

Стивен Сейлер

## Модель исполнения

Бегаете ли вы, занимаетесь греблей, плаванием или велосипедом, ваша цель всегда одна и та же. Вы пытаетесь максимально увеличить свою **ДОСТИГНУТУЮ СОРЕВНОВАТЕЛЬНУЮ СКОРОСТЬ**. Все виды спорта на выносливость требуют некоторого сочетания трех компонентов:

- 1) **Высокой способности переноса кислорода,**
- 2) **Высокой сопротивляемости утомлению работающих мышц,**
- 3) **Высокой эффективности преобразования физиологической работы в механическое движение.**

Каждый, кто тренируется на выносливость, начинает с некоторой комбинации энергии (1 и 2). Третья переменная, эффективность преобразования энергии(3) привязывает тело к специфическим задачам движения. Эти переменные в комбинации определяют **потенциальную соревновательную скорость**. Наконец, в конкретной гонке, на этот потенциал влияют физиологические факторы и правильность выбранного темпа. Конечный продукт - это **ДОСТИГНУТАЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ**, личный рекорд, победа и т.д.

Точнее, мы должны перечислить десятки факторов, которые влияют на выступление. Еще более усложняя ситуацию (и делая ее более интересной), эти факторы не независимы, но влияют друг на друга. Наконец, каждая отдельная спортивная дисциплина выдвигает специфические требования к системе, через специфическое **сопротивление движению**, которое должно быть преодолено, и через **дистанцию или продолжительность гонки**.

Зная всю эту сложность, было бы полезно иметь унифицированную модель. Итак, я постарался создать ее для вас (и для себя), используя подход "сверху - вниз". Эта модель послужит как ссылка ко многим статьям, которые я написал (или напишу). Надеюсь, что те, кто будет дополнять мои материалы, в дальнейшем объяснят детали или приложения этой модели, внесут в нее дополнения или заменят ее на лучшую.



Концепция этого рисунка или этой дискуссии, конечно, не оригинальна. Ей предшествовало почти столетие исследований физиологии и соревновательной работы. Недавно Эдвард Койл (Edward Coyle PhD) написал отличную статью по этой теме, основанную на проведенных им исследованиях, и представил похожую схему. (**Exercise and Sport Science Reviews, vol.23, p.25,1995. Williams and Wilkens, Publishers.**) Майкл Джойнер (Michael Joyner M.D.) также написал несколько отличных обзорных работ на тему физиологических ограничений в соревнованиях (бег). **Journal of Applied Physiology 70:683-687, 1991.**

Хотя эта схема и сложна, это все-таки упрощение. Под физическими и анатомическими компонентами мы можем добавить: 1) генотип, 2) генетически определенный отклик на тренировку, 3) питание, 4) иммунологическую устойчивость к стрессу, 5) уровень тестостерона, 6) частоту тренировок, 7) годы тренировочной нагрузки и т.д. Это фантастическая мозаика, которую надо собрать, но помните, что решение индивидуально для каждого человека. Удачи.

## Сердце Основы физиологии

### О сердце: факты и прочие мелочи

#### Что в имени тебе моем?

Существование сердца было хорошо известно древним грекам, которые называли его Kardia, что отражается в словах "кардиолог" и "тахикардия". Аристотель считал, что сердце есть вместилище души и центр человека. Римляне переделали Kardia в Cor, которое через старотевтонское herton превратилось в английское heart.

#### Где оно находится?

Глупый вопрос, не так ли? Но если вы ответите, что в левой части грудной клетки, то будете неправы! Сердце находится почти в самом центре грудной клетки. Однако, его верхняя часть смещена к левой стороне грудной клетки и при сокращениях ударяется о ребра. Поэтому сердечный ритм лучше всего определяется на левой стороне, как раз под грудью.

#### Каков его размер?

Он варьируется. Вы человек? Тогда оно обычно размером с ваш кулак. Это не очень много, если вы подумаете о той работе, которую оно выполняет. У некоторых животных, например лошадей, соотношение размера сердца к размеру тела намного больше. Это помогает объяснить, почему лошади так выносливы! У чемпионов в видах на выносливость сердце также большое, благодаря генам и тренировке.

В известном смысле, сердце представляет собой как бы два сердца, правое и левое. Обе части перекачивают одно и то же количество крови, но в разные места и при разном давлении. Правая сторона (правый желудочек) перекачивает обедненную кислородом кровь, которая возвращается из тела, в легкие для обогащения кислородом. Это короткий путь и требует малого давления, поэтому правый желудочек имеет относительно тонкие стенки, как воздуходувные мехи в горне. Левая сторона (левый желудочек) - это настоящая рабочая лошадка, перекачивающая обогащенную кислородом кровь, которая возвращается из легких (таким образом, правая и левая стороны сердца связаны), по всему телу. Это означает движение крови через невообразимый лабиринт кровеносных сосудов от макушки до пальцев ног! Следовательно, она должна развивать большее давление при каждом ударе (около 120 мм рт.ст. в покое). В результате, левая сердечная мышца толще, так же как ваш бицепс должен стать толще, если вы целыми днями поднимаете тяжелые веса.

