

Некоторые аспекты спортивной физиологии применительно к видам спорта на выносливость

Виталий Попцов

(НИИ трансплантологии и искусственных органов, МЗ РФ)

Журнал "Лыжные гонки" (№ 1 (7) 1998)

ВВЕДЕНИЕ

Частота сердечных сокращений является своеобразным интегральным показателем состояния организма, и ее изменения тесно связаны с комплексом физиологических изменений, возникающих в ответ на регулярную физическую нагрузку. Измерение ЧСС с помощью мониторов сердечного ритма - наиболее простой и удобный способ контроля интенсивности физической нагрузки во время занятий спортом и физической культурой. Мониторы сердечного ритма помогают не только контролировать выполняемую физическую нагрузку, но и на основании полученной объективной информации анализировать тренировочный процесс и результаты соревнований. Использование мониторов сердечного ритма помогает индивидуализировать тренировочные нагрузки в зависимости от текущего функционального состояния спортсмена. Только с помощью мониторов сердечного ритма появилась возможность контролировать и анализировать функциональные возможности спортсмена во время соревнований. Уже одно только знание среднего значения ЧСС во время соревнований помогает охарактеризовать текущее функциональное состояние спортсмена и в зависимости от этого спланировать последующую тренировочную нагрузку.

Однако представление о тренировочном процессе не ограничивается только "слепым" контролем ЧСС, важно представлять, какие взаимоотношения имеются между характером сердечной деятельности и другими реакциями организма на регулярную физическую нагрузку. Тем более понятен интерес спортсменов, любителей спорта к основам спортивной физиологии, которые помогают взглянуть на тренировочный процесс как на комплекс адаптационных процессов, направленных на приспособление организма к регулярно совершающейся физической нагрузке, и механизмы повышения тренированности и спортивных результатов. К сожалению, для широкого круга любителей спорта в настоящее время отсутствуют доступные издания, где бы были освещены основные вопросы спортивной физиологии и медицины, методики тренировочного процесса лыжников-гонщиков, ориентированные на спортсменов разных возрастных групп и разного уровня спортивной подготовки. Многие спортсмены часто задаются вопросами, насколько оправданы те или иные тренировки, почему, несмотря на значительный объем тренировочных нагрузок, спортивные результаты не только не улучшаются, а имеется тенденция к их спаду. К сожалению, не имея достаточного специального технического оснащения, многие тренируются без учета влияния того или иного вида тренировочной нагрузки не только на спортивную форму, но и на уровень здоровья спортсмена. В наше время, когда имеются достаточные технические средства контроля физических нагрузок (хотя бы взять такие индивидуальные средства, как мониторы сердечного ритма), недопустимо, что спортсмены вместо улучшения здоровья вынуждены обращаться к врачам с заболеваниями, связанными с хронической перетренированностью, когда сам факт занятия спортом воспринимается как роковая ошибка. Поэтому, чтобы свести к минимуму подобные последствия занятий спортом, необходимо требовать как от тренеров, так и самих спортсменов жесткого выполнения принципа соответствия тренировочных или соревновательных нагрузок текущему функциональному состоянию спортсмена и учету возрастных особенностей его организма (проблемы контроля в детских и "ветеранских" группах). Так как журнал "Лыжные гонки" становится все более популярным изданием, прежде всего для широкого круга российских любителей лыжных гонок, то хочется использовать его возможности по распространению знаний по проблемам спортивной физиологии не только для специалистов и тренеров, но и для рядовых спортсменов.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Для совершения физической нагрузки различной интенсивности необходима энергия, обеспечивающая процесс мышечного сокращения. В организме существует несколько систем синтеза энергии, которые используются для обеспечения того или иного вида физической нагрузки. Все эти системы объединяет то, что конечным энергетическим субстратом является аденоzinт-рифосфорная кислота (АТФ). Существует несколько механизмов синтеза АТФ: с использованием кислорода (аэробный путь), без использования кислорода (анаэробный путь), а

также с образованием или без образования молочной кислоты (лактата).

Ниже представлена наиболее простая схема образования АТФ:

1. креатинфосфат (КФ) + аденозиндифосфат (АДФ) - креатин + АТФ анаэробный, без образования лактата энергетический путь
2. глюкоза + АДФ - лактат + АТФ (гликолиз) анаэробный, с образованием лактата энергетический путь
3. глюкоза + кислород + АДФ - вода + углекислота (СО₂) + АТФ аэробный, без образования лактата энергетический путь
4. жиры + кислород + АДФ - вода + углекислота (СО₂) + АТФ аэробный, без образования лактата энергетический путь

Каждый из представленных энергетических путей имеет важное значение для обеспечения физической нагрузки того или иного вида физической нагрузки.

КРЕАТИНФОСФАТНАЯ СИСТЕМА

Обеспечивает энергией физическую нагрузку максимальной интенсивности и минимальной продолжительности, так как запасы креатинфосфата ограничены и они полностью расходуются в течение 6-8 секунд. Поэтому эта система имеет наиважнейшее значение для бега на спринтерские дистанции. Успех спринтера во многом определяется запасами креатинфосфата перед стартом, а также правильно спланированным тренировочным процессом, направленным, в частности, на тренировку креатинфосфатной системы.

ОПТИМАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА КРЕАТИНФОСФАТНОЙ СИСТЕМЫ

Основной целью развития креатинфосфатной системы является увеличение содержания креатинфосфата в мышцах. Это достигается совершением тренировочной работы высокой интенсивности в 80-90 % от максимальной. Продолжительность выполняемых упражнений очень короткая от 5-10 до 20 секунд, а интервалы между повторным выполнением нагрузки должны быть достаточно продолжительными (от 1 мин. и более). Так как такие виды тренировок осуществляются с высокой ЧСС, то они могут быть рекомендованы только спортсменам с достаточной степенью тренированности сердечно-сосудистой системы, и, соответственно, их нежелательно использовать у спортсменов старших возрастных групп.

ЛАКТАТНАЯ СИСТЕМА

Образование АТФ из глюкозы в условиях недостатка кислорода характерно для продолжительной физической нагрузки высокой интенсивности. В такой ситуации уже недостаточно аэробных путей образования энергии для обеспечения мышечной работы, поддерживающей высокую скорость прохождения дистанции. Однако лактатная система недостаточно эффективна по сравнению с аэробными по количеству образующейся энергии, что выражается в значительно меньшем количестве молекул АТФ, синтезируемых из глюкозы в отсутствие кислорода. Несовершенность гликолиза заключается также и в том, что он сопровождается образованием и накоплением значительного количества молочной кислоты (лактата), которое сопровождается нежелательными эффектами. Накапливающаяся молочная кислота (особенно в работающих мышцах) вызывает закисление тканей организма и нарушение их функционального состояния. В частности, нарушаются процессы сокращения и расслабления скелетной мускулатуры, что в итоге приводит к мышечной усталости и неспособности спортсмена поддерживать высокую скорость прохождения дистанции.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЛАКТАТА

Повышение уровня лактата указывает на неспособность аэробных систем энергообеспечения обеспечивать преодоления физической нагрузки высокой интенсивности.

Высокие концентрации лактата в крови являются отражением развития ацидоза (закисления) как внутри самих мышечных клеток (внутриклеточный ацидоз), так и в межклеточных пространствах, их окружающих (внеклеточный ацидоз). Закисление мышечных клеток приводит к серьезным метаболическим нарушениям. Функционирование многих ферментных систем, в том числе аэробного энергообеспечения, резко нарушается при развитии ацидоза, что, в частности, отрицательно отражается на аэробной емкости. Причем изменения эти могут длительно сохраняться. Так например, может понадобиться несколько дней для полного восстановления аэробной емкости после преодоления физической нагрузки, сопровождавшейся значительным накоплением лактата. Частое неконтролируемое повторение такой нагрузки при отсутствии полного восстановления аэробных систем приводит к развитию перетренированности. Длительное сохранение внутри- и внеклеточного ацидоза сопровождается повреждением клеточных стенок скелетной мускулатуры. Это сопровождается возрастанием концентрации в крови внутриклеточных веществ, содержание которых в крови при отсутствии повреждения мышечных клеток минимально. К таким веществам относятся креатин-

фосфокиназа (КФК) и мочевина. Увеличение концентрации этих веществ - явный признак повреждения мышечных клеток. Если для снижения концентрации этих веществ в крови требуется 24-96 часов, то для полного восстановления нормальной структуры мышечных клеток необходим значительно более длительный период. В этот период возможно проведение тренировочной нагрузки только восстановительного характера.

Повышение уровня лактата сопровождается одновременным нарушением координации движений, что отчетливо проявляется в высокотехнических видах спорта. При уровне лактата в 6-8 ммоль/л проведение тренировок по отработке технических приемов считается нецелесообразным, т.к. при нарушенной координации движений сложно добиться технически грамотного исполнения требуемых упражнений,

При ацидозе, связанном с накоплением лактата, резко возрастает риск травмирования спортсменов. Нарушение целостности клеточных оболочек скелетных мышц приводит к их микронадрывам. Резкие и нескоординированные движения могут привести и к более серьезным травматическим повреждениям (надрывы или разрывы мышц, сухожилий, повреждения суставов).

В "закисленных" мышцах замедляется ресинтез (повторное образование) креатинфосфата. Это следует учитывать при тренировках спринтеров, особенно при подведении к соревнованиям. В это время следует избегать интенсивных физических нагрузок, сопровождающихся накоплением лактата и истощением запасов креатинфосфата.

Разработаны специальные методики тренировки лактатной системы, направленные на повышение устойчивости организма к усиленному образованию и накоплению молочной кислоты. Основная задача таких тренировок сводится к адаптации организма спортсмена преодолевать соревновательную нагрузку в условиях повышенного образования и накопления молочной кислоты.

Виды тренировок лактатной системы:

1. Повторные тренировки.

Физическая нагрузка высокой интенсивности и продолжительностью от 20 до 180 секунд чередуется с интервалами отдыха от 30 до 60 минут. Интервалы отдыха не должны быть слишком продолжительными, иначе будет происходить снижение содержания лактата. Обычно это достаточно жесткие по своей интенсивности тренировочные занятия, требующие тщательного контроля состояния спортсмена и правильного выбора объема и продолжительности нагрузки.

2. Длительные тренировки высокой интенсивности.

