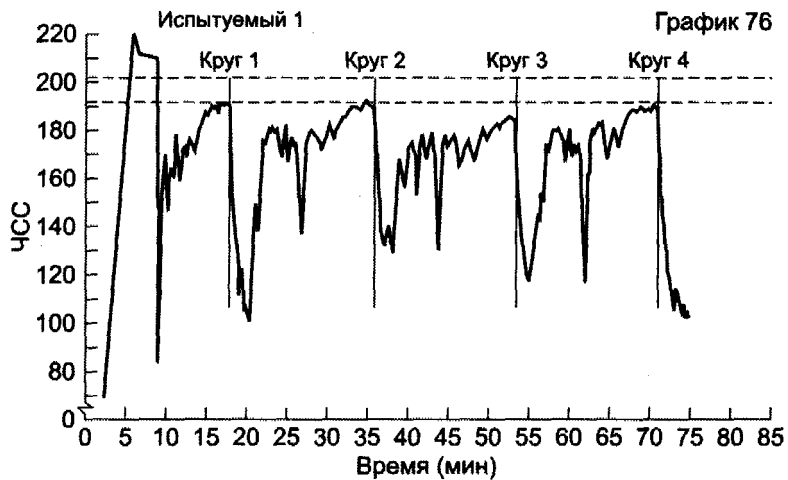
В таблице 4.3 представлены данные тренировки трех велосипедистов-шоссейников на горной дороге (город Берг-эн-Дал, неподалеку от Ниджме-гена, Голландия). Четыре круга проезжались велосипедистами с максимальной интенсивностью. По окончании каждого круга, который заканчивался подъемом длиной 2,5 км, измерялся уровень лактата. ЧСС измерялась на протяжении всей тренировки (графики 76, 77 и 78).

Для каждого спортсмена анаэробная тренировка была идеальной, то есть анаэробная система каждого спортсмена задействовалась в должной мере. Для аэробной тренировки интенсивность была слишком высокой. Тренировки данного типа не должны проводиться чаще одного раза в неделю. В период большого количества стартов такие тренировки вовсе не нужны, поскольку соревнования являются идеальным методом тренировки анаэробной системы.

На тренировке велосипедисты все время ехали вместе и лидировали по очереди. Из графика 76 и таблицы 4.3 видно, что на третьем круге испытуемый 1, сидя на колесе впереди идущего велосипедиста, ехал не в полную силу.

Таблица 4 4 Уровень лактата (ммоль/л) у 3 бегунов на длинные дистанции при выполнении аэробной тренировки

Испытуемые			
	1	2	3
Л после 15 мин	4,0	7,5	9,5
Л после 30 мин	4,1	9,1	10,9



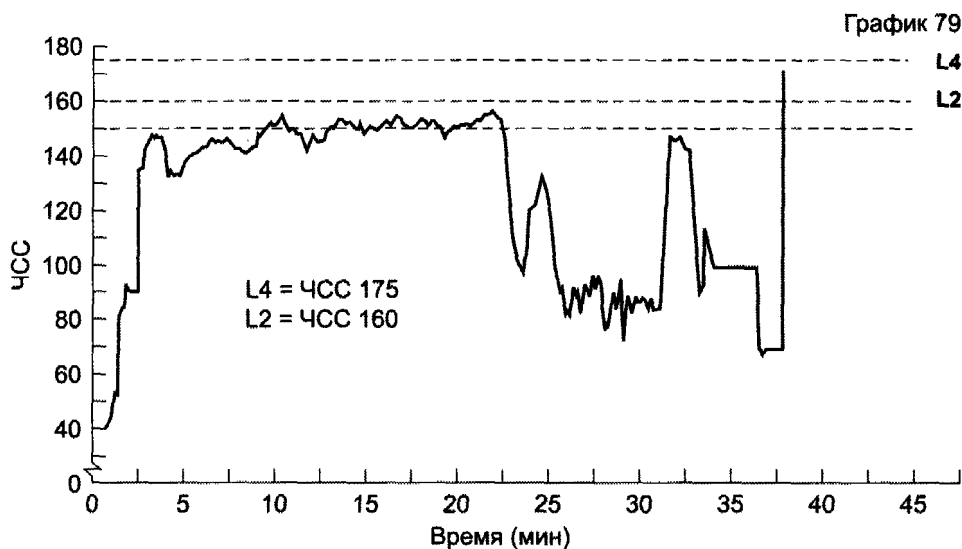
Анализ тренировок на основе данных ЧСС

При помощи непрерывной регистрации ЧСС можно объективно проанализировать тренировку спортсмена и определить насколько правильно спортсмен выполнил тренировочное задание. На основе этого анализа можно исправить ошибки в тренировочном процессе, если они есть. Измеряя ЧСС, спортсмен в конце концов точно будет знать, что представляет из себя по ощущениям та или иная интенсивность. Анализ тренировок и изменение тренировочного процесса на основе этого анализа являются наиболее важными применениями ЧСС-монитора с функцией памяти.

Восстановительная тренировка

На графике 79 представлена динамика ЧСС во время восстановительной тренировки.

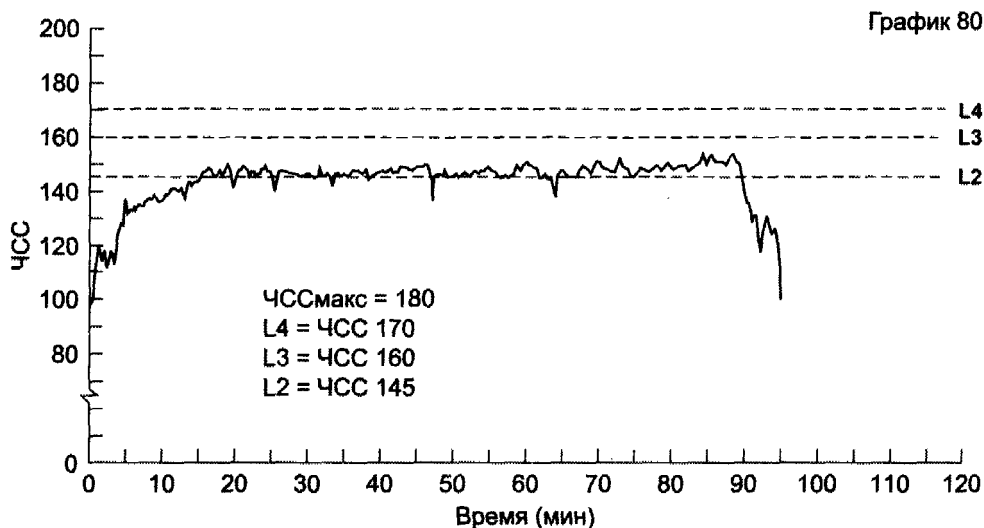
Во время восстановительной тренировки уровень лактата не должен превышать 2 ммоль/л. Восстановительные тренировки квалифицированных спортсменов зачастую проходят при показателях лактата намного ниже 2 ммоль/л. Известно, что у спортсмена, чья кривая ЧСС представлена на графике 79, интенсивность на тренировках часто превышает необходимую. Ему очень трудно контролировать свой темп. По этой причине, его результаты на соревнованиях часто бывают разочаровывающими.



Спортсмену было дано задание удерживать ЧСС ниже 150 уд/мин. При такой ЧСС содержание лактата не должно было подняться выше 2 ммоль/л. Если ЧСС спортсмена превышала 150 уд/мин, монитор сердечного ритма сигнализировал спортсмену о превышении темпа. Так как тренировка записывалась в банк памяти монитора, ее можно было проанализировать в последующем.

Экстенсивная аэробная тренировка триатлета

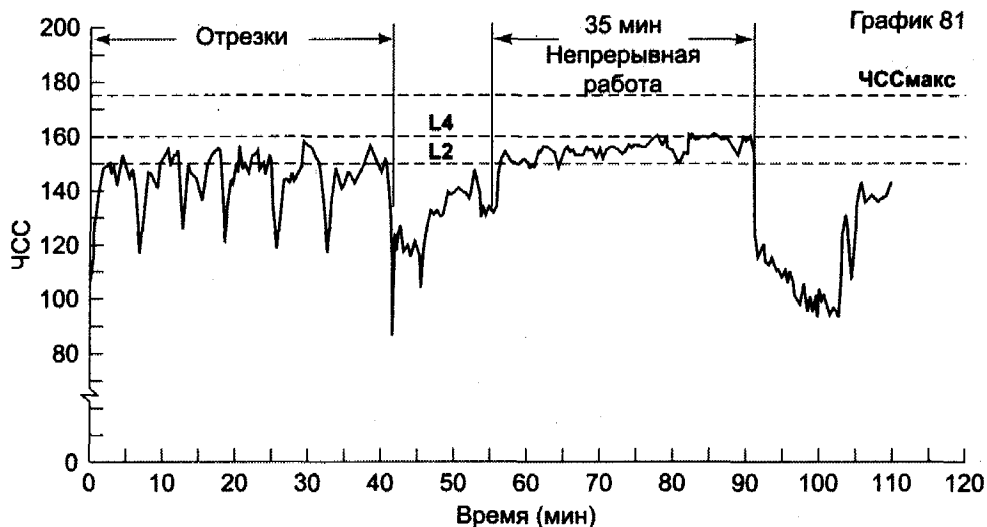
На графике 80 показана экстенсивная аэробная тренировка триатлета, во время которой ЧСС находилась в пределах 145-150 уд/мин. Так как ЧСС спортсмена на уровне L2 составляет 145 уд/мин, можно сделать вывод, что тренировка была проведена с верной интенсивностью - чуть выше аэробного порога.



Аэробная тренировка профессионального велосипедиста

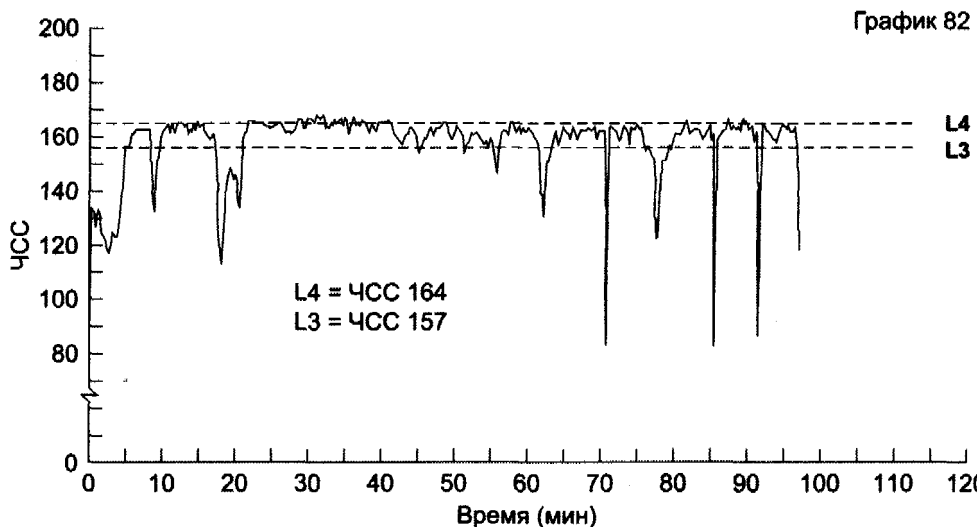
На графике 81 показана аэробная тренировка профессионального велосипедиста. ЧСС спортсмена на уровне L4 и L2 составляет 160 и 150 уд/мин соответственно. Целью тренировки являлось совершенствование аэробных способностей. Тренировка была разбита на две части. Вначале выполнялись ускорения с короткими периодами отдыха, а затем непрерывная равномерная езда.

Из графика видно, что для совершенствования аэробной системы интенсивность тренировки была правильной. Во время рабочих отрезков ЧСС находилась в пределах 150-160 уд/мин, а значит концентрация лактата была в пределах 2-4 ммоль/л.



Интенсивная аэробная тренировка велосипедиста-шоссейника

На графике 82 представлена динамика ЧСС во время равномерной интенсивной аэробной тренировки велосипедиста-шоссейника. Интенсивная аэробная тренировка хорошо подготовленного велосипедиста должна проходить при уровне лактата 3-4 ммоль/л. Значения ЧСС спортсмена на уровнях L4 и L3, определенные в лактатном тесте на велоэргометре, составляют 164 и 157 уд/мин соответственно.