#### Как оно перекачивает кровь?

Нас всегда учили, что сердце продавливает кровь через аорту путем уменьшения внешней ок-

ружности сердца. Эта точка зрения подкрепляется тем, что во время операции на сердце (когда вскрывается грудная клетка), сердце работает именно так. Однако, при нормальных условиях сердце работает в полости грудной клетки в закрытом, заполненном жидкостью объеме. Сейчас чаще признается, что во время работы сердце больше похоже на поршень или на вакуумный насос и не меняет своей внешней окружности. Чем больше мы узнаем о динамике работы сердца, тем более очевидно, что эта модель критична к эффективности сердца как насоса. Многие последние модели работы сердца показывают, что оно пользуется преимуществом вакуумного эффекта и инерции жидкости, когда ЧСС возрастает во время нагрузки. Одна из причин, почему искусственное сердце работало так плохо, в том, что врачи пытались использовать модель, основанную на ошибочных предположениях о механизмах перекачки крови человеческим сердцем. Классические представления о них умрут медленно из-за их распространенности. Ну а вы сможете сказать, что впервые прочитали это здесь!

### **Что контролирует Частоту Сердечных Сокращений?**

На этот вопрос трудно ответить без использования некоторых специальных физиологических терминов. В отличие от скелетных мышц, которые находятся под произвольным контролем, сердце - это произвольная мышца. Большинство из нас не могут сказать своему сердцу замедлиться или ускориться (тренировка с помощью биопитания не доказательство). ЧСС контролируется уравниванием стимуляции со стороны симпатической и парасимпатической ветвей периферической нервной системы. Оба вклада сходятся на небольшом участке ткани в правой части сердца. Парасимпатическая (отдых и восстановление) стимуляция стремится уменьшить частоту, тогда как симпатический (борьба или бег) вклад увеличивает ее (и усиливает сокращение). Обычно баланс между двумя составляющими смещен в парасимпатическую сторону. Однако, даже без вклада нервной системы сердце будет биться автоматически благодаря некоторым уникальным свойствам физиологии его мембран. Этот внутренний ритм очень медленный (около 20 ударов в минуту). Чистая парасимпатическая стимуляция приводит к ЧСС около 30. Значит, у среднего нетренированного человека разница между ними и средней ЧСС в 70 уд./мин. есть результат какой-то постоянной симпатической стимуляции. При тренировке сердце получает меньшую симпатическую стимуляцию в покое, что приводит к уменьшению ЧСС в покое. Лучшие спортсмены могут иметь ЧСС в покое от 35 до 40. Известны случаи с ЧСС 28 уд/мин.

Начало тренировки приводит прежде всего к уменьшению парасимпатической стимуляции (вплоть до пульса около 100 уд./мин.), за которым следует увеличение симпатической стимуляции при более интенсивной работе вплоть до максимальной ЧСС.

### **Тренировка заставит мою ЧСС<sub>max</sub> увеличиваться?**

Никакая ЧСС<sub>max</sub> не увеличивается при тренировке! (Чем старше мы становимся, тем больше она снижается). Главное отличие тренированного выносливого сердца в большем ударном объеме. Тренированное сердце становится больше и перекачивает больше крови при каждом ударе.

## **Тренировка сердца**

### **Изменения сердечной мышцы под влиянием нагрузки**

Сердце по составу, структуре и принципам действия своих клеток - это настоящее чудо "био-дизайна". Даже лежебоки обладают хорошо развитой, выносливой сердечной мышцей. В ней невероятно плотная сеть капилляров (более 2000 на кубический миллиметр!), обеспечивающую надежность поставки кислорода к работающей мышце. Миоциты (клетки сердечной ткани) насыщены митохондриями. Митохондрии занимают около 25-30% их объема. Для сравнения в клетках нетренированных скелетных мышц их менее 5%. Специфика биохимии этих клеток в том, что образование лактата минимально даже при очень высоких нагрузках. Сердечная мышца может одинаково эффективно расщеплять жир, молочную кислоту и глюкозу.

Как же тренировка на выносливость может улучшить мышцу, которая уже великолепно приспособлена для того, чтобы работать непрерывно? Ответ прост. СЕРДЦЕ СТАНОВИТСЯ БОЛЬШЕ! Сердце человека, тренирующегося на выносливость, не бьется ни чаще, ни мощнее. Плотность митохондрий или капилляров изменяется незначительно. Различие между сердцем спортсмена и сердцем обычного человека в большем ударном объеме у первого. Это различие является определяющим для результатов соревнований на выносливость, потому что сердце, в первую очередь, это насос. Оно прокачивает обогащенную кислородом кровь по всему телу, чтобы поддерживать работу клеток. Под нагрузкой потребность работающих мышц в энергии увеличивается в сотни раз. Чтобы произвести больше энергии, необходимо доставить митохондриям больше кислорода.

Работа, которую могут совершить мышцы, зависит от притока крови, который может быть обеспечен сердцем. Организм, который обслуживается более мощным "насосом", потенциально способен продолжать работу при более высокой интенсивности.

Максимальная "выработка" равняется  $ЧСС_{max}$  помноженной на ударный объем, такая вот формула. Ударный объем - это объем крови, выбрасываемой из левого желудочка при каждом сокращении. Тренировка на выносливость влияет на работу сердца во всех случаях: во время отдыха, при субмаксимальных и максимальных нагрузках.