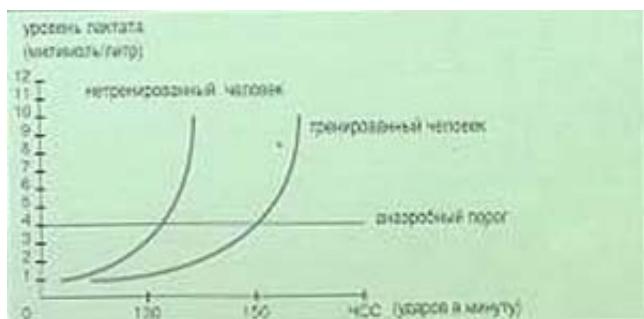
Как правило, соответствуют прохождению дистанции с соревновательной или немного уступающей ей скоростью или интенсивностью. Продолжительность такой нагрузки колеблется от 20 до 60 и более минут и соответственно зависит от возраста и уровня тренированности спортсмена. Аналогом таких тренировок могут быть контрольные тренировки или подводящие старты, а также сами соревнования.

АНАЭРОБНЫЙ ПОРОГ

Анаэробный (или лактатный) порог - важнейший физиологический показатель, отражающий уровень тренированности организма и взаимоотношение между аэробными и анаэробными путями энергообеспечения физической нагрузки, а также между величиной ЧСС и интенсивностью физической нагрузки. Чем выше анаэробный порог, тем более тренирован спортсмен, и его организм имеет более развитую аэробную систему энергообеспечения, мощность которой может составлять 80 до 90% от максимального потребления кислорода. При этом сам анаэробный порог наступает на более высокой ЧСС. С биохимических позиций анаэробный порог соответствует повышению уровня лактата в крови до 4 ммоль/л. Эта концентрация лактата рассматривается как рубеж между аэробными и анаэробными путями энергообеспечения физической нагрузки.

Чем выше уровень анаэробного порога, тем лучше тренированность организма и тем более лучший спортивный результат спортсмен готов показать. Если сравнить двух спортсменов, имеющих разный уровень анаэробного порога, то спортсмен с более высоким уровнем способен развивать большую скорость прохождения соревновательной дистанции и дольше ее поддерживать (см. рисунок). Соответственно у менее тренированного спортсмена анаэробный порог наступает на меньшем значении ЧСС, что указывает на недостаточную мощность его аэробных систем энергообеспечения.

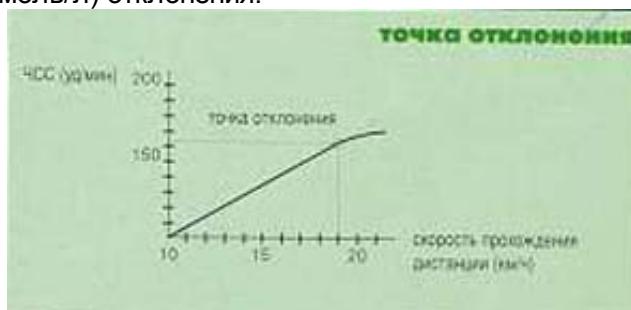
Анаэробный порог индивидуален для каждого спортсмена. Планируя тренировочные нагрузки, тренер должны учитывать уровень анаэробного порога каждого спортсмена. Целесообразно несколько раз в год проводить тестирование спортсменов для определения у них уровня анаэробного порога.



Анаэробному порогу соответствует определенный уровень потребления кислорода и ЧСС, его можно определить как в условиях спортивной лаборатории, так и с помощью специального теста Конкони. Последний имеет большое практическое значение, так как позволяет при правильном соблюдении методики теста Конкони достаточно точно определить значение ЧСС, соответствующей анаэробному порогу, не прибегая к использованию дорогостоящего оборудования.

ТЕСТ КОНКОНИ

В основе теста Конкони лежат результаты исследовательских работ, показавших закономерность изменения концентрации лактата в крови и ЧСС при ступенчатом увеличении интенсивности физической нагрузки. Значение ЧСС, при которой исчезает прямолинейная зависимость между приростом сердечного ритма и интенсивностью физической нагрузки, называется точкой отклонения, и она соответствует анаэробному порогу (концентрация лактата 4 ммоль/л) отклонения.



Чем большему значению ЧСС соответствует точка отклонения, тем выше уровень анаэробного порога спортсмена. У хорошо тренированных спортсменов значение точки отклонения может быть на 5-20 ударов ниже максимального значения ЧСС. У нетренированного человека значение точки отклонения ниже максимальной величины ЧСС на 20-30 ударов. Чем лучше тренированность спортсмена, тем выше значение точки отклонения и анаэробного порога. На представленном ниже графике показана динамика изменений точки отклонения у одного и того же спортсмена в разные этапы спортивной подготовки.

Для определения точки отклонения ЧСС, соответствующей анаэробному порогу, спортсмен должен выполнить контрольную нагрузку. Лучше всего методика проведения теста Конкони отработана на легкоатлетах. Спортсмен после непродолжительной и легкой разминки начинает легкий бег по беговой дорожке стадиона (400 метров). Через каждые 200 м фиксируется скорость (время) спортсмена и ЧСС с помощью монитора сердечного ритма. Первые 200 м хорошо тренированным спортсменам рекомендуется преодолеть за 60 сек., для слабо тренированных - за 70 сек.



Задача спортсмена заключается в постепенном увеличении скорости бега через каждые 200 м. Каждые последующие 200 м он должен пробегать на 1-2 сек быстрее предыдущего. Как правило, длина дистанции составляет 3400-3600 м (17-18 двухсотметровых отрезков). После окончания теста его результаты анализируются с помощью несложной математической обработки. Программное обеспечение Polar позволяет на основе данных, перенесенных из монитора сердечного ритма в персональный компьютер, автоматически определить значение ЧСС, которой соответствует точка отклонения и соответственно анаэробный порог. Преимуществом метода Конкони является то, что он легко воспроизводим и дает возможность

регулярного определения уровня анаэробного порога и тренированности спортсмена. Для получения объективной информации необходимо строго придерживаться методики осуществления теста Конкони.