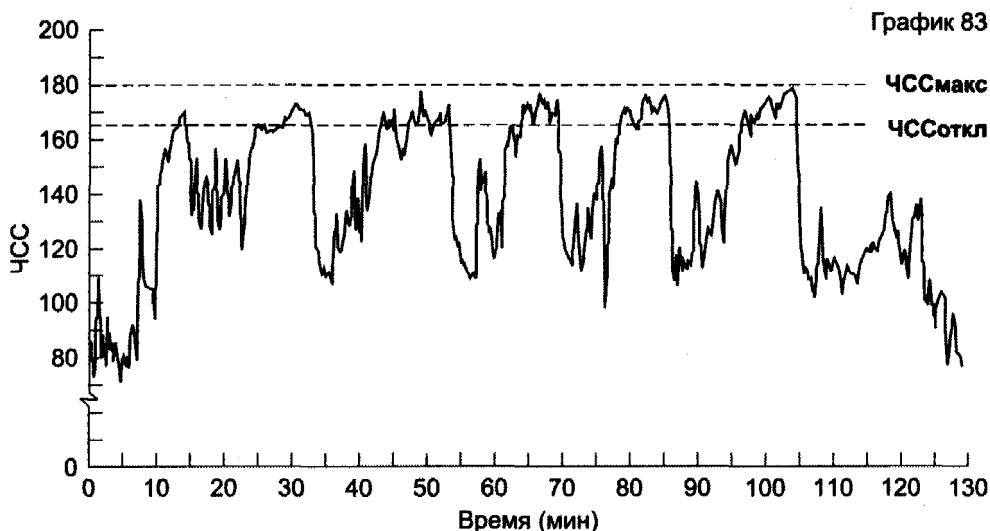


Спортсмену было дано задание ехать с максимальной равномерной скоростью в течение часа. Во время тренировки ЧСС велосипедиста перманентно колебалась в районе 160 уд/мин. Это значит, что тренировка была проведена правильно. Резкие спады на кривой вызваны заторами на дорогах, которые временно препятствовали поддержанию постоянной скорости.

Тренировка циклокроссера

На графике 83 показана динамика ЧСС во время тренировки циклокроссера в лесу. Спортсмен должен был выполнить интенсивную аэробную тренировку в развивающей зоне 1 (E1) с рабочими отрезками продолжительностью 10-15 мин и паузами отдыха продолжительностью 5-6 мин. Общее время рабочих отрезков должно было составить примерно 60 мин. Во время рабочих отрезков ЧСС спортсмена должна была находиться чуть ниже анаэробного порога.

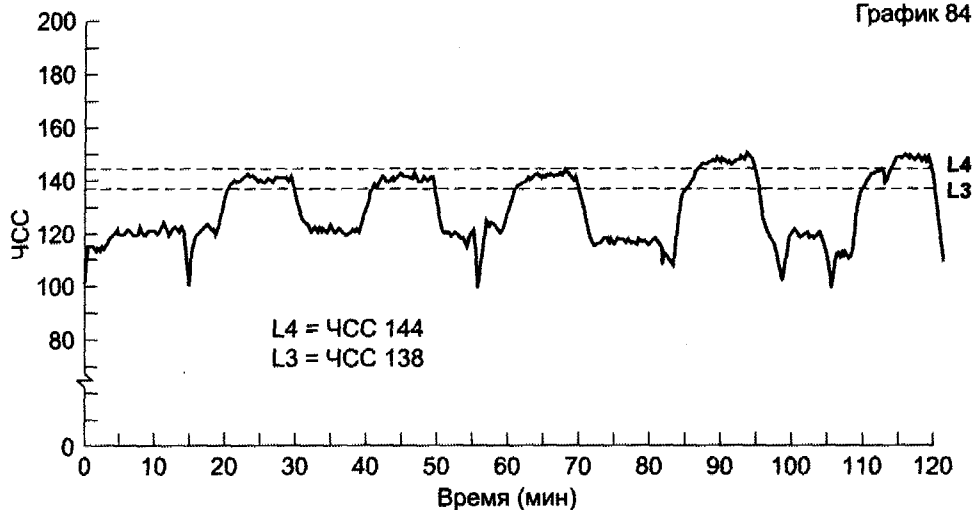
Из графика видно, что ЧСС во время ускорений намного превышала ЧССоткл. Уровень лактата в конце тренировки составил 10,2 ммоль/л. Таким образом, для аэробной тренировки интенсивность была слишком высокой.



Тренировка бегуна-марафонца

На графике 84 представлена интенсивная аэробная тренировка бегуна-марафонца, выполненная им в двух разных зонах интенсивности - ниже анаэробного порога и выше анаэробного порога. ЧССоткл спортсмена равна 144 уд/мин. Из графика видно, что вначале было выполнено три ускорения с ЧСС 140-145 уд/мин, а затем два ускорения с ЧСС в районе 150 уд/мин. Всего было выполнено 5 ускорений по 10 мин. Продолжительность восстановительных отрезков также составляла 10 мин. Первые три ускорения выполнялись в развивающей зоне 1 (Е1), а последние два - в развивающей зоне 2 (Е2).

График 84



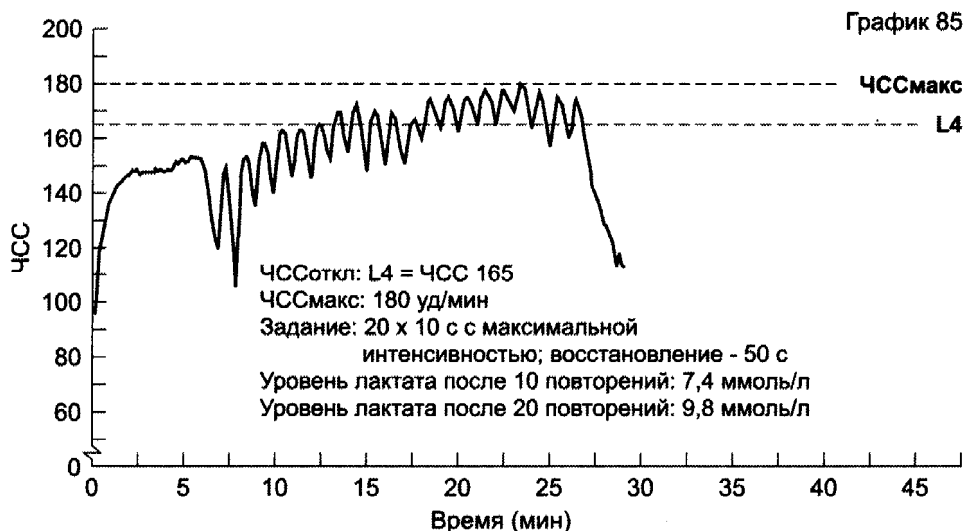
Повторная тренировка велосипедиста на велоэргометре

На графике 85 показана динамика ЧСС во время повторной тренировки велосипедиста на велоэргометре. Спортсмену было дано задание сделать 20 повторений по 10 с с максимальной интенсивностью. На восстановление отводилось 50 с.

Для тренировки с интенсивными повторениями интенсивность была правильной. Концентрация лактата достигла значений 6-12 ммоль/л. Заметьте, что ЧСС повышалась от ускорения к ускорению и достигла своего максимума к концу тренировки. Если бы спортсмен приступил к тренировке недовосстановившимся, он не смог бы достичь таких высоких показателей лактата и максимальной ЧСС.

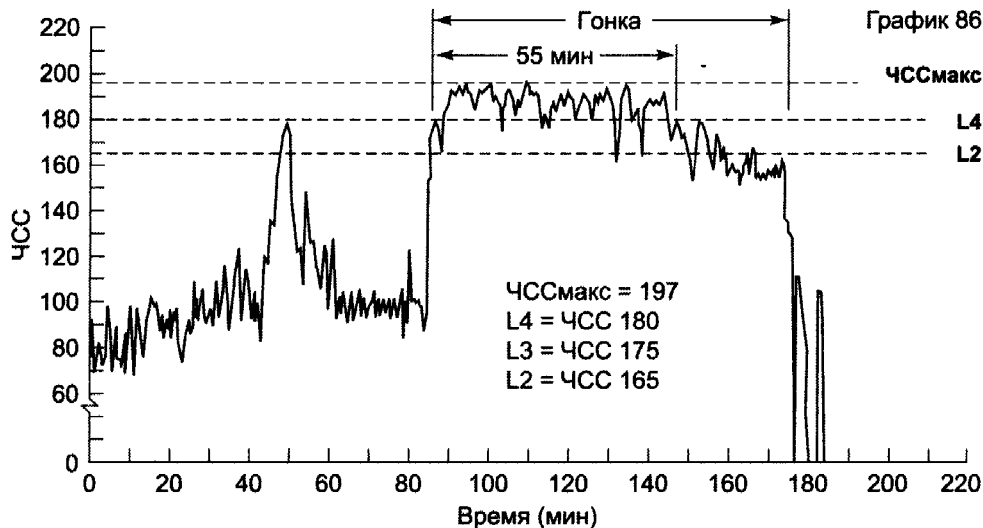
Данный вид тренировки предъявляет повышенные требования к лактат-ной/анаэробной системе. Об этом можно сделать вывод по высоким показателям лактата, достигнутым в ходе тренировки. Если целью тренировки было бы стимулирование фосфатной системы, то интенсивность была бы слишком высокой. При тренировке фосфатной системы не должны достигаться такие высокие показатели молочной кислоты. Чтобы избежать высоких концентраций лактата, необходимы более длительные периоды

восстановления, так как для «перезарядки» фосфатов требуется больше времени. Первые 6 мин на графике 85 относятся к разминке.



Гонка на «Тур де Франс»

На графике 86 представлена динамика ЧСС 23-летнего профессионального велосипедиста во время командной гонки с раздельным стартом на «Тур де Франс». Первая часть кривой ЧСС относится к разминке.

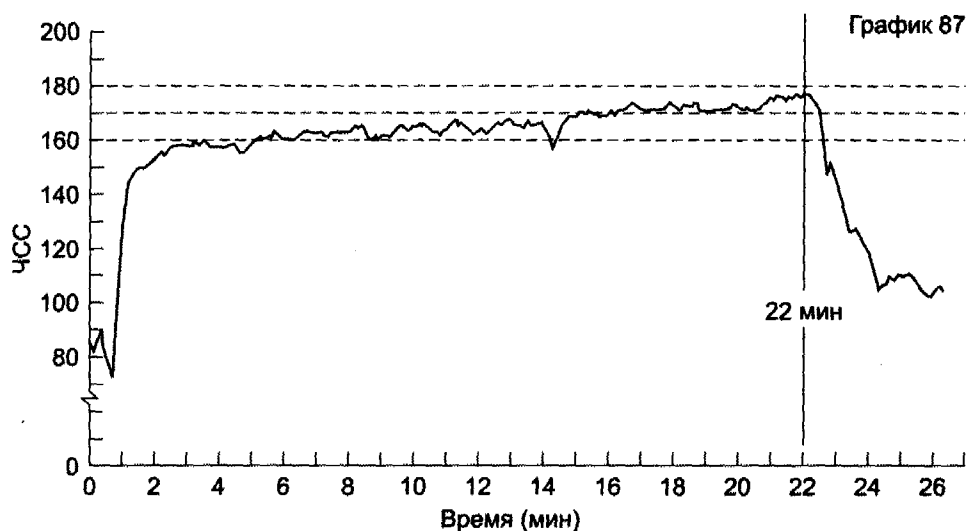


Во время гонки велосипедист в течение 55 мин ехал с интенсивностью выше уровня L4, который равен 180 уд/мин. ЧССмакс велосипедиста в гонке составила 197 уд/мин. Через 55 мин гонки велосипедист достиг максимального ацидоза и больше не мог поддерживать своих товарищей по команде. Тем не менее, он продолжал ехать с максимально возможной скоростью, чтобы уложиться в отведенное время.

С субъективной точки зрения велогонщик выкладывался до конца. Несмотря на это, его ЧСС и скорость снизились. Гонщик ехал с интенсивностью выше ЧССоткл очень долго. Кривая ЧСС довольно ясно показывает, что хорошо подготовленные спортсмены могут поддерживать высокую скорость в анаэробной зоне достаточно длительное время.

Гонка продолжительностью 22 минуты

На графике 87 показана динамика ЧСС профессионального велогонщика во время 22-минутной гонки. ЧСС во время гонки постепенно повышалась -от 160 уд/мин до практически 180. Резкий спад кривой на 14 минуте был вызван 180-градусным поворотом на трассе. Начиная с этого момента, велосипедист ехал навстречу сильному ветру, в результате чего ЧСС резко повысилась до более чем 170 уд/мин. Учитывая, что велогонщик в течение достаточно длительного времени мог без проблем ехать при пульсе выше 170 уд/мин, можно сделать вывод, что его скорость на первых 7-9 минутах дистанции была не самой оптимальной.