### **Гемодинамика в покое и под нагрузкой**

В покое ударный объем и ЧСС среднего человека составляют примерно 70 мл на удар и 70 ударов в минуту. То есть сердце перекачивает около 5 литров крови в минуту. Эта цифра определяется потребностью в кислороде в состоянии покоя, а также необходимостью значительного тока крови через почки (для ее очистки). При тренировке на выносливость эта цифра изменяется незначительно. Однако, теперь сердце иначе работает в состоянии покоя. После 6 месяцев тренировок на выносливость ЧСС в покое может снизиться до 55 уд/мин. В то же время ударный объем в покое возрастает примерно до 90 мл (произведение остается тем же). Таким образом, уменьшение ЧСС в покое - это отличительный признак выносливого человека. ЧСС в покое может быть и намного ниже. У чемпионов она часто бывает между 30-40 ударами. Так как потребление кислорода в состоянии покоя не изменяется, это значит, что у них чрезвычайно высокий ударный объем в состоянии покоя! То есть, "отдыхающее" сердце спортсмена работает более эффективно, оно производит ту же работы с меньшим количеством сокращений и требует меньших затрат энергии. Однако, некоторые заболевания также характеризуются уменьшением ЧСС, что может вызвать, например, тревогу у обычного терапевта.

### **Реакция сердца на тренировку с субмаксимальной нагрузкой**

При работе любой интенсивности необходимо увеличить доставку кислорода к мышцам. Сердечная "выработка" увеличивается пропорционально увеличению потребности энергии. Если исследовать состояние человека после пробежки со скоростью примерно 10-12 км/ч до и после 3 месяцев регулярных тренировок, то мы увидим следующее. Во-первых, затраты энергии при данной интенсивности не изменятся (предполагаем, что не произошло улучшения эффективности бега). То есть, "выработка" сердца будет та же самая. Однако, как и в покое, сердце при каждом ударе будет выбрасывать больше крови, таким образом, уменьшится ЧСС при данной и любой другой субмаксимальной нагрузке. Можно провести аналогию с двигателем. Мы заменили маленький мотор на больший, который дает ту же мощность при меньших оборотах.

**Гемодинамическая реакция на максимальную нагрузку** Именно от интенсивности нагрузки зависит максимальная "выработка" сердца. Как только предел достигнут, дальнейшее увеличение интенсивности не приводит к увеличению ЧСС. По определению, это и есть  $ЧСС_{max}$ . Она индивидуальна у каждого человека и уменьшается с возрастом. Значит, единственный способ точно узнать максимальную ЧСС для конкретного человека - это провести тест с максимальной нагрузкой. Если такая точность не нужна, то используется формула "220 минус возраст", которая дает точность  $\pm 10$  уд/мин. Истинное значение  $ЧСС_{max}$  не может быть достигнуто при неко-

торых формах нагрузки, которые не используют достаточно большое количество мышц или непривычны для данного человека. Например, может быть реальная ЧСС<sub>max</sub> = 195 уд/мин при подъеме в гору бегом, 191 при езде на велосипеде и только 187 в плавании. Последние цифры определяют пиковые ЧСС и могут использоваться в качестве базы при определении тренировочной интенсивности для каждого вида упражнений.

### **Важно запомнить:**

ЧСС<sub>max</sub> не возрастает с тренированностью. Она остается той же самой (или даже может немного снизиться). Увеличивается максимальный ударный объем, тем самым увеличивая максимальную выработку как ответ на нагрузку. И это - первая причина увеличения МПК.

## **Возраст и работа сердечно-сосудистой системы**

### **Введение**

В возрасте 55 лет не становятся мировыми рекордсменами в видах на выносливость. Почему? Из-за неизбежного следствия старения, из-за снижения максимальной производительности сердечно-сосудистой системы в перекачке крови, доставке кислорода и удалении продуктов метаболизма. Составляющие работы сердечно-сосудистого "насоса": 1) максимальная частота сердечных сокращений, которая вообще может быть достигнута, 2) размер сердечной мышцы и ее способность сокращаться, 3) эластичность (густота) артериальной сети. Кратко рассмотрим о, что известно о влиянии возраста на эти факторы.

### **ЧСС<sub>max</sub>**

У детей ЧСС<sub>max</sub> обычно достигает 220 уд/мин. С возрастом максимальное значение падает. К 60 годам ЧСС<sub>max</sub> для группы из 100 мужчин будет в среднем 160 уд/мин. Это снижение частоты происходит примерно по прямой нисходящей линии и может быть выражено формулой **220-ВОЗРАСТ**. Однако, это только приблизительная формула. Если мы измерим действительные значения ЧСС<sub>max</sub> у тех же 100 мужчин, то возможно, получим целый спектр частот от 140 до 180. Нет серьезных свидетельств того, что тренировка влияет на ЧСС<sub>max</sub>. Скорее, это уменьшение возникает из-за изменений в электропроводности сердца, а также из-за снижения регулирования бета-1-рецепторов, что снижает чувствительность сердца к стимуляции катехоламинами

### **Максимальный ударный объем**

Картина исследования влияния возраста на максимальный ударный объем гораздо менее ясна. Отчасти это происходит из-за различий в технике, используемой в измерениях. Можно найти данные исследований, которые показывают как снижение, так и увеличение и даже отсутствие изменений. Оказывается, если человек среднего возраста и даже пожилой продолжает интенсивные тренировки, его ударный объем сохраняется. Размер сердца у более возрастных спортсменов примерно тот же, что и у молодых, и больше, чем у их малоподвижных соперников. То есть, максимальный ударный объем уменьшается из-за: 1) уменьшения тренировочного объема; 2) увеличения периферийного сопротивления.