ЗОНЫ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛАКТАТА И ЧСС

1-я зона - ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА: концентрация лактата меньше 2 ммоль/л при ЧСС 110-140 .

2-я зона - ЭКСТЕНСИВНАЯ ДЛИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА: концентрация лактата около 2 ммоль/л при ЧСС 140-160

3-я зона - ИНТЕНСИВНАЯ ДЛИТЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА: концентрация лактата 3-4 ммоль/л при ЧСС 160-180

4-я зона - ЭКСТЕНСИВНАЯ ПОВТОРНАЯ НАГРУЗКА: концентрация лактата между 4 и 6 ммоль/л при ЧСС выше 180

5-я зона - ИНТЕНСИВНАЯ ПОВТОРНАЯ НАГРУЗКА: концентрация лактата между 6 и 12 ммоль / л при ЧСС выше 180

РАЗНЫЕ ФОРМЫ ТРЕНИРОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛАКТАТА И СКОРОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ДИСТАНЦИИ

1. Нагрузка наибольшей интенсивности и минимальной продолжительности.

Выраженный ацидоз: концентрация лактата выше 12 ммоль/л.

2. Интенсивная интервальная тренировка.

Умеренный ацидоз: концентрация лактата 6-12 ммоль/л.

3. Экстенсивная повторная или интервальная нагрузка, темповая продолжительная нагрузка, длительная нагрузка.

Слабый ацидоз: концентрация лактата 3.5-6.0 ммоль/л.

4. Интенсивная продолжительная нагрузка (90-97% от уровня анаэробного порога).

Концентрация лактата 2.5-3.5 ммоль/л.

5. Экстенсивная продолжительная нагрузка (85-90% от уровня анаэробного порога).

Концентрация лактата 1.5-2.5 ммоль/л.

6. Восстановительная нагрузка.

Концентрация лактата ниже 2 ммоль/л.

ТАБЛИЦЫ ИНТЕНСИВНОСТИ БЕГА ДЛЯ ЛЕГКОАТЛЕТОВ

Спортсмены, которые не имеют возможности пройти специальное спортивное тестирование, могут использовать для оценки интенсивности бега разработанные Toon Wagemans таблицы интенсивности. За основу этой таблицы взяты результаты тестирования 100 бегунов на длинные дистанции, включая марафонский бег. Как показали эти исследования, темповый бег продолжительностью в 1 час с соревновательной скоростью сопровождается накоплением в крови лактата до 4 ммоль/л.

Т.к. это значение лактата соответствует анаэробному порогу, то, зная результаты темпового часового бега, можно рассчитать скорость бега спортсмена при интенсивности нагрузки, равной уровню анаэробного порога.

Формула расчета: пробегаемая дистанция (метры) делится на затраченное время (секунды). Для примера: дистанция, пробегаемая за 1 час, равна 16.200 метров. Интенсивность бега соответствовала точке отклонения (deflection point), или величине анаэробного порога (концентрация лактата в крови 4 ммоль/ л). Скорость бега, выраженная в м/сек. будет равна: $16.200 \text{ м} : 3600 \text{ сек} = 4.50 \text{ м/сек}$. В таблице интенсивности значения 4.50 м/сек или 16.2 км/ч помещены в графу скорости бега с интенсивностью .соответствующей точке отклонения, или анаэробного порога (deflection point). Интенсивность такого бега принята за 100%. Марафонский бег, как показали исследования, проходит с интенсивностью в 95% и уровнем лактата, немного превышающем 2.5 ммоль/л. Зная эти показатели, автор предлагает определить расчетное время преодоления марафона, которое в данном случае будет равно 166 мин. (2 час. 46 мин.). Подобным же образом автор предлагает рассчитать скорости бега разной интенсивности и определенных значений содержания лактата в крови. Восстановительная нагрузка (recovery) разделена в зависимости от интенсивности на две зоны :

1.восстановительный бег (recovery) - интенсивность (скорость) такого бега составляется 75% от скорости бега, соответствующей анаэробному порогу. Продолжительность бега 90-120 мин.

2.развивающий бег(ER1) при величине лактата, не превышающей 1 ммоль/л. Продолжительность бега 50-90 мин.

Развивающая аэробную выносливость нагрузка разделена на 3 уровня:

1. Развивающий бег 2 (ER2): величина лактата 1 ммоль/л, интенсивность 91 % от уровня анаэробного порога, продолжительность нагрузки 30 -50 мин непрерывного бега.

2. Развивающий бег с интенсивностью 95% от уровня анаэробного порога и величиной лактата от 1 до 3 ммоль/л.

3. Развивающий бег3 (ER3) с интенсивностью 97% от уровня анаэробного порога и содержанием лактата в крови 3 ммоль/л и продолжительностью 20-30 мин.

Интенсивность бега на уровне анаэробного порога (точка отклонения) и содержанием лактата 4 ммоль/л

Физическая нагрузка на развитие специальной (анаэробной) выносливости совершается с интенсивностью, превышающей уровень анаэробного порога (103%,110%,115%,120%,125%). Как правило, бег такой интенсивности возможен только при проведении интервальных тренировочных занятий. Для большего удобства интенсивность бега можно выразить в скорости прохождения 1 километра дистанции. Подобные таблицы интенсивности тренировочной и соревновательной нагрузки могут быть разработаны и для других видов спорта на выносливость.

АЭРОБНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

Наибольшее количество энергия для мышечной работы образуется в присутствии кислорода из глюкозы и жиров. Для длительной физической нагрузки (бег на длинные дистанции, лыжные гонки, велогонки и т.п.) данный источник энергообеспечения является основным. В аэробной системе энергия образуется из углеводов (прежде всего гликогена) и жиров. Аэробная система включается в процесс энергообразования на 2-3-й минуте от начала физической нагрузки. Во время субмаксимальной нагрузки первыми включаются углеводы, текущие запасы которых ограничены. Вслед за углеводами в процесс энергообеспечения физической нагрузки включаются жиры, которые постепенно принимают на себя ведущую роль. У хорошо тренированных спортсменов количество запасов углеводов составляет 700-800г. Этого количества достаточно для совершения непрерывной физической нагрузки в течение 60-90 минут. После чего в процесс энергообеспечения включаются жиры, содержание которых в организме человека колеблется от 10 до 15 кг. Теоретически этого количества достаточно для покрытия энергетических потерь за время быстрой ходьбы в течение 2500 часов или марафонского бега продолжительностью 67 часов. У нетренированных людей менее 50% всех энерготрат приходится на жиры. В процессе тренировок происходит структурная перестройка энергообеспечения и доля жиров в общем балансе возрастает, достигая у сильно тренированных спортсменов от 80 до 100%.

Определенную роль в энергообеспечении играют и белки, на которые приходится до 5-15% образуемой энергии. При длительной и, особенно, интенсивной нагрузке эта величина может возрастать, что сопровождается разрушением белковых структур преимущественно скелетной мускулатуры. В связи с чем необходимо ежедневное восполнение потери белков при регулярных занятиях спортом. После длительных и изнурительных тренировках и соревнованиях спортсмен должен получить от 1.5 до 2.0 граммов белка на килограмм веса в день.

Уникальность аэробной системы энергообеспечения заключается в том, что ее можно начать "тренировать" в любом возрасте, что делает возможным использовать продолжительную нагрузку (бег, спортивная ходьба, лыжные гонки, велоспорт, гребля и т.д.) для повышения физической тренированности организма в любом возрасте. Для этого нет необходимости использовать жесткие по объему и интенсивности тренировочные нагрузки. Тренировочная нагрузка, осуществляемая в аэробном режиме энергообеспечения, характеризуется прежде всего умеренной интенсивностью. Подобная нагрузка широко используется для начального (втягивающего) этапа спортивной подготовки, а также во время занятий различными видами физической культуры и при реализации программ похудания. Умеренная аэробная нагрузка адаптирует сердечно-сосудистую, дыхательную системы организма к регулярно совершающей физической нагрузке. Наоборот, спортивные дисциплины, где основное значение имеют креатинфосфатная и лактатная анаэробные системы энергообеспечения (например, бег на спринтерские и средние дистанции) требуют проведения специальных тренировочных занятий с применением высокоинтенсивной физической нагрузки, преодоление которой без вреда для организма возможно только при исходно высоком уровне тренированности сердечно-сосудистой системы. Подобная высокоинтенсивная нагрузка не может быть рекомендована для начинающих спортсменов, а также не может быть использована в старших возрастных группах.

С очень большой осторожностью следует подходить к использованию чрезмерно интенсивной нагрузке в детском спорте. Организм подростка может среагировать на такую нагрузку диспропорциональным развитием камер сердца, что впоследствии может привести к развитию патологии клапанного аппарата сердца, чрезмерной гипертрофии миокарда, нарушений сердечного ритма.

Основная задача любого тренировочного процесса сводится к повышению тренированности организма, благодаря которой спортсмен может совершать физическую нагрузку большей продолжительности и интенсивности. На практике это выражается в способности показывать более высокие результаты при совершении контрольной или соревновательной нагрузок. С точки зрения спортивной физиологии успешность любого тренировочного процесса в циклических видах спорта сводится к улучшению нескольких фундаментальных физиологических показателей. Знание этих показателей помогает лучше понять смысл и задачи тренировочного процесса не только для улучшения спортивных результатов, но прежде всего для поддержания высокого уровня физического здоровья.

Уровень тренированности и высокий соревновательный уровень в видах спорта на выносливость может быть охарактеризован тремя основными показателями:

1. Величиной максимального потребления кислорода ($V_{02\max}$);
2. Уровнем анаэробного (лактатного) порога;
3. Экономичностью движений.

Первые два показатели имеют чисто физиологическое значение и при правильном и целенаправленном построении тренировочного процесса увеличиваются. Экономичность движений подразумевает чаще всего врожденное качество, когда сама техника (например, лыжного хода) настолько гармонична с точки зрения биомеханики, что позволяет спортсмену, даже с менее высокими функциональными показателями, демонстрировать высокие спортивные результаты. Экономичность движений определяется, в частности, скоростью сокращения и расслабления скелетной мускулатуры, быстротой проведения нервного возбуждения к мышцам и т.д.

МАКСИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА И АНАЭРОБНЫЙ ПОРОГ

Величина максимального потребления кислорода ($V_{02\max}$) - интегральный показатель, характеризующий суммарную мощность как аэробных, так анаэробных систем энергообеспечения во время максимальной физической нагрузки. Такой нагрузке соответствует максимальное значение ЧСС. Поэтому имеется четкая взаимосвязь между величиной $V_{02\max}$ и ЧСС_{макс}. $V_{02\max}$ выражается эта взаимосвязь в литрах потребленного кислорода за минуту совершения максимальной по интенсивности физической нагрузки. Так как спортсмены имеют различные антропометрические показатели (рост, вес), то $V_{02\max}$ чаще выражается в мл/мин./кг, $V_{02\max}$ у нетренированных мужчин (25-30 лет) составляет в среднем 40-45 мл/кг/мин. При регулярных тренировках V_{02} также увеличивается до 50-55 мл/кг/мин. У элитных спортсменов в видах выносливости $V_{02\max}$ превышает 80 мл/кг/мин.

Ниже приведена динамика изменения $V_{02\max}$ у элитных лыжников-гонщиков национальной команды Швеции по десятилетиям, что отражает уровень спортивной подготовки, с одной стороны, а с другой - необходимость иметь чрезвычайно высокий уровень $V_{02\max}$ для достижения высоких спортивных результатов в лыжном спорте. У Бьорна Дели (Bjorn Daehlie) из всех лыжников-гонщиков имеется самый высокий уровень $V_{02\max}$, равный 90 мл/кг/мин. Только еще два спортсмена в мире имеют величину $V_{02\max}$, превышающую 90 мл/кг/мин., к ним относятся Индурайн (велоспорт) и Морселли (бег на средние дистанции). Для сравнения этих значений можно привести данные о том, что скаковая лошадь имеет $V_{02\max}$, равное свыше 150 мл/кг/мин.

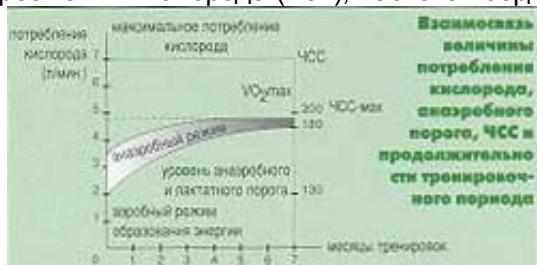
Динамика изменения $V_{02\max}$ у лыжников-гонщиков национальной команды Швеции

МАКСИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА ($V_{02\max}$)

	л/мин.	мл/кг/мин.
1960-е	5.56	82
1970-е	6.14	84.9
1980-е	6.33	87.2

При регулярных занятиях спортом происходит достаточно быстрый рост величины $V_{02\max}$ в течение первых 6 месяцев, после чего его значение выходит на плато (смотри представленный график). Это отражает достаточно быстрый уровень адаптации сердечно-сосудистой системы исходно здоровых людей к регулярной физической нагрузке. Другим важнейшим показателем тренированности организма, тесно связанным с $V_{02\max}$, является анаэробный порог. Анаэробный порог соответствует нагрузке, при которой начинает происходить накопление в организме молочной кислоты (или лакта-та), что указывает на включение в процесс энергообеспечения анаэробных (бескислородных) механизмов образования энергии. Это также показывает, что механизмы транспорта и утилизации кислорода уже недостаточны для

покрытия энергетических потребностей и соответственно для обеспечения высокоинтенсивной мышечной работы. Чем выше уровень анаэробного порога, тем лучше тренированность организма. На приведенном ниже графике представлено взаимоотношение между величинами потребления кислорода (V_{O2}), частотой сердечных сокращений (ЧСС) и концентрацией лактата.



С точки зрения спортивной физиологии одной из основных задач тренировочного процесса в циклических видах спорта является повышение уровня анаэробного порога по отношению к величине V_{O2max} . Высокий уровень анаэробного порога позволяет спортсмену развивать и поддерживать высокую скорость в течение более длительного периода, не входя в зону кислородного долга. Нагрузка в циклических видах спорта выражается в процентном отношении по отношению к нагрузке с максимальным потреблением кислорода. Чем дольше спортсмен может поддерживать высокую скорость продвижения на уровне близком к V_{O2max} , тем более он тренирован.

Высокотренированные спортсмены в течение более 1 часа способны выполнять нагрузку, интенсивность которой может составлять более 80% от величины V_{O2max} . Нетренированные люди могут совершать нагрузку только меньшей продолжительности и интенсивности (менее 50% от величины V_{O2max}).

В отличие от V_{O2max} для повышения уровня АП требуются годы целенаправленной спортивной подготовки и регулярное проведение специальных тренировочных занятий (переменные или повторные тренировки, равномерные, но высокоинтенсивные тренировки, контрольные старты и сами соревнования). Такие тренировки связаны с совершением физической нагрузки высокой интенсивности, соответствующей уровню анаэробного порога или превышающей его на 3-25%. Проведение таких тренировочных занятий возможно только со спортсменами, имеющими достаточный стаж спортивной подготовки, и при отсутствии медицинских противопоказаний. Высокоинтенсивная физическая нагрузка способствует морфологическим изменениям, которые обуславливают усиление мощности как аэробных, так и анаэробных (прежде всего лактатной) систем энергообеспечения: изменение структуры мышечных волокон, увеличение плотности капиллярной сети, увеличение количества и изменение структуры митохондрий мышечных волокон и ферментных систем. Для того чтобы произошли подобные изменения, требуется два основных фактора: длительность занятия одним из видов спорта на выносливость и характер тренировочной нагрузки. Второй момент является наиболее важным, так как подразумевает способность тренера для каждого спортсмена подобрать такой режим тренировочных нагрузок, который бы обеспечил рост тренированности и спортивных результатов, а с другой стороны, не привел бы к патологическим изменениям в организме, связанных с перегрузками во время "жестких" по объему и интенсивности нагрузок.