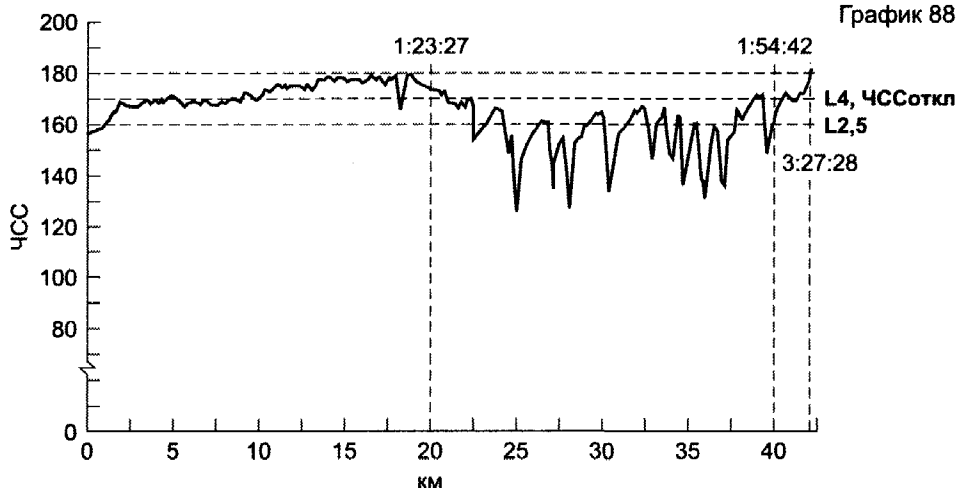
Значение правильного выбора скорости бега в марафоне

В этом разделе дается сравнение двух последовательных выступлений бегуна на марафонской дистанции. Спортсмен принимал участие в Эйндхо-венском марафоне в октябре 1986 года и Хелмондском марафоне в октябре 1987 года.

Опыт показывает, что оптимальная скорость бега в марафоне - это скорость при ЧСС 94,3% от ЧСС_{откл} или скорость при концентрации лактата 2,5 ммоль/л (V_{2,5}). В ходе лактатного теста, проведенного перед Эйнд-ховенским марафоном, была найдена ЧСС спортсмена на уровне 2,5 ммоль/л, которая составила 160 уд/мин, и скорость V_{2,5}, которая составила 3,72 м/с. Зная скорость V_{2,5}, можно высчитать оптимальное время прохождения марафона, которое в данном случае равно 3:09:00.

ЧСС_{откл} бегуна, установленная в ходе бегового теста без измерения уровня лактата, составила 170 уд/мин, а значит оптимальная марафонская ЧСС, высчитанная из ЧСС_{откл}, также равна 160 уд/мин.

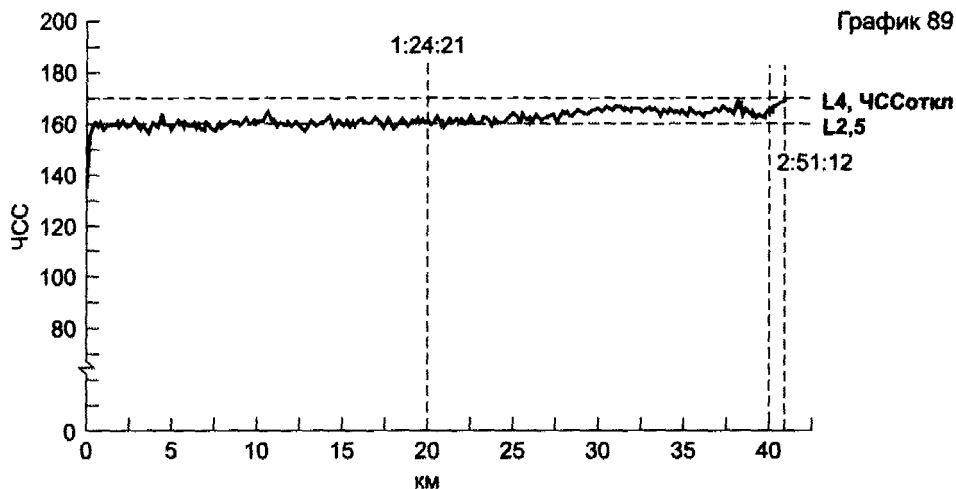
В Эйндховенском марафоне спортсмен сразу начал бег в быстром темпе. Со старта и до 23 км дистанции его ЧСС намного превышала 160 уд/мин (график 88). На оставшихся 19 км дистанции спортсмен уже не мог поддерживать выбранную им интенсивность, и вынужден был снизить темп. Его ЧСС также снизилась. Первые 20 км он преодолел за 1:23:27, а вторые 20 км за 1:54:42. Общее время марафона составило 3:27:28, то есть практически на 18,5 минут хуже оптимального времени.



Перед Хелмондским марафоном ЧСС на уровне L2,5 и ЧССоткл бегуна не изменились. Хотя работоспособность значительно выросла, то есть при той же ЧСС спортсмен бежал быстрее. Скорость V2.5 уже равнялась 4,06 м/с, а предполагаемое время марафона улучшилось на 16 мин и составляло 2:53:00.

В Хелмондском марафоне спортсмен начал бег более осторожно, удерживая пульс на уровне 160 уд/мин (график 89). После двух часов бега пульс вырос до 163-168 уд/мин.

В этот раз бегун смог пробежать марафон быстрее запланированного времени почти на 2 мин. Спортсмен сумел правильно разложить свои силы, что позволило ему пробежать дистанцию в одном темпе.



Глава 5 Перетренированность

Улучшение работоспособности достигается путем тренировки, которая нарушает некое равновесие в организме. Для восстановления этого равновесия организму необходим определенный период отдыха.

Причины возникновения перетренированности

Если объем и интенсивность тренировки верные, а период отдыха достаточно продолжительный, организм не только восстанавливается, но и превышает свои прежние возможности. Данное явление называется суперкомпенсацией. На графике 90 проиллюстрирован принцип суперкомпенсации.

Восстановление - необходимая часть тренировочного процесса. К сожалению, многие спортсмены зачастую тренируются по принципу «чем больше, тем лучше» и пренебрегают достаточным отдыхом и восстановлением. В этом случае резко возрастает опасность перетренированности. При отсутствии восстановительного периода суперкомпенсации не происходит, и тренировки становятся неэффективными. С другой стороны, если восстановительный период длится очень долго, то эффект суперкомпенсации непродолжителен. Таким образом, тренировочный процесс является искусством, в котором необходимо найти верный баланс между тренировочными нагрузками и восстановительными периодами.

Сложность заключается в том, что время восстановления - это не постоянная величина, а величина, которая сильно варьирует от одной тренировочной методики к другой. Продолжительность восстановительного периода зависит от следующих факторов:

- Метода тренировки
- Тренировочного стажа
- Степени утомления
- Возраста
- Физической способности к восстановлению

Модель суперкомпенсации, представленная на графике 91, наглядно демонстрирует, как возникает перенапряжение у спортсменов, которые много тренируются и мало отдыхают. Подобная практика неминуемо и кумулятивно снижает общий уровень физических возможностей спортсмена. При длительном периоде недовосстановления неизбежно возникает перетренированность.

График 90

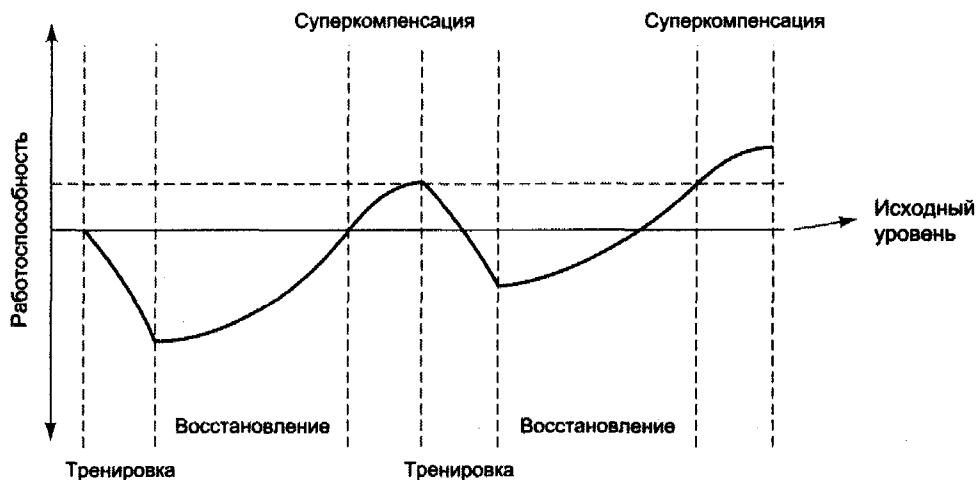
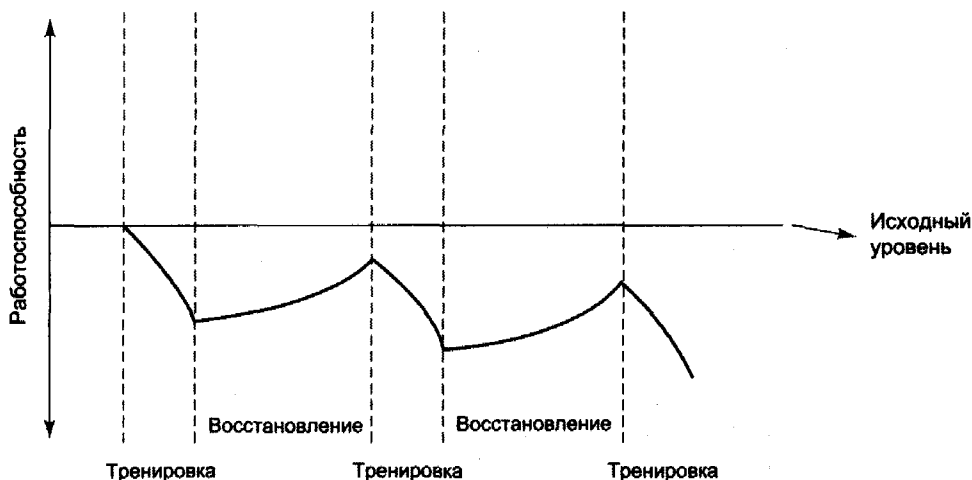


График 91



В процессе восстановления важное участие принимают гормональная и нервная системы. Обе системы управляются и координируются неким центром в мозгу, который называется гипоталамусом. Главная задача гипоталамуса - управлять реакцией организма на различные внешние раздражители. Раздражителем может быть как физическая нагрузка (например, интенсивное тренировочное занятие), так и психологический стресс (проблемы дома или на работе). Гипоталамус может справиться с определенным физическим и психологическим давлением, однако при превышении

допустимых пределов работа гормональной и нервной систем нарушается, что и происходит при перетренированности. К факторам, оказывающим сильное стрессовое воздействие на организм, относятся:

- Личные проблемы (связанные с частной жизнью или работой)
- Экзаминационный период в школе, университете, институте
- Участие в большом количестве стартов
- Боязнь неудачи
- Пищевой дефицит
- Смена климата
- Нарушение суточного ритма
- Инфекционные заболевания
- Аллергические реакции
- Тренировки в горных условиях

Вышеперечисленные факторы временно снижают физические возможности организма. Если спортсмен не принимает во внимание эти факторы и продолжает усиленно тренироваться вопреки сниженным физическим возможностям, он впадает «в штопор», что в конечном итоге приводит к перетренированности.

Наиболее распространенные причины перетренированности

Ошибки в тренировочном процессе

Совершить ошибку в тренировочном процессе несложно. К некоторым из таких ошибок относятся быстрое наращивание тренировочных нагрузок, высокая интенсивность при выполнении длительных тренировок, большой объем при выполнении интервальных тренировок, раннее возобновление интенсивных тренировок после болезни или травмы. Любое жесткое непоколебимое правило в тренировочной программе потенциально опасно.

Интенсивный график соревнований

Чрезмерно большое количество стартов за короткий промежуток времени может привести к перетренированности. К перетренированности может привести плохой сон перед соревнованиями в сочетании с неправильной тренировочной программой. Причиной перетренированности некоторых спортсменов часто становятся боязнь неудачи и непомерное давление со стороны спонсоров, прессы или родных.