### **Периферийное сопротивление**

Кровь, выброшенная из сердца, поступает в артериальную систему. В молодости эта система артерий довольно гибкая и эластичная. Это важно для работы сердца. Эластичные стенки сосудов растягиваются при прохождении крови, уменьшая сопротивление, которое сердце преодолевает, чтобы выбросить определенное количество крови при каждом ударе. С возрастом сосуды теряют эластичность. Следовательно, кровяное давление в покое и под нагрузкой медленно увеличивается. Продолжая тренироваться, можно снизить этот эффект, но нельзя совсем исключить его. Увеличение периферийного сопротивления приводит к снижению максимального притока крови к работающим мышцам. Однако, при субмаксимальной интенсивности работы снижение притока крови на 10-15% компенсируется увеличением экстракции кислорода. Эта компенсация,

возможно, возникает благодаря увеличению времени прохождения крови через систему капилляров.

### **Выводы**

У людей, ведущих малоподвижный образ жизни, производительность сердечно-сосудистой системы уменьшается с возрастом. Однако, большая часть этого уменьшения возникает из-за: 1) отсутствия физической активности; 2) увеличения веса тела (ожирения). МПК уменьшается примерно на 10% каждые 10 лет, начиная с 25-летнего возраста. Однако, если поддерживать вес на определенном уровне и сохранять постоянный уровень физической активности, то снижение МПК составляет только около 5% за 10 лет. До 50 лет это снижение может быть даже меньше, 1-2% за десятилетие у тех спортсменов, кто тренируется серьезно. И наконец, производительность сердечно-сосудистой системы снижается из-за неизбежного снижения ЧСС<sub>max</sub>

## **Мышцы**

### **Основы физиологии скелетных мышц**

Здесь я хочу представить просто обзор физиологии мышечных функций. Эти понятия напрямую помогут понять, как специфическая тренировка улучшает (или снижает) способность к работе на выносливость.

#### **Основная архитектура**

Отдельное мышечное волокно - это цилиндрическая удлиненная клетка. Мышечные клетки могут быть очень короткими или длинными. Некоторые мышцы содержат отдельные волокна длиной как минимум 30 см. Каждое волокно окружено тонким слоем соединительной ткани, называемой эндомиозиум. Все вместе тысячи мышечных волокон окутаны тонким слоем соединительной ткани, называемой перимиозиум, образуя связку мышц. Группы таких связок, которые на каждом конце объединены в сухожилие, называются мышечными группами или просто мышцами. Например, мышца бицепс. Целая мышца окружена защитной оболочкой, называемой эпимиозиум. Между и внутри мышечных клеток находится сложная решетка из соединительной ткани, напоминающая стойки и поперечные балки, которая помогает поддерживать целостность мышцы во время сокращения и расслабления. Это удивительная клеточная система даже в покое!

#### **Внутренние компоненты**

Каждая мышечная клетка содержит серии общих компонентов, которые прямо связаны с сокращением мышц и подвергаются воздействию тренировки. Я коротко опишу их. Пока мы не будем думать об оставшихся (таких как ядро, рибосомы и т.д.).

1. **Клеточная мембрана** - контролирует то, что клетка получает и выделяет. Содержит регулирующие белки, которые чувствительны к воздействию таких гормонов, как эпинефрин (адреналин) и инсулин. Концентрация этих гормонов в крови сильно влияет на утилизацию питания мышечной клеткой.
2. **Сокращающиеся белки** - состоят из **актина и миозина** плюс некоторые регулирующие субстанции. Это та часть каждой мышечной клетки, которая действительно производит силу. Весь остальной аппарат играет вспомогательную или восстановительную роль.
3. **Цитозол.** Жидкая среда клетки. Предоставляет среду для растворения кислорода, АТФ и т.д. внутри клетки.
4. **Митохондрии** - часть каждой мышечной клетки, которая содержит окислительные ферменты, реально потребляет кислород во время работы и превращает химическую энергию, заключенную в жирах и углеводах в АТФ, которая может быть использована клеткой для поддержки сокращений. В конечном счете, через процессы с участием ферментов, происходящих сначала в цитозоле, а затем в митохондриях, глюкоза и жировые молекулы (и некоторые аминокислоты) расщепляются и соединяются с кислородом с образованием АТФ, тепла, диоксида углерода и воды. Каждый сопродукт важен для тренирующегося спортсмена!

**5. Капилляры** - на самом деле не часть мышечной клетки. Капилляры физически связывают мышцы и сердечно-сосудистую систему. Каждая мышечная клетка может иметь от 3 до 6 прямо связанных с ней капилляров, в зависимости от типа волокон и тренированности.