ВИДЫ ПЕРЕТРЕНИРОВКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ ЕЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Перетренировка (сверхусталость, хроническая усталость, синдром перетренировки) характеризуется нарушением гомеостаза в организме вследствие срыва регуляторных механизмов в ответ на неадекватную по продолжительности и/или интенсивности физическую нагрузку (в норме организму требуется 1-2 дня для восстановления). Перетренированность может быть вызвана наслоением на физическую усталость психического, социального стресса, а также изменение условий окружающей среды. К наиболее часто встречающимся психологическим стрессорным факторам относятся: праздники, каникулы, изменение места работы, учебы и места жительства, изменение социального статуса, финансовые проблемы, развод, проблемы с учебой, потеря близких людей и родственников и т.д.). Среди физиологических стрессорных факторов встречаются: переезды и перелеты, недосыпание, частое участие в соревнованиях, изменение режима тренировок и климатических условий (высота над уровнем моря, влажность, температура), заболеваемость, травмы, менструация и беременность.

У спортсменов с высокой мотивацией к спортивным достижениям часто нарушена субъективная оценка самочувствия, часто они могут недооценивать тяжесть такого или иного тренировочного занятия, иногда вопреки требованиям тренера они самостоятельно идут на увеличения продолжительности или интенсивности физической нагрузки. Все это способствует длительному напряжению функциональных систем организма, приводя к накоплению усталости

и недовосстановления организма, что рано или поздно влечет за собой развитие перетренированности, для выхода из которой требуется уже не несколько дней, а значительно более продолжительный промежуток времени (недели и месяцы). Признаками перетренированности являются симптомы изменения функционирования вегетативной нервной системы, гормонального баланса, иммунологического статуса, сердечно-сосудистой, мышечной систем организма и др. Наиболее типично атлет отмечает постоянное чувство усталости, скованность движений, желание прекратить тренировку.

При обследовании спортсмена выявляются следующие признаки перетренированности: **депрессия, усталость, вспыльчивость, раздражительность, беспокойство, рассеянность, отсутствие концентрации внимания.**

Выделено два основных вида перетренированности: симпатическая и парасимпатическая. Различаются эти типы по признакам, характерным для напряжения либо симпатической, либо парасимпатической вегетативной нервной системы. Симпатический тип перетренировки чаще наблюдается у молодых спортсменов, спринтеров и у спортсменов в силовых видах спорта. Парасимпатический тип перетренировки более типичен для спортсменов, длительно тренирующихся в видах спорта на выносливость. Для ранней диагностики перетренированности используют различные функциональные тесты: характер восстановления сердечного ритма после окончания физической нагрузки, регистрация ЧСС покоя, ортостатический тест и широко внедряемый в последние годы анализ вариабельности сердечного ритма.

КОНТРОЛЬ ВАРИАБИЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОЙ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Контроль функционального состояния спортсмена является важным фактором планирования тренировочного процесса и оценки результатов соревнований. Жесткие по объемы и интенсивности физические нагрузки в циклических видах спорта при неправильном планировании тренировочного процесса могут привести не только к перетренировке, спаду спортивных результатов, но и способствовать возникновению патологических изменений в организме спортсмена. Хорошо известно, что у спортсменов в видах спорта на выносливость высок риск развития иммунодефицитных состояний, которые способствуют возникновению различных простудных и воспалительных заболеваний, влекущих за собой не только спад спортивных результатов, но и возможный преждевременный уход из большого спорта. Длительные или интенсивные тренировки провоцируют переутомление сердечно-сосудистой системы, что вызывает значительное снижение функциональных показателей. После некоторых видов тренировочной нагрузки или соревнований необходим достаточно длительный период восстановления организма спортсмена. К сожалению, часто не удается уловить момент, в которой в организме спортсмена наступает срыв адаптационных и регуляционных механизмов. В течение от 1 до 2 недель у спортсмена, несмотря на уже имеющиеся сдвиги, сохраняется достаточно высокий уровень специальной выносливости, которая позволяет ему показывать неплохие спортивные результаты. Но затем наступает резкий и глубокий спад спортивной формы, связанный с перетренировкой, для выхода из которого требуется не только продолжительный промежуток времени, выбивающий спортсмена из спортивной колеи, но и специфическая медикаментозная терапия.

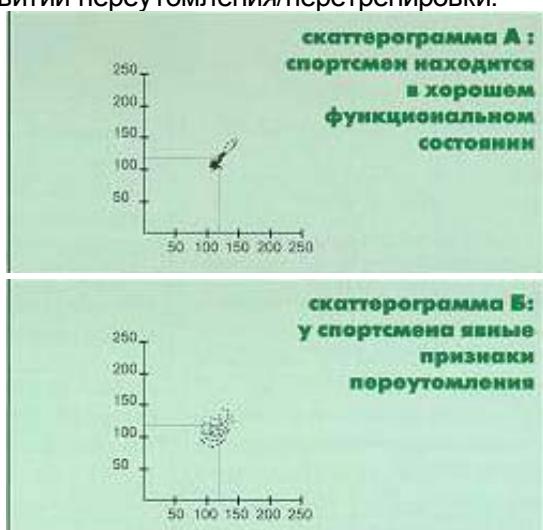
К сожалению, периодически проводимые обследования (2-4 раза в год в лучшем случае и касающиеся в основном элитных спортсменов) не позволяют использовать их результаты для планирования конкретных тренировочных нагрузок в зависимости от самочувствия спортсменов, степени восстановления организма после проведенной накануне или днем тренировки (при двухразовых ежедневных тренировках). Часто требуется коррекция объема и интенсивности нагрузки в зависимости от самочувствия спортсмена (для женщин необходимо учитывать период менструального цикла), погодных и климатических условий (жаркая или, наоборот, слишком холодная погода, высокая влажность, пребывание в условиях средне" или высокогорья).