Образ жизни

Образ жизни спортсмена сказывается на его физическом состоянии. Возникновению перетренированности способствуют

нерегулярный режим дня (например, работа в ночное время), недосыпание и отсутствие развлечений. Вред тренировочному процессу наносят курение и злоупотребление алкоголем.

Социальная обстановка

Общественная жизнь спортсмена влияет на его тренировки. Напряженная обстановка в семье и конфликты с друзьями оказывают стрессовое воздействие на человека. Спортсмен, испытывающий перегрузки на работе, в школе или в институте, находится под высоким риском возникновения симптомов перетренированности. Неудовлетворенность работой или учебной также может оказывать пагубное воздействие.

Заболевания

Инфекционные заболевания ограничивают тренировочное воздействие. Хроническое воспаление (такое как тонзиллит, ларингит или синусит) ослабляет защитные силы организма. Спортсмен с расстройством пищеварения, высокой температурой, анемией или диареей не может надеяться на проведение тренировки в обычном режиме. Даже стоматологические проблемы негативно сказываются на тренировочном процессе.

Типы перетренированности

При чрезмерно высоких объемах и интенсивности тренировок повышается утомляемость и снижается уровень работоспособности. Если своевременно взять необходимый отдых, то полного восстановления можно добиться уже через несколько дней. Однако многие спортсмены объясняют свою быструю утомляемость недостатком тренировок и воспринимают это как сигнал к еще большему увеличению тренировочной нагрузки. Таким образом, они перенапрягают свою нервную и гормональную системы, что приводит к возникновению симптомов перетренированности. Первым симптомом перетренированности является гиперактивность симпатической нервной системы.

Симпатическая перетренированность

В случае симпатической перетренированности могут появиться один или несколько из следующих симптомов:

- Плохое восстановление ЧСС после нагрузки
- Высокая ЧСС в покое
- Быстрое наступление усталости
- Снижение аппетита и потеря веса

- Сердцебиение
- Плохая спортивная работоспособность
- Сильная болезненность мышц
- Эмоциональная неустойчивость
- Беспокойный сон
- Нервозность
- Потеря концентрации
- Чувство тревоги
- Потливость
- Снижение интереса к тренировкам
- Повышенный риск травмы
- Повышенный риск инфекции

При первых симптомах симпатической перетренированности объем и интенсивность тренировок должны быть резко и незамедлительно снижены. Если быстро принять необходимые меры, улучшения можно достичь через несколько недель. Данный тип перетренированности часто встречается у интенсивно тренирующихся спортсменов. Часто выполняемые высокоинтенсивные тренировки чаще всего ведут к симпатической перетренированности. После таких тренировок требуется восстановительный период около 3 дней. Количество интенсивных интервальных тренировок в неделю (включая соревнования) не должно превышать двух.

Если спортсмен игнорирует симптомы симпатической перетренированности и продолжает неудержимо тренироваться, то гормональная и нервная системы полностью истощаются, в результате чего доминирующей становится парасимпатическая нервная система. В этом случае наступает парасимпатическая перетренированность, симптомы которой противоположны симпатическому типу.

Парасимпатическая перетренированность

К некоторым симптомам парасимпатической перетренированности относятся:

- Постоянный вес тела и нормальный аппетит
- Зачастую наблюдается нормальное восстановление ЧСС после нагрузки
- Низкое кровяное давление
- Низкая ЧСС в покое
- Депрессия
- Усталость
- Сонливость
- Вялость

- Гипогликемия
- Повышенный интерес к тренировкам

Парасимпатическая перетренированность часто встречается у спортсменов на выносливость, которые выполняют большой объем тренировочной работы. В случае парасимпатической перетренированности на восстановление могут уйти недели и даже месяцы.

Как распознать перетренированность

Диагноз перетренированности можно поставить после досконального опроса спортсмена, однако главным показателем все же остается плохая работоспособность спортсмена. Важную информацию может предоставить также лактатная кривая. В этом случае необходимо сравнивать данные текущего тестирования с тестами, проводящимися до возникновения симптомов перетренированности. В случае перетренированности спортсмен будет иметь более низкие лактатные показатели при максимальной и субмаксимальной нагрузках. Такое явление называется лактатным парадоксом.

Лактатный парадокс

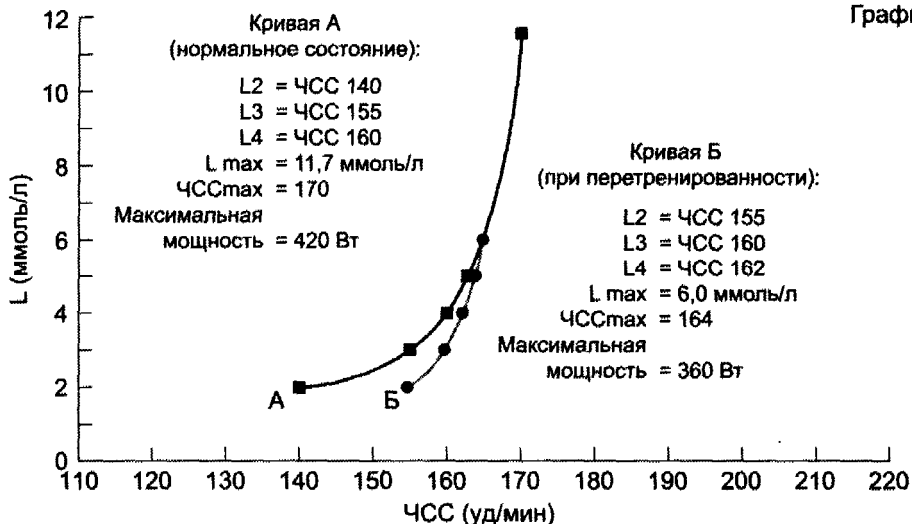
По мере улучшения функционального состояния лактатная кривая смещается вправо. Но в определенных обстоятельствах сдвиг вправо не является показателем улучшения работоспособности, что вызывает ряд проблем при интерпретации лактатной кривой (график 92).

Для формирования лактата необходимы углеводы, а когда запасов углеводов недостаточно, процесс его формирования нарушается, что отражается на лактатной кривой. Низкие углеводные запасы часто встречаются на следующий день после изнурительной тренировки, при утомлении, в периоды голодания, после длительной тренировки и при всех видах перетренированности. В этих случаях нарушается процесс гликолиза, в результате чего концентрация лактата во время нагрузки остается низкой.

При низких углеводных запасах или перетренированности лактатные показатели как во время легкой, так и во время напряженной тренировки, остаются парадоксально низкими. При лактатном парадоксе может показаться, что функциональное состояние улучшилось, хотя на самом деле все обстоит совсем не так. При лактатном парадоксе кривая ЧСС/лактат смещается вправо,

однако смещение кривой сопровождается снижением предельных возможностей организма. Максимальные лактатные показатели и максимальная ЧСС в большинстве случаев не достигаются.

График 92



Чтобы при тестировании лактатная кривая соответствовала функциональному состоянию, спортсмен должен соблюдать ряд правил. Сравнивать результаты тестов, выполняемых в разное время, и делать верные выводы можно только в том случае, когда тестирование проводится в одинаковых условиях. Важно знать, при какой скорости или при какой мощности нагрузки достигаются максимальные концентрации лактата. У спортсменов высокого класса, находящихся в хорошем физическом состоянии, сочетание высокой максимальной скорости и относительно низкого содержания лактата весьма вероятно. Передвижение на велосипеде со скоростью 50 км/ч, сопровождающееся уровнем лактата 3,5 ммоль/л, является скорее не лактатным парадоксом, а показателем высочайшей спортивной формы.

ЧСС и перетренированность

Незначительное повышение ЧССпокая на 5-6 ударов может являться показателем недостаточного восстановления. Таким образом, регулярно измеряя утренний пульс, можно обнаружить перетренированность на ранней стадии ее развития. С еще большей вероятностью возможную перетренированность можно выявить, измеряя ЧСС во время сна. При перетренированности спортсмен

отмечает, что во время тренировок поддерживать обычный тренировочный темп сложнее, пульс при этом повышен. В случае симпатической формы перетренированности может наблюдаться медленное снижение ЧСС после тренировки.

Следствием возникновения симптомов перетренированности могут быть не только чрезмерные нагрузки, но и другие причины. К некоторым из них относятся анемия, инфекционные заболевания (особенно вирусные, такие как мононуклеоз и грипп), расстройства щитовидной железы, почек и надпочечников, расстройства сердечной мышцы и диабет. Эти причины можно исключить только после всестороннего медицинского обследования.

Хорошим помощником в распознавании ранних признаков перетренированности может служить дневник тренировок. Ежедневные записи, указывающие на повышенный утренний пульс, изменения в весе или плохие результаты на тренировках, при одинаковом или повышенном объеме и/или интенсивности нагрузок, требуют незамедлительной переоценки тренировочной программы.

Вирусные инфекции

Вирусные инфекции широко распространенное явление. За год взрослый человек может переболеть вирусной инфекцией шесть раз. Самыми распространенными вирусами у людей являются вирус гриппа, рино-вирус, вирус Коксаки, аденовирус, цитомегаловирус, вирус Эпштейн-Барр (являющийся причиной мононуклеоза). Вирусные инфекции поражают главным образом глотку и бронхи. Вирусы проникает в клетку и начинает размножаться в ней. Накопившись в клетке, вирусы разрывают ее оболочку, и проникают в соседние клетки. Вирусное заболевание может протекать бессимптомно, но больной может жаловаться на усталость, быстрое утомление после физической нагрузки и болезненность мышц. Антибиотики не действуют на вирусы. Большинство вирусных инфекций не являются опасными; человек испытывает легкое недомогание в течение нескольких дней, но может продолжать обычную жизнь. Однако серьезность болезни сильно варьирует, а ее продолжительность определяется главным образом сопротивляемостью организма.

Интенсивно тренирующиеся спортсмены более восприимчивы к болезням, чем обычные люди. Спортсмены наиболее уязвимы по отношению к холодной погоде (особенно велосипедисты, которые известны своими бронхиальными инфекциями в начале сезона). Кроме того, спортсмены не редко являются членами большой группы

и поэтому чаще подвергаются воздействию вирусов. Интенсивные тренировки временно ослабляют иммунную систему спортсменов, делая их более восприимчивыми к вирусным инфекциям.

Вирусные инфекции могут повреждать мышечные ткани, включая сердечную мышцу. Внезапная смерть, вызванная нарушением сердечной деятельности, может являться осложнением вирусной инфекции. Некоторые из упомянутых вирусов, особенно вирус Коксаки, иногда вызывают воспаление сердечной мышцы - миокардит, который может стать причиной внезапной смерти во время выполнения нагрузки. При вирусном заболевании никогда не следует интенсивно тренироваться, при наличии же температуры тренировки должны быть временно приостановлены. Спортсмены, страдающие астмой, должны быть очень осторожны при бронхиальной инфекции, поскольку физическая нагрузка может вызвать астматический приступ.

При заражении вирусом работоспособность спортсмена снижается; он хуже справляется с нагрузками и подвергается высокому риску перетренированности, если не снижает интенсивность тренировок. Вирусные инфекции влияют на работоспособность, угнетая вентиляционную и сердечную функции. При вирусной инфекции мышечная сила может снизиться на 15%. Таким образом, легкие вирусные инфекции могут быть причиной необъяснимого ухудшения функционального состояния. Когда утрату физической формы нельзя ничем объяснить, необходимо медицинское обследование для исключения вирусной инфекции.

Установить точную дату возобновления тренировок после перенесенного вирусного заболевания достаточно сложно. При легкой форме инфекции необходимо временное снижение интенсивности, однако в случае тяжелого или продолжительного заболевания необходимо полностью приостановить тренировки; возобновление тренировок в данном случае возможно только после исчезновения всех симптомов болезни. Втягиваться в тренировочный процесс после болезни нужно постепенно, начиная с аэробных тренировок, при которых ЧСС не превышает 140 уд/мин.

За последние несколько лет ученые узнали много нового о взаимосвязи между физическими нагрузками, инфекциями и иммунитетом. Хотя пространство для исследований еще остается огромное, кое-какие выводы уже можно сделать сейчас.