### **Двигательная единица**

Каждое мышечное волокно может участвовать в производстве силы только если оно *задействовано* мозгом. Один двигательный нерв может разветвляться на десятки, сотни или даже тысячи ветвей, каждая из которых заканчивается в своем мышечном волокне. Один двигательный нерв плюс все волокна, которые он иннервирует, называется *двигательной единицей*. Отдельная мышца может состоять из сотен двигательных единиц. Например, ваш rectus femoris (одна из 4 четырехглавых мышц) может содержать 1 миллион мышечных волокон, контролируемых 1000 двигательных нервов. Значит, в среднем каждая двигательная единица содержит 1000 волокон. Тип мышечных волокон отдельной двигательной единицы всегда будет одинаков. Т.е. отдельная двигательная единица будет состоять полностью или из волокон типа I (медленное движение) или типа II (быстрое движение). Состав целой мышцы может быть гетерогенным. Каждая мышца будет содержать некоторую комбинацию медленных и быстрых двигательных единиц.

### **Регулирование мышечной силы**

Мозг использует два контрольных механизма, чтобы регулировать силу, производимую отдельной мышцей. Первый - это **ВОВЛЕЧЕНИЕ**. Двигательные единицы, которые составляют мышцу, задействуются не случайным образом. Они задействуются согласно *принципу величины*. Меньшие двигательные единицы (меньше мышечных волокон) имеют малый двигательный нерв и низкий активационный порог. Эти единицы задействуются первыми. Чем больше силы требуется для действия, тем больше двигательные единицы задействуются. Здесь есть большая функциональная зависимость. Если требования к силе низкие, но требования к контролю движений высокие (письмо, игра на пианино), то способность задействовать только некоторые мышечные волокна дает возможность тонкого контроля. Чем больше силы необходимо, тем больше становится вклад каждой новой двигательной единицы в общее производство силы. Также важно знать, что более мелкие двигательные единицы обычно медленные, тогда как большие состоят из быстрых волокон.

Второй метод регулирования называется **КОДИРОВАНИЕ РИТМА**. Внутри данной двигательной единицы существует целый ряд возбуждаемых частот. Медленные единицы работают при более низком уровне частот, чем более быстрые единицы. Внутри данного уровня сила, вырабатываемая двигательной единицей, увеличивается с увеличением возбуждаемой частоты. Если потенциал действия достигает мышечного волокна до того как оно полностью расслабилось после предыдущего импульса, появляется сложение сил. Таким образом возбуждающая частота влияет на величину силы, вырабатываемой каждой двигательной единицей.

### **Картина возбуждения**

Если мы попробуем соотнести картину возбуждения и интенсивность работы, то получим такую картину. При низких интенсивностях, таких как ходьба пешком или медленный бег, медленные волокна используются выборочно, потому что они имеют самый низкий порог возбуждения. Если мы вдруг увеличим темп до спринтерского, то задействуются большие быстрые единицы. В общем, как только увеличивается интенсивность работы для любой мышцы, тут же увеличивается вклад быстрых волокон.

Для мышц интенсивность переводится в силу через сокращение и частоту сокращений в минуту. Вовлечение двигательных единиц регулируется необходимой силой. В неутомленной мышце для обеспечения желаемой силы может быть задействовано значительное количество двигательных единиц. Сначала желаемая сила может быть достигнута даже без вовлечения быстрых двигательных единиц. Однако, когда медленные единицы устают и перестают производить силу, будут задействоваться быстрые единицы, т.к. мозг пытается поддержать требуемое производство силы путем задействования большего количества двигательных единиц. Следова-

тельно, та же производство силы в уставшей мышце потребует большего числа двигательных единиц. Эта дополнительная мобилизация происходит в быстрых, утомляемых двигательных единицах. Значит, усталость будет возрастать к концу долгих или тяжелых забегов из-за увеличения количества молочной кислоты, производимой поздним вовлечением быстрых единиц.

Различные группы спортсменов могут различаться при контроле двигательных единиц. Лучшие атлеты во взрывных видах, таких как тяжелая атлетика или прыжки в высоту, могут задействовать практически все свои двигательные единицы одновременно или *синхронно*. Напротив, рисунок возбуждения для выносливых спортсменов становится более *асинхронным*. Во время непрерывных сокращений некоторые единицы возбуждаются, в то время как остальные восстанавливаются, учитывая укрепления в восстановительный период. Первоначальный прирост в силе, связанный с программой тренировок с тяжестями, возникает благодаря улучшению вовлеченности двигательных единиц, а не гипертрофии мышц.

## Тренировка мышц

### Изменения, происходящие в скелетных мышцах в результате тренировки

#### Введение

Способность к адаптации - это важнейшая характеристика скелетных мышц (и организма в целом). Природа такой адаптации может быть охарактеризована следующим образом: клетки изменяются таким образом, чтобы минимизировать любое отклонение от гомеостаза или состояния покоя. В практической физиологии резкие отклонения, которые происходят в системе, органе или клетке, считаются ответом на раздражители. Например, возрастание ЧСС, когда мы покидаем свое кресло и начинаем пробежку. Долговременные изменения, которые появляются в результате постоянных упражнений, называются адаптацией. Адаптация на уровне клетки обычно заключается в увеличении или снижении скорости выработки каких-либо ее компонентов. Все мышечные клетки постоянно находятся в состоянии синтеза или разложения. Если скорость синтеза выше скорости разложения, то наблюдается рост в данном компоненте. Изменения в синтезе белков нуждаются в сигнале клетки. Биологи и физиологи продолжают изучать процессы, посредством которых различные формы мышечной работы вызывают изменения в клетках. Для этого существует несколько теорий, но полного понимания нет. Мы знаем, что такие изменения происходят, но не знаем точно как.