На протяжении более чем двух десятилетий проводились научно-исследовательские работы по оценке изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время и после совершения того или иного вида физической нагрузки. Эти исследования продемонстрировали определенную закономерность изменений ЧСС в зависимости от степени восстановления организма после перенесенной физической нагрузки.

Важнейшим показателем, дающим тренерам и самим спортсменам информацию о функциональном состоянии, является вариабельность сердечного ритма, которая отражает различие в продолжительности соседних (следующих друг за другом) сердечных циклов. Целенаправленные исследовательские работы были проведены советскими специалистами в области спортивной медицины, о чем свидетельствуют имеющиеся научно-практические публикации.



Вариабельность сердечного ритма определяется при длительной записи (в течение 2-4 минут) электрокардиограммы (ЭКГ) с последующим измерением всех R-R интервалов. Чем сильнее различие между соседними R-R интервалами, тем больше вариабельность сердечного ритма. Несмотря на высокую информативность, данный метод не нашел в свое время широкого применения прежде всего из-за технического несовершенства оборудования. Но то, чтоказалось в свое время трудоемкой и мало практической методикой, по мере развития современных электронных технологий приобрело перспективное практическое назначение не только для спорта высших достижений, но и для различных направлений физической культуры и в медицине. Большой прорыв в использовании вариабельности ЧСС для контроля был сделан фирмой Polar Electro, которая разработала модель монитора сердечного ритма Vantage NV, обладающего функцией последовательного запоминания продолжительности R-R интервалов (расстояние, выраженное в миллисекундах, между соседними зубцами R на электрокардиограмме). На экране монитора сердечного ритма высвечивается значение вариабельности сердечного ритма. Причем информациядается в двух вариантах: в численном и графическом. Графический вариант более понятен и удобен для анализа не только специалистами, но сами спортсменами. Чем больше черных прямоугольников появляется на мониторе сердечного ритма, тем большее значение имеет вариабельность сердечного ритма, тем в более лучшем функциональном состоянии находится организм спортсмена. Монитор сердечного ритма Vantage NV посредством специального интерфейса способен передавать сохраненную информацию в персональный компьютер для последующего анализа и хранения. Разработанное программное обеспечение позволяет в графическом виде визуализировать данные о проведенных тренировочных занятиях и результаты соревнований. В частности, основываясь на данных записи R-R интервалов в состоянии покоя, автоматически строится скatterограмма, по форме которой можно оценивать степень вариабельности сердечного ритма и получить представление о функциональном состоянии спортсмена. В настоящее время в практике находится более комплексный метод анализа вариабельности сердечного ритма, который должен выдавать более конкретную и понятную информацию как тренерам, так и самим спортсменам, которая позволит вносить корректизы в тренировочные планы и предупреждать о развитии переутомления/перетренировки.



Polar Electro вводит новый подход к планированию ежедневных тренировочных нагрузок в зависимости от текущего функционального состояния спортсмена. Известно, что вариабельность сердечного ритма уменьшается по мере увеличения ЧС или возрастания интенсивности физической нагрузки. Чем больше значение ЧСС, на которой исчезает вариабельность сердечного ритма, тем лучше текущее функциональное состояние спортсмена. В таком состоянии спортсмен способен без ущерба для своего здоровья преодолевать физическую нагрузку повышенной интенсивности и/или продолжительности. Наоборот, если вариабельность сердечного ритма исчезает на значительно меньших значениях ЧСС, то у спортсмена имеется определенная степень напряжения нервной, гормональной и других систем организма, что связано с имеющимся физическим или психологическим перенапряжением. В таком состоянии не рекомендуется проведение продолжительных или интенсивных

тренировочных занятий, а тем более участие в соревнованиях. Polar Electro внедряет новую методику ежедневной оценки функционального состояния спортсмена на основе автоматического анализа вариабельности сердечного ритма в течение 10-минутного разминочного теста. Спортсмену предлагается в течение 10 минут выполнить 5 последовательных видов физической нагрузки нарастающей интенсивности: легкая ходьба, ходьба средней интенсивности, ходьба в быстром темпе, бег трусцой и бег в обычном темпе. При таком ступенчатом характере увеличения интенсивности нагрузки удаётся достаточно точно автоматически установить диапазон значений ЧСС, в котором исчезает вариабельность сердечного ритма. В зависимости от этого устанавливается индивидуальная целевая зона ЧСС (QrnZone), в пределах которой физическая нагрузка имеет наиболее оптимальный характер для текущего функционального состояния спортсмена. Хотя данная концепция построения тренировочных занятий пока реализована только в мониторе сердечного ритма Polar SmartEdge, но она имеет большие перспективы для широкого внедрения не только для рядовых любителей физической культуры и спорта, но и для профессиональных спортсменов. В предложенном для вашего внимания материале представлена лишь небольшая информация, которая может быть полезна не только тренерам, спортсменам, но и обычным любителям спорта и физической культуры.