Наиболее важным открытием является то, что физические нагрузки, инфекции и иммунитет тесно связаны между собой. Умеренные аэробные тренировки стимулируют иммунную систему. Продолжительные и изнурительные нагрузки подавляют иммунную

систему, делая спортсмена более восприимчивым к инфекции. Физические нагрузки могут приводить к повреждению тканей, которые, в свою очередь, могут действовать как инфекционные агенты. Поворотным пунктом, при котором стимуляция переходит в угнетение, является интенсивность, составляющая 70% от максимального усилия. Менее известно о влиянии на иммунную систему продолжительности нагрузки. Поскольку минеральные вещества, такие как цинк и медь, играют важную роль в функционировании иммунной системы, спортсменам, подвергающимся длительным и интенсивным нагрузкам, рекомендуется дополнительный прием минеральных препаратов. Гигиена, хорошее питание, полноценный отдых и вакцинации снижают вероятность

заражения инфекцией. Для спортсменов с повышенным риском возникновения инфекционного заболевания разумен дополнительный прием иммуноглобулинов.

Действия, которые следует предпринимать в случае возникновения перетренированности

- Исключите умственное напряжение.
- Займитесь приятными делами, придумайте себе развлечения.
- Займитесь активным отдыхом на свежем воздухе в спокойной обстановке. Это может быть, например, прогулка в лесу. Пассивный отдых не советуется, потому что полный запрет на физическую деятельность обычно приводит к еще большему дискомфорту.
- Употребляйте пищу, богатую витаминами.
- Принимайте расслабляющие ванны, запишитесь на массаж, посещайте сауну.
- Не участвуйте в соревнованиях в течение нескольких недель.
- На 1-2 недели сократите уровень тренировочной деятельности; объем и интенсивность должны быть снижены на 50%.
- Снижьте интенсивность занятий; то есть исключите интервальные тренировки; интенсивность на других тренировках не должна превышать 75% от максимальной ЧСС.
- Проводите все тренировки на легкой передаче (велосипедистам).
- При исчезновении всех признаков перетренированности можно возобновить тренировочную деятельность, вначале постепенно увеличивая объем, а затем и интенсивность.
- Спортсмен может начать участвовать в соревнованиях, только когда сможет без проблем выполнять интенсивные тренировки.

Глава 6. Сердечно-сосудистая система

Сердце - это мышечный насос. Сокращаясь, сердце выталкивает кровь в артерии, по которым она разносится по всему телу. В покое сердце перекачивает в среднем от 4 до 5 л крови в минуту. Кровь транспортирует кислород и питательные вещества к органам и мышцам, а также доставляет побочные продукты обмена веществ к почкам и печени.

Строение сердца

Сердце состоит из двух половинок - левой и правой, в каждой из которых находится предсердие и желудочек (схема 5.1). Оба желудочка связываются с артериями. Артерия, привязанная к правому желудочку, ведет к легким и называется легочной артерией. Артерия, привязанная к левому желудочку, ведет к телу и называется аортой. Предсердия и желудочки, а также желудочки и артерии, соединены между собой клапанами, которые предотвращают обратный ток крови.

Ритм сердца задается так называемым синусовым узлом, который испускает электрические импульсы, распространяющиеся по стенкам сердца. Под воздействием импульса сердце сокращается: вначале предсердие, а затем желудочек. Во время сокращения кровь выталкивается в аорту и разносится по телу. В покое сердце нетренированного человека сокращается 60-70 раз в минуту, но при нагрузке количество ударов сердца может вырасти до 160-220, в зависимости от возраста.

Пройдя большой круг кровообращения, кровь из организма возвращается в правое предсердие. В покое вернувшаяся из тела кровь насыщена кислородом на 75%, а при интенсивной нагрузке, только на 20%. Из правого предсердия кровь попадает в желудочек, а затем в легочную артерию. В легких кровь освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом. Насыщенная кислородом кровь направляется в левое предсердие, а затем и в левый желудочек, из которого она выталкивается в аорту и разносится по всему организму. Для выполнения такой тяжелой работы сердцу самому требуется кровь, которая поставляется к нему через систему артерий, расположенных вокруг сердца. Эти артерии называются коронарными.

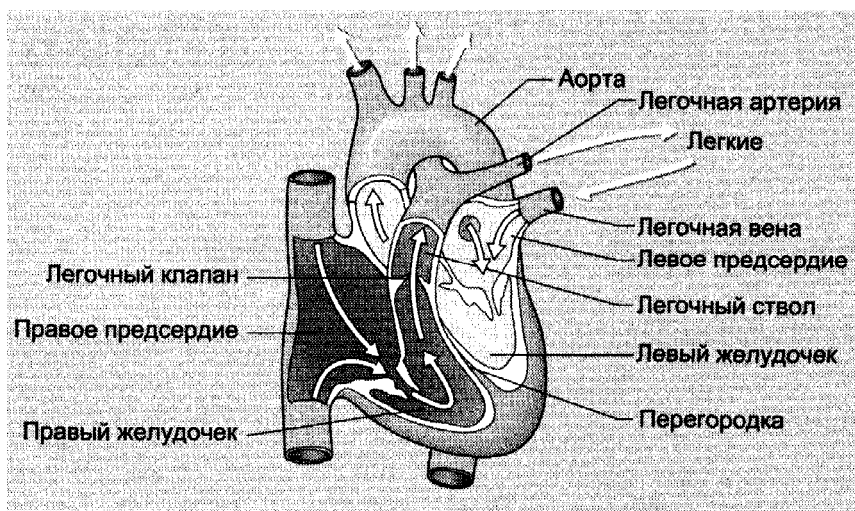


Схема 5.1 Строение сердца.

Благоприятное влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему

Спортивная тренировка оказывает множество положительных воздействий на здоровье человека и, в частности, на сердечно-сосудистую систему. Уменьшается количество жира в организме, что снижает риск ожирения. Снижается уровень холестерина и общего триглицерида в крови, а доля холестерина липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) увеличивается. Благоприятное воздействие высокого уровня холестерина ЛПВП объясняется его способностью противостоять сердечно-сосудистым заболеваниям. Доля холестерина липопротеинов низкой плотности, которые не оказывают такого благоприятного воздействия, снижается. Плотность капилляров в сердечной мышце увеличивается, а артериальное давление снижается. Спортивная тренировка в сочетании с контролируемой диетой оказывает благоприятное воздействие на больных диабетом. Занятия спортом обычно сопровождается здоровым образом жизни: люди, которые регулярно тренируются, редко курят и в меньшем количестве или вовсе не употребляют алкоголь. Люди, занимающиеся спортом, легче справляются со стрессовыми ситуациями, поскольку физические нагрузки снимают нервное напряжение. Таким образом, регулярные занятия спортом повышают качество жизни человека.

Поскольку бездеятельность приводит к очевидному снижению

сердечной функции, недостаток физических нагрузок считается одним из факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. У здоровых молодых людей наблюдалось снижение сердечной функции на 10-15% после периода постельного режима. Наибольшее снижение сердечной функции отмечалось у тех испытуемых, которые имели самые высокие показатели максимального потребления кислорода (МПК) и объема сердца до начала исследования.

Недостаток физических нагрузок в сочетании с избыточным весом является основной проблемой в странах Запада. В России вследствие сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно умирает более миллиона человек. Для людей со значительным избытком веса риск смерти от сердечнососудистого заболевания повышен в 2,5 раза. Важной причиной патологического ожирения является нехватка физических нагрузок. Регулярная физическая деятельность снижает ожирение и уменьшает вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний. Тремя наиболее важными факторами риска сердечного приступа являются курение, высокое давление и высокий уровень холестерина. При наличии всех трех факторов вероятность сердечного приступа у человека увеличивается в 5 раз.

Женщины в меньшей степени, чем мужчины, подвержены риску возникновения острых сердечных проблем во время нагрузки или спустя несколько часов после нее. Женщины среднего возраста реже страдают от сердечных приступов, чем мужчины того же возраста. Это связано с тем, что уровень холестерина ЛПВП у женщин благодаря женскому гормону эстрогену на 25% выше, чем у мужчин. Кроме того, женщины намного меньше курят. Занятия спортом положительно влияют на концентрацию холестерина ЛПВП, так как действительно снижают вес тела и заставляют отказаться от курения. С каждым повышением ЛПВП на 1 мг/дл крови риск ишемической болезни сердца снижается на 2-3%.

В последние десятилетия стало очевидным, что занятия интенсивными видами спорта на выносливость не оказывают пагубного воздействия на сердце. При регулярных тренировках сердце адаптируется к тяжелым нагрузкам и функционирует более эффективно во время напряженных физических усилий.

Под воздействием регулярных физических нагрузок полости сердца увеличиваются, а его мышечные стенки становятся толще, что позволяет сердцу перекачивать больше крови за один удар. Сердце, претерпевшее такие адаптационные изменения, называется «спортивным». «Спортивное сердце» - явление обычной физиологической адаптации к регулярным физическим нагрузкам, хотя раньше это считалось патологией.

Ударный и минутный объемы сердца

У обычных людей сердце во время физической нагрузки бьется чаще. У спортсменов при той же нагрузке сердце бьется реже, но сильнее, что связано с большим объемом (емкостью) левого желудочка, которое способно выталкивать в аорту значительно больше крови за один удар (ударный объем, УО). Таким образом, только за счет увеличения емкости левого желудочка, ЧСС значительно снижается.

Минутный объем сердца (МОС) - величина, обозначающая количество перекачиваемой сердцем крови в минуту. МОС высчитывается по следующей формуле:

$$\text{МОС} = \text{УО} \times \text{ЧСС},$$

где МОС - объем крови в миллилитрах, перекачиваемый сердцем в минуту, УО - ударный объем, а ЧСС - частота сердечных сокращений, измеряемая в ударах сердца в минуту.

УО у мужчин выше, чем у женщин. МОС у мужчин на 10-20% выше, чем у женщин, несмотря на одинаковую ЧСС_{макс}. Под воздействием тренировок размеры сердца женщин увеличиваются, а вместе с ними увеличивается и ударный объем, однако разница между мужчинами и женщинами за счет тренировок полностью не компенсируется.

При переходе из горизонтального положения тела в вертикальное ударный объем сердца уменьшается, а работоспособность снижается. Наклонное положение велосипедистов не только улучшает аэродинамику, но и увеличивает ударный объем их сердца. При выполнении максимального теста на велоэргометре ЧСС часто снижается в тот момент, когда человек наклоняется вперед до самого руля.

В таблице 6.1 дается сравнение функциональных показателей сердца обычного человека и спортсмена. Из таблицы видно, насколько велики могут быть адаптационные изменения, вызванные регулярными нагрузками.

Таблица 6.1 Сравнение функциональных показателей сердца обычного человека и спортсмена

	Обычный человек	Спортсмен на выносливость
Ударный объем сердца (УО)	90 мл	200 мл
ЧСС в покое (ЧССпокоя)	75 уд/мин	40 уд/мин
Максимальная ЧСС (ЧССмакс)	180 уд/мин	180 уд/мин
МОС в покое (МОСпокоя)	6750 мл/мин	8000 мл/мин
Максимальный МОС (МОСмакс)	16200 мл/мин	36000 мл/мин

Спортивное сердце

Транспортировка кислорода к работающим мышцам - это один из решающих факторов, определяющих возможности человека к выполнению тяжелой мышечной работы. Для окисления углеводов и жирных кислот мышцы должны получать достаточное количество кислорода. Под воздействием тренировок аэробные способности мышц повышаются - они поглощают больше кислорода и, следовательно, вырабатывают больше энергии.

Сердечно-сосудистая система играет важную роль в обеспечении работающих мышц кислородом. Под воздействием продолжительных аэробных нагрузок сердце спортсмена претерпевает некоторые изменения, к которым относится в частности увеличение размеров сердца. Является ли увеличение объемов сердца физиологической адаптацией? По этому поводу ведется много разговоров. Некоторые исследователи считают, что длительная и изнуряющая работа может нанести сильный вред сердечной мышце в кратчайшие сроки. В 19 веке бытовало суждение, что средняя продолжительность жизни спортсменов меньше, чем у обычных людей.

Даже в 50-х годах нашего столетия ученые писали, что спортивное сердце - это «больное» сердце. По мере совершенствования знаний о спортивном сердце становилось очевидным, что перестройка сердца в ответ на физические нагрузки практически всегда имеет физиологический характер и не имеет ничего общего с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Благодаря новым методам исследования, и в особенности эхокардиографии, растет понимание сути проблемы. Но все же остаются нерешенными многие вопросы, и главным образом из-за того, что не всегда получается сходу провести различие между спортивным сердцем и сердцем, увеличенным вследствие болезни. Сделанные на скорую руку и необдуманные заключения

врачей приписывают многих здоровых спортсменов к больным с сердечной патологией. Именно по этой причине данная тема, хотя и является специализированной, обсуждается в этой книге.