#### Контраст между максимальной силой и максимальной выносливостью

Если бы мы могли создать скелетные мышцы в расчете только на выносливость, то как они должны были бы выглядеть? Так как самая выносливая мышца - это сердечная, давайте сначала рассмотрим ее.

#### Характеристики мышечных клеток с высокой сопротивляемостью утомлению.

Клетки сердечной мышцы меньше в диаметре, чем скелетные. Это приводит к тому, что молекулам кислорода нужно пройти очень небольшое расстояние от капилляров до митохондрий, где они будут использованы. Окружающая клетки сеть капилляров очень хорошо развита. Это свойство также облегчает быструю доставку кислорода ко всем клеткам сердца. Плотность митохондрий в клетках сердечной мышцы чрезвычайно велика, до 20-25% у взрослого человека. Митохондрии используют кислород для усвоения питания и производства АТФ. Энзимы цитоплазмы, которые отвечают за расщепление молекул жиров на фрагменты, которые могут попасть в митохондрии, также присутствуют в высокой концентрации. Сократительные белки составляют около 60% объема клетки. АТФ-аза, найденная в клетках сердца, "работает" медленнее, чем та, что находится в клетках скелетных мышц. Следовательно, скорость возрастания усилия ниже, хотя абсолютное соотношение напряжения и диаметра клетки то же самое. Сердечный энзим лактат-дегидрогеназа, который превращает пируваты в молочную кислоту, слабо конкурирует с



пируват-дегидрогеназой. Отсюда очень малое производство молочной кислоты в сердечной ткани, несмотря на высокую скорость метаболизма. Итак, клетки сердечной мышцы демонстрируют практически нулевую утомляемость, благодаря своей способности получать и потреблять кислород. За сопротивляемость утомлению сердце платит плохой анаэробной работой. Поэтому сердце плохо переносит недостаток кислорода или сердечные приступы. Если же мы хотим получить скелетную мышцу с высокой сопротивляемостью утомлению, в основных чертах она должна напоминать сердечную мышцу.

Теперь давайте попробуем смоделировать мышцу для коротких усилий и развития максимальной силы. Здесь нужны особые характеристики.

### **Характеристики мышечных клеток, развивающих максимальную силу**

Каждая клетка должна содержать большой объем сократительных белков. Так как доставка кислорода не так важна, диаметр клетки может быть и побольше, чтобы поместилось больше белков (актина и миозина). Плотность митохондрий также должна быть снижена, чтобы осталось больше места для белков, что необходимо для поддержания остальных клеточных функций. Так как жир можно расщеплять только аэробным путем, становится ненужным высокий уровень соответствующих ферментов. А вот способность к анаэробному гликолизу должна быть высокой, чтобы позволить быстро и эффективно производить энергию без кислорода. Способность производить молочную кислоту также будет высокой.

Надо заметить, что эти два описания прямо противоположны. Очень выносливая мышца никогда не будет очень сильной. А мышечное волокно, которое производит максимальную силу, не может быть приспособлено для проявления выносливости. Эти два условия исключают друг друга. Это обязательно надо учитывать при построении тренировочных планов.

### **Подведем итог:**

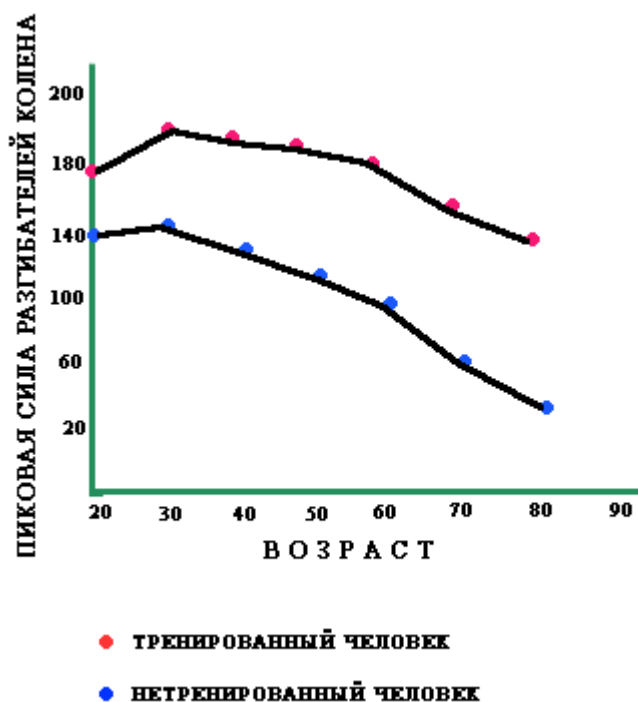
В мышце есть определенные белки, которые отвечают за ее способность развивать значительные и высокочастотные усилия (сила и мощь). Также существуют определенные белки и структурные характеристики, которые обеспечивают высокую сопротивляемость утомлению (выносливость). Нет специальной белки или структуры волокон, которая обеспечивала бы комбинацию "сила-выносливость". При тренировке "скоростной выносливости" на самом деле мы тренируем либо силу, либо выносливость в оптимальном соотношении. Примером такого подхода является круговая тренировка.