Изменения, происходящие в сердечнососудистой системе под воздействием тренировок на выносливость

При занятиях видами спорта на выносливость повышается МОС. У подготовленных велосипедистов максимальная величина МОС составляет примерно 35 л крови в мин, у нетренированных всего лишь 20 л/мин. В видах спорта на выносливость сердцу приходится справляться с большим объемом поступающей крови, что означает хроническую объемную перегрузку.

Другим заметным изменением, связанным с тренировками, является снижение утреннего пульса. У хорошо подготовленных спортсменов утренний ЧСС менее 30 уд/мин не является редкостью. Снижение утреннего пульса происходит под действием вегетативной нервной системы. Вегетативная нервная система состоит из двух частей - симпатической и парасимпатической. В обычной обстановке между этими частями сохраняется определенное равновесие. Под воздействием тренировок на выносливость парасимпатическая часть нервной системы начинает доминировать, что оказывает влияние на блуждающий нерв - нерв, который управляет ритмом сердца. Несмотря на снижение ЧССпокоя, ЧССмакс у хорошо подготовленных спортсменов остается неизменной или снижается незначительно.

Под воздействием тренировок на выносливость сердце постепенно увеличивается в размерах. Вследствие хронической перегрузки также растет объем левого желудочка. Увеличивается толщина перегородки (стенки, разделяющей левый и правый желудочки) и толщина задней стенки левого желудочка, что способствует максимальному напряжению сердечных стенок. Большой левый желудочек, большой ударный объем и низкая частота сердечных сокращений являются следствием регулярных тренировок на выносливость.

Отклонения на ЭКГ

На ЭКГ можно заметить увеличение левого желудочка, которое намного чаще наблюдается у спортсменов на выносливость, чем у «силовиков». На ЭКГ можно увидеть неполную блокаду правой ножки пучка Гиса, что является следствием увеличения мышечной массы на верхушке сердца. У 10% спортсменов на выносливость отмечаются отклонения в сегменте ST (отрезок на кардиограмме).

Объяснения этому феномену не существует, однако большинство специалистов склонны считать, что эти отклонения не являются признаком нарушения функции сердечной мышцы. Во время легкой физической нагрузки отклонения в сегменте ST полностью исчезают. У пациентов с патологией сердца отклонения при нагрузке становятся еще более выраженными.

Отклонения на ЭКГ в покое, встречающиеся при спортивном сердце, зачастую нельзя отличить от острого сердечного приступа. Если кардиолог, читающий кардиограмму, не знает, что человек - спортсмен, он сразу же сделает предположение о наличии у него какого-либо нарушения со стороны сердца или о факте сердечного приступа. Благодаря скоропалительным и необдуманным решениям многие спортсмены из здоровых людей превращаются в тяжелобольных.

У хорошо подготовленных спортсменов на выносливость мышечная стенка левого желудочка может достигать толщины 13 мм. Толщина стенки более 13 мм является признаком патологического увеличения сердца. У спортсменов на выносливость наблюдается нормальная зависимость между мышечной массой и объемом сердца (т.е. отношение массы к объему обычное). У силовых спортсменов увеличивается только мышечная масса желудочка - на 30-70%, а значит увеличивается также и соотношение между массой и объемом.

Если тренировки продолжаются в течение длительного периода времени, сердце перестает увеличиваться. По-видимому, сердце имеет некий встроенный защитный механизм против перегрузки. Предстоит провести еще множество исследований, которые бы определили влияние длительных аэробных нагрузок на организм спортсмена. На мой личный взгляд, любые экстремальные физические нагрузки, с которыми, например, сталкиваются велосипедисты на «Тур де Франс», вредят сердцу спортсмена.

По завершении карьеры сердце спортсмена остается таким же большим. Оно может немножко уменьшиться, но уже никогда не станет обычным сердцем. Нет указаний на то, что в позднем возрасте люди со спортивным сердцем испытывают больше сердечных проблем, чем те, кто никогда не занимался спортом.

Увеличенное спортивное сердце является нормальной физиологической адаптацией организма, тем не менее, многие вопросы относительно спортивного сердца до сих пор остаются без ответа. До сих пор непонятно, например, почему спортивное сердце развивается не у всех спортсменов. Тренированные спортсмены, не обладающие спортивным сердцем, показывают такие же высокие результаты, как и его обладатели. У очень малого числа

велосипедистов-шоссейников встречается спортивное сердце. Возможно, развитие спортивного сердца зависит от предрасположенности и от наследственных факторов.

Отличительные особенности спортивного сердца

- Низкий пульс.
- Шум в сердце (в 40% случаев).
- Увеличенный объем сердца.

На кардиограмме (ЭКГ) могут быть выявлены следующие отклонения:

- Брадикардия - очень низкая ЧСС в покое, до 25 уд/мин.
- Безопасная аритмия (нарушение сердечного ритма); встречается в 60% случаев.
- Мерцание предсердий - периоды опасного нарушения ритма. Эти периоды появляются в самые неожиданные моменты, поэтому диагностирование очень затруднено.
- Блокада сердца. В 10% случаев встречается первая или вторая степень атриовенозной блокады типа Венкебаха, вызванная низкой ЧСС в покое. Нарушение проводимости тесно связано с интенсивностью тренировки и исчезает после прекращения нагрузки.

Глава 7. Кислородно-транспортная система

Если по какой-либо причине транспорт кислорода снижается, то организм пытается поддерживать его на необходимом уровне за счет повышения частоты сердечных сокращений (ЧСС). Однако повышенная ЧСС снижает работоспособность. Поэтому высокие результаты возможны только при наличии хорошо функционирующей системы транспорта кислорода.

Характеристики крови

В организме взрослого человека содержится около 5 л крови. Кровь состоит из двух компонентов: плазмы и клеток крови. Плазма - это прозрачная жидкость желтоватого цвета, в которой растворены клетки крови. Основную часть клеток крови составляют красные кровяные клетки - эритроциты. Продолжительность жизни эритроцитов - 90 дней. Каждый кубический миллиметр крови содержит от 4 до 6 миллионов эритроцитов. Эритроциты составляют 40-45% от общего объема крови. Процентное содержание эритроцитов в крови называется гематокритным числом (Ht). В норме гематокрит составляет у мужчин 40-54% взятого объема крови, у женщин - 37-50%.

Красный цвет крови обусловлен железистым белком - гемоглобином (Hb). Гемоглобин способен связывать кислород и переносить его из легких к мышечным клеткам. Один грамм Hb может связывать 1,34 мл кислорода. У мужчин среднее содержание Hb в крови составляет 15 г на 100 мл (1 дл) крови, у женщин - 12 г на 100 мл. Таким образом, с 1 дл крови мужчины может быть перенесено $1,34 \times 15 = 20$ мл кислорода, с 1 дл крови женщины - $1,34 \times 12 = 16$ мл.

Так как концентрация Hb у мужчин примерно на 10% выше, чем у женщин, функциональные возможности их кислородно-транспортной системы также выше. Кроме того, многие женщины-спортсменки часто балансируют на грани анемии, что может быть вызвано менструальными кровотечениями, потерями железа в результате тренировок, ограниченным питанием. У женщин-спортсменок анемия, связанная с дефицитом железа, - широко распространенное явление.

В норме уровень Hb в крови мужчин составляет 8,7-10,9 ммоль/л (13,9-17,4 г/дл), в крови женщин - 7,5-9,7 ммоль/л (12,0-15,5 г/дл). Формула перевода из одной единицы измерения в другую следующая: ммоль/л $\times 1,6 =$ г/дл.

Эритроциты связывают и переносят кислород. Если уровень Hb

уменьшается с 10 ммоль/л до 9, то способность крови переносить кислород снижается на 10% (т.е. кровь сможет переносить на 10% меньше кислорода). При этом максимальное потребление кислорода (МПК) также снижается примерно на 10%, так как эта величина сильно зависит от кислородно-транспортных возможностей. При снижении транспорта кислорода неминуемо ухудшается работоспособность, поскольку анаэробная система подключается в энергообеспечение нагрузки при относительно более низкой скорости передвижения, приводя к более раннему образованию молочной кислоты. При снижении Hb увеличивается ЧСС, так как для поддержания того же уровня транспорта кислорода при меньшем количестве гемоглобина сердце должно перекачивать больше крови.

Причины снижения транспорта кислорода

К возможным причинам существенного для спортсмена снижения кислородно-транспортных возможностей крови относятся кровопотери, недостаток кислорода в воздухе, блокада Hb и анемия.

Кровопотери

При кровопотерях кислородно-транспортные возможности снижаются. Многие спортсмены регулярно сдают кровь в банки крови (обычно по 0,5 л крови за раз). После сдачи крови требуется 3-4 недели, прежде чем уровень Hb вернется к прежним значениям. В этот период способность спортсмена выполнять нагрузку на максимальном уровне снижена. По этой причине не рекомендуется сдавать кровь, когда до важного старта остается 3-4 недели.

Недостаток кислорода

Чем больше высота над уровнем моря, тем меньше в воздухе содержится кислорода. При подъеме на высоту 1800 м люди, живущие на уровне моря, ясно чувствуют нехватку кислорода. Работоспособность снижается в первые дни пребывания на высоте, пока организм приспосабливается к изменившимся условиям.

Блокада гемоглобина

Курение неблагоприятно сказывается на физических возможностях организма. Угарный газ (СО), вдыхаемый при курении, снижает его работоспособность, связывая гемоглобин в крови. СО связывает Нb в 200 раз быстрее, чем кислород, а это значит, что необходимо всего лишь небольшое количество СО, чтобы существенно снизить кислородную емкость крови. При выкуривании всего одной сигареты угарным газом связывается примерно 5% гемоглобина. На выведение СО из организма требуется много времени. У заядлых курильщиков зачастую более чем 15% Нb привязано к СО. При снижении концентрации кислорода в крови снижается максимальное потребление кислорода, и соответственно снижаются физические возможности спортсмена.

Курение - не единственный источник СО. Большое количество СО выделяется вместе с выхлопными газами. Следовательно, не рекомендуется тренироваться в зоне большого скопления машин, например, бегать вдоль автомагистралей. На соревнованиях бегуны и велосипедисты часто преследуют машины и мотоциклы. Вспомните, например, велосипедистов, которые взбираются в гору на «Тур де Франс». Их окружает стая мотоциклов в тот самый момент, когда они начинают работать с максимальной мощностью. Потребление СО в такой ситуации должно быть значительным. На автомагистрали в Лос-Анджелесе, например, среднее содержание СО в воздухе составляет 5 частей на миллион. Если находиться на этой трассе или рядом с ней в течение всего одного часа, даже пассивно, концентрация СО в крови составит до 3%. После 8 часов она составит 8%.

Во время физической нагрузки дыхание учащается, что приводит к еще более быстрому повышению концентрации СО в крови. При концентрации СО 6% и выше велика вероятность возникновения некоторых серьезных проблем, таких как ослабление зрения, замедление реакции, снижение работоспособности. 6%-ная концентрация СО в крови достигается после часа пассивного пребывания на воздухе, содержащего 100 частиц СО на миллион. Такая концентрация часто фиксируется в туннелях и на светофорах Лос-Анджелеса. Обычное значение для СО в Лос-Анджелесе составляет 35 частей на миллион. Когда этот предел превышает, местные власти рекомендуют населению максимально ограничить выхлоп углекислого газа в атмосферу.

Анемия

Спортсмены на выносливость часто страдают от анемии, вызванной нехваткой железа в организме. Характерными признаками анемии являются низкий уровень Hb, сывороточного железа и ферритина. Женщины особенно восприимчивы к анемии вследствие ежемесячных менструаций. К классическим симптомам анемии у людей, не занимающихся спортом, относятся усталость, головокружение, ослабление зрения, сердцебиение, бледность кожных покровов. Возникают они при концентрации Hb ниже 6,5 ммоль/л.

Атлеты намного раньше начинают ощущать симптомы анемии, и эти симптомы несколько отличаются от симптомов людей, ведущих малоподвижный образ жизни. У них снижается работоспособность, они чувствуют сильную усталость после тренировок и соревнований. У спортсмена могут возникать боли в ногах при ходьбе или езде на велосипеде, или даже при подъеме по лестнице. Очень часто спортсмены чувствуют усталость во время ускорений. Спортсмены чувствуют утомление на следующий день после соревнований, у них высокий утренний пульс. Если Hb спортсмена снижается с 9,0 до 8,0 ммоль/л, его кислородно-транспортные возможности снижаются более чем на 10%. При снижении Hb ацидоз во время нагрузки наступает быстрее. При анемии снижение Hb отмечается в последнюю очередь. Железо является не только необходимым элементом для формирования Hb, оно также задействуется во всех видах метаболических процессов. Дефицит железа становится следствием не только снижения кислородно-транспортных возможностей, но и следствием недостаточного энергообеспечения.

У спортсменов на выносливость железодефицит может быть вызван целым рядом причин, к которым в частности относятся недостаточное содержание железа в потребляемой пище и общий состав питания. Так, чай и кофе препятствуют всасыванию железа, в то время как витамин С, принимаемый вместе с добавками железа или продуктами, содержащими железо, способствует его всасыванию. Следовательно, дефицит витамина С может способствовать развитию железодефицита.

Причиной дополнительных потерь железа может быть обильное потоотделение во время физической нагрузки. Снижение кислородно-транспортной функции у спортсменов может быть вызвано также гемолизом - разрушением эритроцитов вследствие механической или химической травмы. Механическая травма возникает при беге во время ударов ступни о землю. Химическая травма связана с недостатком кислорода или высокой концентрацией молочной кислоты. Как при механической травме, так и при химической,

продолжительность жизни эритроцитов сокращается.

Чрезмерные нагрузки иногда вызывают незначительные кровоизлияния в кишечник и мочевой пузырь, что приводит к потерям крови вместе с калом и мочой. Хронические интоксикации и, следовательно, циркулирующие в организме токсические вещества могут стать причиной хронической гемолитической анемии. Интоксикация может быть вызвана хроническим тонзиллитом, хроническим синуситом, воспалением корней зуба и другими инфекциями.

Для поддержания работоспособности следует не допускать дефицита железа. У спортсменов с низким статусом железа процессы восстановления после соревнований или напряженных тренировок проходят гораздо медленнее. Ярко выраженный дефицит железа ухудшает работоспособность и вызывает усталость. Чтобы получать необходимое количество железа, спортсменам необходимо есть пищу богатую железом: петрушку, фасоль кормовую, салат-рапунцель (валерианница овощная), фасоль обычную, мозговой горошек, чечевицу, хлеб из непросеянной муки, цельнозерновой хлеб, яблочное пюре, мелассу, печень, свинину и говядину. Спортсмен должен избегать употребления чая и кофе во время приемов пищи, так как эти продукты препятствуют всасыванию железа. Спортсмены должны потреблять витамин С в виде фруктов, овощей, картофеля и фруктовых соков. Иногда в случаях ярко выраженного железодефицита спортсменам может понадобиться дополнительный прием железа. Но принимать железосодержащие добавки следует только при наличии железодефицита, поскольку чрезмерное потребление железа может быть вредным.

Спортсмены на выносливость, выполняющие большие тренировочные объемы, должны регулярно проверять свой уровень Hb, сывороточного железа и ферритина. При обнаружении дефицита железа может потребоваться прием железосодержащих добавок.

Методы повышения кислородно-транспортной функции

Для достижения высоких результатов в видах спорта на выносливость необходима исключительная работа кислородно-транспортной системы. По мере улучшения функции транспорта кислорода увеличивается содержание Hb в крови, а значит, увеличивается МПК и функциональные возможности спортсмена. Если эритроциты не будут способны доставлять необходимое количество кислорода к мышцам, это скажется на работоспособности.

Спортсмены тем или иным способом с разной степенью результативности стремятся улучшить свою кислородно-транспортную функцию. Они тренируются на высоте, используют специальные приспособления типа носовых полосок и гипоксических палаток, и даже переливают кровь (кровяной допинг) или проходят курс эритропоэтина (ЭПО). Спортсмены с изначально высоким уровнем Hb, не получают заметной пользы, предпринимая такие действия. Но, как правило, у интенсивно тренирующихся спортсменов на выносливость уровень Hb низкий, а, следовательно, и недостаточные кислородно-транспортные возможности.

Горные тренировки

Во время нахождения на высоте и, соответственно, недостатке кислорода происходит стимуляция костного мозга, который начинает создавать дополнительные эритроциты. Этим фактом объясняется более высокий уровень Hb у жителей горных районов по сравнению с жителями равнины.

К планированию тренировочной программы, включающей тренировки на высоте, необходимо подходить с особой серьезностью. При одинаковой мощности нагрузки ЧСС на высоте будет выше, чем на уровне моря. В течение всего периода акклиматизации, как объем, так и интенсивность тренировок должны быть ниже обычного уровня. Если не выделять дополнительное время на восстановление, будет накапливаться усталость и тогда потребуются уже более длительный период восстановления. Во время тренировочных сборов на большой высоте всегда присутствует опасность переутомления и перетренированности спортсменов.

Наиболее подходящей для горных тренировок считается высота 2000-2500 м. Спортсменам на выносливость требуется минимум 3 недели для акклиматизации к этой высоте, хотя лучше, если этот

период составит 4-6 недель. При более низких высотах период акклиматизации может быть короче. Отслеживать степень акклиматизации можно по утреннему пульсу.

В первые дни пребывания на высоте тренировки следует сократить, постепенно повышая объем и интенсивность нагрузок. Спортсмен не должен форсировать тренировки, хотя бы в первые несколько дней. Необходимо уделять особое внимание отдыху и восстановлению, разминке и «заминке», питанию, необходимо не допускать чрезмерного пребывания на солнце. При тренировках на высоте спортсмен должен быть уверен, что получает достаточное количество железа, и должен принимать дополнительное железо в случае его дефицита.

После возвращения к уровню моря, прежде чем начинать участвовать в соревнованиях, рекомендуется пройти 5-дневный период акклиматизации. К счастью, положительный эффект от пребывания на высоте длится намного дольше, поскольку продолжительность жизни эритроцитов составляет 90 дней.

Используя помещения с разреженным воздухом (гипобарические камеры), можно имитировать подготовку на высоте. Благодаря искусственно сниженному давлению воздуха в камерах создается более низкое парциальное давление кислорода.

Гипоксические палатки

Гипоксическими палатками пользуются многие профессиональные велосипедисты. В гипоксической палатке, например, вместе со всей своей семьей спал знаменитый бельгийский велогонщик Иохан Мюзеув. Теория использования гипоксических палаток сродни теории высотных тренировок: недостаток кислорода способствует улучшению функционального состояния.

При разбавлении обычного воздуха азотом снижается кислородное давление. Когда эта азотно-кислородная газовая смесь распыляется в палатке, в ней создается разреженная атмосфера с уменьшенным содержанием кислорода. Для этой цели оптимально иметь азотный баллон. Однако он довольно тяжелый, и поэтому его применение затруднено для спортсменов, которые часто переезжают с места на место, пользуются самолетами и живут в гостиницах во время соревновательного сезона.

Гипоксические палатки решают транспортную проблему и имитируют горные условия за достаточно небольшие деньги. Разреженная атмосфера в палатке создается при помощи электрического генератора. Спортсмен, который спит в такой палатке вдыхает воздух с 15%-ным содержанием кислорода, что сопоставимо

с нахождением на высоте 3000 м, только на высоте давление воздуха сниженное, а в палатке обычное. Палатка и генератор вместе весят около 30 кг и могут перевозиться в багажном вагоне или в автофургоне. Палатка быстро устанавливается и может использоваться даже в гостиничном номере.

Кровяной допинг

Кровяной допинг (взятие крови у человека и вливание этой же крови спустя некоторое время) временно увеличивает объем крови, и что самое важное повышает количество эритроцитов. Повышенный уровень Hb позволяет крови переносить больше кислорода и таким образом увеличивает аэробные способности спортсмена. Для переливаний чаще всего используется собственная кровь спортсмена. При использовании чужой крови могут возникнуть осложнения - гемолитические трансфузионные реакции и заражение инфекциями. Кроме того, при любом переливании существует опасность возникновения эмболии или тромбоза.

Эритропоэтин (ЭПО)

ЭПО это гормон, отвечающий за выработку эритроцитов из стволовых клеток костного мозга. ЭПО вырабатывается в почках и печени при низком кислородном давлении в крови, то есть при снижении потребления кислорода. Выработка ЭПО повышается при нахождении на высоте, при использовании гипоксической палатки или когда потребление кислорода снижается по другой причине - например, вследствие хронической недостаточности легких.

Экзогенный (искусственный) ЭПО производится методом рекомбинант-ной инженерии. Несмотря на то, что функции экзогенного и натурального ЭПО схожи, химически они отличны. Используя экзогенный ЭПО, человек может из хорошего спортсмена вмиг превратиться в потенциального чемпиона - потребление кислорода увеличивается на 8%, а продолжительность значительной по интенсивности нагрузки на 16%. Применение ЭПО запрещено антидопинговым комитетом.

Заключение

Анализ тренировок и научные исследования показывают, что тренировки часто проводятся при неправильной интенсивности. Спортсмены часто не понимают или не чувствуют свои тренировочные задания. Чтобы подбирать на тренировках правильную интенсивность, спортсмен должен прислушиваться к сигналам своего организма. Спортсмены, умеющие чувствовать свой организм, могут подбирать интенсивность с точностью до 0,5 ммоль/л лактата. Если спортсмен осознает свое самочувствие во время бега или педалирования при концентрации лактата 4 ммоль/л, он всегда сможет правильно установить эту интенсивность на тренировке. Как только спортсмен научится точно оценивать интенсивность своей нагрузки, у него в руках окажется отличный инструмент для управления тренировочным процессом. Интенсивность нагрузки определяется субъективно по 5-балльной шкале.

Интенсивность нагрузки

- 1 = очень низкая,
- 2 = низкая,
- 3 = средняя,
- 4 = высокая,
- 5 = очень высокая.

Неоднократно утверждалось, что оценка интенсивности нагрузки одним и тем же человеком достаточно постоянна. Высококвалифицированные спортсмены обладают высокой способностью субъективной оценки интенсивности, поскольку специально этому учатся.

Интенсивность нагрузки 4 ммоль/л ощущается как средняя. При улучшении физического состояния действительная работоспособность спортсмена при данной концентрации лактата повышается, однако интенсивность по-прежнему ощущается как средняя.

Тренировочная нагрузка, при которой показатели лактата составляют 2-4 ммоль/л, является оптимальной не только для спортсменов высокого класса, но и для любого, занимающегося спортом. Как правило, именно спортсмены среднего уровня и физкультурники чаще всего используют неправильные тренировочные методы, достигая полного изнеможения на тренировках. Такая активность не дает желаемой адаптации организма, которая могла бы повысить работоспособность.

При исследовании 50 человек - любителей бега, отобранных случайным образом без предварительного оповещения, - были обнаружены показатели лактата от 6 до 12 ммоль/л, при среднем показателе 8,5 ммоль/л. Если взять за норму уровень анаэробного порога - 4 ммоль/л, то у всех бегунов без исключения показатели лактата превышали эту норму. Те же самые результаты были получены при исследовании пловцов-любителей. Чтобы извлекать из адаптационных возможностей организма максимальную пользу, жизненно важно не превышать рекомендуемые лактатные границы. Для любителей бега это будет означать бег без одышки. Поскольку спортсмены-любители не имеют возможности проверять свой уровень лактата, им следует полагаться на показатели ЧСС.

Тренировки на выносливость здоровых мужчин и женщин в возрасте до 50 лет должны выполняться при ЧСС 130-160 уд/мин. Людям старше 50 лет следует тренироваться при пульсе, высчитываемом по следующей формуле: 180 - возраст. Аэробная нагрузка (бег, езда на велосипеде, плавание и т.д.) должна длиться 30-40 мин. Следуя этой программе 3-4 раза в неделю, человек гарантирует себе сохранение здоровья и стабильный рост результатов.

Отправной точкой для построения правильной тренировочной программы является задействование в тренировочном процессе различных систем энергообеспечения - фосфатной, лактатной и кислородной.

Задействование той или иной системы во время тренировочного занятия зависит от интенсивности и продолжительности нагрузки. Энергообеспечение коротких взрывных ускорений поддерживается за счет анаэробных систем (фосфатной и лактатной), энергообеспечение длительных упражнений средней интенсивности - за счет аэробной системы (кислородной). Каждая энергетическая система тренируется особым образом.

Тренировочная программа спортсменов на выносливость должна быть в первую очередь направлена на совершенствование аэробных способностей (аэробной выносливости). Оптимальная интенсивность для совершенствования аэробной выносливости находится в пределах аэробно-анаэробной транзитной зоны - между 2 и 4 ммоль/л. После достаточного увеличения аэробной выносливости в тренировочную программу вводятся тренировки, воздействующие на фосфатную и лактатную системы.