Ваш успех как спортсмена или тренера зависит от вашей способности правильно понимать требования вашего вида спорта к мышечной системе. Надо разрабатывать такую программу тренировок, которая приведет к развитию нужной вам комбинации силы и выносливости.

## **Возрастные мышцы**

### **Изменения силы мышц**

Хорошо известно, что максимальная сила с возрастом уменьшается. Связано ли это с процессом старения или с уменьшением двигательной активности? И то, и другое.



Из этого графика следует, что силовая тренировка в течение всей жизни остается весьма эффективным средством для поддержания силы мышц. Однако, где-то после 60 лет уровень силы быстро падает, несмотря на тренировки. Возможно, здесь сказывается влияние заметных изменений в уровне гормонов. Количество и тестостерона, и гормона роста уменьшается гораздо быстрее после 60. Сила уменьшается из-за атрофии мышечных волокон. Важно отметить, что тренирующий силу 60-летний человек может быть сильнее своих нетренирующихся сыновей! А некоторые исследования показали, что увеличение силы возможно и в 90 лет. Так что начать тренировать силу никогда не поздно!

### Тип мышечных волокон и возраст

Существовало много взаимоисключающих сообщений (а также мифов), рассматривавших возрастные изменения мышечных волокон. Однако, исследования срезов тканей людей, скончавшихся в возрасте от 15 до 83 лет, позволили предполагать, что соотношение типов волокон не меняется в течение жизни. Это предположение поддерживается сравнением результатов биопсии мышц более молодых и более возрастных спортсменов, тренирующихся на выносливость. И напротив, одно длительное исследование группы бегунов, проведенное впервые в 1974 г. и повторно в 1992 г., показало, что тренировка может играть некоторую роль в распределении волокон по типам. У спортсменов, которые продолжали тренироваться, оно оставалось неизменным. У тех, кто перестал тренироваться, оказался немного больший процент медленных волокон. Во-первых, причина этому - селективная атрофия быстрых волокон. Это понятно, т.к. они стали меньше использоваться. Также известно, что число быстрых секций немного уменьшается после 50 лет, примерно по 10% за десятилетие. Причины и механизмы этого явления пока неясны. Итак, получаем, что возрастной эффект для тренирующихся на выносливость заключается в неизменности соотношения типов волокон или в небольшом увеличении процента медленных волокон за счет потери быстрых. Но, быстрые волокна не становятся медленными.

### Выносливость мышц и возраст

Для тех, кто тренируется на выносливость, важно то, что окислительная способность скелетных мышц мало изменяется с возрастом (если не прекращать тренироваться). Плотность капилляров в мышцах примерно одинакова у атлетов разных возрастов. Уровни окислительных энзимов одинаковы или чуть ниже у более старших. Это небольшое снижение, возможно, связано с

уменьшением тренировочных объемов у спортсменов-ветеранов. Более того, даже пожилой человек, начинающий тренироваться, сохраняет потенциал улучшения выносливости мышц.

## **Выводы**

Оказывается, что у спортсменов старшего возраста, которые продолжают тренировки на выносливость и на поддержание силы, заметные изменения в скелетных мышцах не проявляются лет до 50. После этого возраста начинаются изменения в количестве, но не в качестве мышечной массы. Эти изменения, однако, можно нивелировать тренировками. В общем, выявленные изменения снижают максимальную силу и мощность в большей степени, чем выносливость. Так можно объяснить то, что более возрастные атлеты выступают лучше на более длинных дистанциях.

## **Типы волокон скелетных мышц**

Вы когда-нибудь обращали внимание, что, например, у индейки часть мяса темная, а часть светлая? Впрочем, это не ново. Ученый по имени Ранвье еще в 1873 году сообщил о различиях в окраске мышц у разных видов. Объяснение этому факту довольно простое и основывается на физиологии. Темное мясо индейки или цыпленка "красное", или по-другому, состоит из медленно сокращающихся волокон. Светлое мясо - "белое" или состоит из быстро сокращающихся волокон. У многих животных мышцы представляют собой некоторую комбинацию этих двух типов волокон, хотя объяснить это не всегда просто. Почему они раскрашены по-разному? В медленных мышцах больше митохондрий (содержащих краснокрашенные цитохромные комплексы), и больше миоглобина. Это сообщает им более темный, красноватый цвет. У людей также красное и белое "мясо". Некоторые наши мышцы, как например, икроножная, почти полностью состоят из медленных волокон. Другие, такие как мышцы, обеспечивающие движения глаз, состоят только из быстрых волокон. Функция диктует форму в этих высокоспециализированных мышцах. Большая часть человеческих мышц состоит из смеси быстрых и медленных волокон. С точки зрения эволюции это имеет глубокий смысл. Для выживания иногда требуется длинный поход или пробежка в поисках пищи. В других случаях быстрый рывок или прыжок могут спасти от тяжелых телесных повреждений. Точный состав каждой мышцы определен генетически. В среднем, у нас около 50% медленных и 50% быстрых волокон в большинстве двигательных мышц, но со значительными колебаниями в разных мышцах и у разных людей. Именно эти колебания и делают занятия спортом столь интересными!