Различные типы тренировок должны включаться в общую тренировочную программу гармонично и в соответствующих пропорциях. Если одному отдельному типу тренировки уделяется повышенное внимание, то страдает общая работоспособность. Не

следует также забывать и о достаточном периоде восстановления между тренировками.

Многие спортсмены сталкиваются с трудностями при составлении тренировочной программы, делая существенные ошибки как в качестве, так и в количестве. Причина этих ошибок заключается в том, что спортсмены просто не знают, при какой интенсивности они тренируются. Устанавливая тренировочные задания более точно, согласно методам, изложенным в этой книге, спортсмен может научиться чувствовать тренировку при определенной интенсивности.

Спортсмен может научиться определять интенсивность нагрузки с точностью до 0,5 ммоль/л. Это позволит ему точно устанавливать интенсивность на тренировке согласно тренировочному заданию. Так, спортсмен будет точно знать, что он чувствует во время тренировки при концентрации лактата 2, 4, 6 или 10 ммоль/л.

Спортсмены часто недооценивают интенсивность, и слишком часто проводят чрезмерно интенсивные тренировки, в которых достигают высоких концентраций лактата, негативно влияющих на работоспособность. Такие тренировочные программы до сих пор встречаются очень часто.

Спортсмены, страстно желающие достичь максимальной работоспособности, зачастую тренируются очень интенсивно - они получают удовлетворение от тренировки только в том случае, когда ее интенсивность приближается к соревновательной. Ощущение изнеможения, появляющееся после таких тренировок, является результатом высоких концентраций лактата, которые могут достигать значений 10-20 ммоль/л. При чрезмерно напряженной тренировочной программе спортсмен, несмотря на все усилия, никогда не сможет достичь желаемого уровня работоспособности. В попытке достичь желаемой работоспособности спортсмен, как правило, еще больше повышает тренировочные нагрузки, однако результат оказывается абсолютно противоположным работоспособность еще больше снижается, а вслед за этим наступает перетренированность.

Ацидоз, являющийся следствием накопления лактата в мышцах, повреждает аэробную ферментативную систему. Эту систему можно рассматривать как фабрику, в которой зарождается аэробная энергия. Таким образом, ацидоз ухудшает аэробные способности спортсмена. После тяжелой тренировки с высокими концентрациями лактата организму требуется какое-то время на восстановление поврежденной аэробной ферментативной системы. Именно поэтому на следующий день после выполнения напряженной интенсивной работы всегда рекомендуется проводить легкую восстановительную тренировку.

Во многих видах спорта одновременно требуется хорошая

координация движений и большие аэробные способности. Координацию следует тренировать отдельно. Во многих видах спорта тренировки на координацию называются тренировками на технику или тренировками по совершенствованию технического мастерства. При показателях лактата выше 8 ммоль/л совершенствование координации нецелесообразно, поскольку невозможно выполнение сложных технических приемов. Чем выше содержание лактата, тем больше возникает трудностей при выполнении сложных технических приемов. Данное положение справедливо для футбола, тенниса, хоккея, конькобежного спорта, борьбы, гребли, лыжных гонок, циклокросса и многих других видов спорта.

Бесспорно, что интенсивные тренировки приводят к высоким концентрациям лактата, которые, в свою очередь, снижают аэробные способности и нарушают координацию. Кроме того, при выполнении интенсивных тренировок повышается вероятность получения травмы, так как ацидоз в мышцах является причиной микроскопического повреждения мышечной ткани. Незначительные повреждения мышц в случае недостаточного восстановления могут привести к более серьезным травмам.

Групповые тренировки во многих видах спорта часто неэффективны, поскольку тренировочное задание для всей группы может оказывать разный эффект на отдельных ее членов. Один спортсмен может, например, тренировать анаэробную систему, тогда как другой будет развивать аэробные способности, а третий и вовсе проводить восстановительную тренировку. Тренер должен знать о недостатках групповой тренировки. Задача тренера - адаптировать тренировки так, чтобы они приносили пользу каждому отдельному члену группы.

Для достижения высоких результатов в спорте необходим постоянный контроль за интенсивностью выполняемых нагрузок. Регистрация частоты сердечных сокращений совместно с измерением уровня лактата в крови или без него является наиболее надежным и объективным методом оценки тренировочной интенсивности. Этот метод недорог и доступен как профессионалам, так и спортсменам-любителям.

Словарь

V4 - скорость передвижения, соответствующая концентрации лактата 4 ммоль/л.

АДФ - аденозиндифосфат.

Алактатная анаэробная выносливость - способность выполнять максимальную работу в отсутствие кислорода. Предельная длительность этой работы составляет 10-20 с. Энергия поступает из высокоэнергетических фосфатов (АТФ и КрФ). Лактат не вырабатывается.

Анаэробная выносливость - способность мышц поддерживать работу в условиях недостаточного поступления кислорода.

Анаэробная лактатная выносливость - способность выполнять физическую работу в условиях недостаточного поступления кислорода с накоплением лактата в мышцах. Во время интенсивной нагрузки лактат начинает вырабатываться после 10-20 с работы и достигает максимальных концентраций в течение 60-180 с.

Анаэробное энергообеспечение - энергообеспечение в условиях недостаточного снабжения мышц кислородом, следствием которого является накопление лактата.

Анаэробные тренировки - высокоинтенсивные тренировки, выполняемые в зоне формирования лактата.

Анаэробный порог - уровень мощности нагрузки или скорости передвижения, выше которых происходит накопление лактата. Концентрация лактата на уровне анаэробного порога обычно равна 4 ммоль/л, хотя у некоторых спортсменов она может быть выше или ниже.

АТФ - аденозинтрифосфат, высокоэнергетическое соединение.

Ацидоз - накопление лактата в мышечных клетках.

Аэробно-анаэробная транзитная зона - зона, внутри которой энергия поставляется как аэробным, так и анаэробным путями.

Аэробное энергообеспечение - энергообеспечение при достаточном снабжении мышц кислородом; лактат не накапливается.

Аэробный порог. Любая нагрузка до этого уровня полностью обеспечивается аэробным путем. Концентрация лактата на уровне аэробного порога составляет примерно 2 ммоль/л.

Гликоген - форма, в которой глюкоза запасается в организме.

Глюкоза - сахар; один из наиболее важных углеводов.

Интенсивный/экстенсивный - термины, часто используемые для сопоставления уровня нагрузки. Под интенсивной нагрузкой подразумевается нагрузка с относительно большим расходом энергии

на единицу времени, как правило, малой продолжительности или с короткими ускорениями. Под экстенсивной нагрузкой подразумевается нагрузка с относительно небольшим расходом энергии на единицу времени, как правило, большой продолжительности или с длительными ускорениями.

КрФ (креатинфосфат) - высокоэнергетическое соединение, содержащееся в мышечных клетках. Во время максимальной нагрузки высокоэнергетические фосфаты (АТФ и КрФ) расходуются в течение 10-20 с.

Лактат (молочная кислота) - побочный продукт окисления глюкозы при недостаточном снабжении мышц кислородом.

Молочная кислота - см. лактат.

Монитор сердечного ритма - беспроводное устройство, позволяющее измерять ЧСС во время нагрузки и состоящее из нагрудного датчика и приемника. Нагрудный датчик регистрирует электрическую пульсацию сердца и отправляет ее приемнику, который крепится на руке спортсмена или к рулю велосипеда.

МПК - максимальное потребление кислорода (V_{O2max}).

Пороговая скорость - скорость на уровне ЧССоткл или анаэробного порога; также называется скоростью V_4 .

Тест Астранда - тест, выполняемый на велоэргометре, в котором функциональное состояние спортсмена определяется по ЧСС во время субмаксимальной нагрузки. Метод Астранда является быстрым и простым способом определения МПК (V_{O2max}).

Тест Конкони - неинвазивный метод (т.е. без взятия образцов крови) определения ЧССоткл. Тест основан на зависимости между ЧСС и скоростью передвижения.

Утомление. К сигналам утомления относятся разбитость во время бодрствования, повышенный утренний пульс, плохой сон, раздражительность, отсутствие желания тренироваться и «тяжесть» в ногах. ЧСС во время нагрузки не повышается или повышается с трудом. Показатели крови повышены. На утомление указывают сразу несколько сигналов. При утомлении запланированную ранее тяжелую тренировку разумнее пропустить.

Фосфатная батарея - общее количество высокоэнергетических фосфатов (АТФ и КрФ) в мышцах.

Функциональное состояние - физическое и психическое состояние спортсмена. К разным сторонам функционального состояния относятся выносливость, сила, скорость, координация, гибкость, а также техническое и тактическое мастерство. Сюда также относится психологический аспект. Методы оценки функционального состояния спортсмена базируются на существующей линейной

зависимости между ЧСС и интенсивностью нагрузки. Так, в тесте по методу Астранда функциональное состояние определяется на основе ЧСС, измеряемой во время разовой нагрузки субмаксимальной мощности. Метод Астранда является быстрым и простым способом определения МПК (V_{O2max}). МГОС выражается в л/мин. Чем выше МПК, тем лучше функциональное состояние спортсмена.

ЧСС - частота сердечных сокращений.

ЧСС_{макс} - максимальная ЧСС. Для расчета ЧСС_{макс} часто используют формулу: $220 - \text{возраст}$. Однако этот метод определения ЧСС_{макс} не всегда корректен. У одного и того же человека в разных видах спорта может быть абсолютно разная ЧСС_{макс}. С возрастом ЧСС_{макс} снижается. ЧСС_{макс} может снизиться на 4-6 ударов после периода тренировок. ЧСС_{макс} измеряется в ходе максимального теста, при чем для выявления реальной ЧСС_{макс} рекомендуется проводить несколько таких тестов. Самое высокое из полученных значений и будет являться максимальной ЧСС.

ЧСС_{откл} - точка отклонения, начиная с которой линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью нагрузки пропадает. Эта точка также называется анаэробным порогом.

ЧСС_{покоя} - ЧСС в покое; наиболее предпочтительно измерение пульса по утрам (утренний пульс). Для подсчета ЧСС_{покоя} количество ударов сердца считают в течение 30 с, а затем умножают полученное число на два.

ЧСС_{резерв} - разница между ЧСС_{макс} и ЧСС_{покоя}.

Экстенсивный/интенсивный - см. интенсивный/экстенсивный.

Эргометр - аппарат, на котором выполняются нагрузочные тесты (вело-эргометр, бегущая дорожка и т.д.).

Научно-популярное издание

Петер Янсен
ЧСС, ЛАКТАТ и ТРЕНИРОВКИ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

Перевод с английского *Валерий Кудрявцев*
Редактор *Андрей Немцов*
Верстка *Любовь Красина*
Корректор *Наталья Лившиц*

Издательство "Тулома".
183008, Мурманск, а/я 4403.
E-mail: info@tuloma.ru
www.tuloma.ru

Заказ 2779. Тираж 2000 экз.

Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат».
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

ЧСС, ЛАКТАТ И ТРЕНИРОВКИ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

В книге изложены теория и практика тренировки спортсменов на выносливость с применением мониторинга частоты сердечных сокращений (ЧСС) и уровня лактата в крови. Приведены различные тесты для нахождения анаэробного порога и оценки функционального состояния. На основе данных ЧСС и уровня лактата анализируются тренировки и выступления в соревнованиях профессиональных спортсменов. В книге также обсуждаются вопросы перетренированности и спортивного сердца.

Спортсмены и тренеры, как использующие, так и не использующие в своей практике мониторы сердечного ритма, найдут в этой книге массу полезной информации.

Из книги Вы узнаете:

- С какой интенсивностью необходимо тренироваться, чтобы добиться максимальных результатов.
- Как оценить текущий уровень работоспособности.
- Как проверить правильность выполнения тренировки или прохождения дистанции соревнований.
- Как избежать перетренированности.
- Как отслеживать степень акклиматизации к тропическим или горным условиям.
- С какой скоростью необходимо преодолевать марафон.

Автор книги, доктор медицинских наук **Петер Янсен**, является владельцем и управляющим спортивного медицинского консультативного центра в Голландии, в котором проходят обследование и тестирование элитные спортсмены на выносливость. Доктор Янсен работал с известными профессиональными велокомандами PDM и Panasonic.

Издательство
ТУЛОМА

ISBN 5-9900-3013-4



9 785990 030138