### **Олимпийские чемпионы, они странные**

Если вы хотите выиграть олимпийскую медаль на стометровке, вам надо бы родиться, имея около 80% быстрых мышечных волокон! Хотите выиграть марафон? Поместите в свои ноги порядка 80% медленных волокон. Быстро сокращающиеся волокна выгодны абсолютному спринтеру, т.к. они гораздо быстрее достигают пика напряжения, чем их медленные собратья. Оба этих типа производят одно и то же количество работы, они различаются скоростью производства работы. Т.е., большое количество быстрых мышечных волокон дает преимущество только тогда, когда время, отведенное на работу, очень ограничено (миллисекунды), как при коротком контакте ноги с поверхностью земли в спринте или прыжке в длину. Пауэрлифтер этой разницы и не почувствует. В велосипедном спорте есть только одна гонка, где быстрые волокна дают решающее преимущество, - это матчевый спринт, аналогичный стометровке, но более тактически сложный и "театрализованный". Спортсмену, тренирующемуся только на выносливость, нужнее медленные мышцы. Эти волокна приносят взрывную скорость в жертву сопротивлению усталости. Много митохондрий и много капилляров, окружающих каждое волокно, - это то, что дает им способность лучше использовать кислород для синтеза АТФ без накопления молочной кислоты и поддерживать повторяющиеся движения, как около 240 гребков на дистанции 2000 м у гребцов или 15000 шагов в марафоне.

### **Изменяется ли тип мышечных волокон в результате тренировки?**

Это был один из самых важных вопросов практической физиологии. Было установлено, что элитные, самые выносливые атлеты обладают более высоким процентом медленных волокон в мышцах, которые работают в их видах спорта, по сравнению с нетренированными людьми. Но достигается ли это годами серьезных тренировок? Ответ сложен просто потому, что у нас нет данных биопсии этих спортсменов ДО И ПОСЛЕ того как они начали тренироваться и преуспели в своих видах спорта. Однако, хорошие базовые исследования, опирающиеся на экспериментальные модели, позволили дать некоторые ответы. Главным было то, что тип мышечных волокон определяется нервом, который иннервирует это волокно. Пока вы не смените нерв, вы не измените тип волокна с быстрого на медленный или наоборот. Именно такие эксперименты проводятся на животных (обычно на крысах). Пока нет определенных свидетельств, что мышцы человека переходят из "быстрых" в "медленные" в результате тренировки.

### **Тогда зачем тренироваться так серьезно?**

По двум причинам: мышцы реагируют на хроническую перегрузку (т.е., тренировку) стараясь минимизировать вызванные ею клеточные расстройства. При серьезной тренировке на выносливость быстрые волокна могут развить в себе больше митохондрий и окружить себя капиллярами. То же самое могут сделать медленные волокна. Таким образом, тренировка улучшает способность имеющихся у вас волокон справляться с нагрузкой. Во-вторых, даже у элитных спортсменов сам по себе тип мышечных волокон еще не гарантирует результат. Это особенно справедливо для соревнований средней продолжительности. Здесь к успеху ведет множество других факторов! Со всей очевидностью можно предположить, что смешанный состав мышечных волокон необходим для успеха в таких видах, как бег на 1,5 км, или когда нужно показать хорошие результаты на нескольких гонках.

## **Максимальное потребление кислорода - МПК**

Поговорите с людьми, тренирующимися на выносливость, кто "в курсе", и разговор в конце концов сведется к вопросу: "Каков ваш МПК?" Высокий МПК действительно одна из отличительных характеристик хорошего спортсмена в беге, велосипедном спорте, гребле и лыжных гонках, так что он должен быть очень важным. *Что это такое и как оно измеряется?*

### **Определение МПК**

МПК - это максимальный объем кислорода, потребляемый телом в минуту во время работы, при нахождении на уровне моря. Т.к. потребление кислорода пропорционально расходам энергии, то когда мы измеряем потребление кислорода, мы неявно измеряем максимальную способность данного человека к выполнению аэробной работы.

### **Почему у него МПК больше, чем у меня?**

Иначе говоря, мы можем начать с вопроса: "Что определяет МПК?" Каждая клетка потребляет кислород, чтобы преобразовать энергию пищи в АТФ, пригодную для работы клетки. Мышечные клетки, которые сокращаются, имеют высокую потребность в АТФ. Значит, они будут потреблять больше кислорода при нагрузке. Общая сумма миллиардов клеток всего тела, потребляющих кислород и вырабатывающих диоксид углерода, может быть измерена при дыхании с использованием комбинации оборудования, измеряющего объем и чувствительного к кислороду. Итак, если мы видим возросшее потребление кислорода во время нагрузки, мы знаем, что больше мышечных клеток сокращается и потребляет кислород. Получение и использование этого кислорода в синтезе АТФ для мышечных сокращений полностью определяется двумя факторами: 1) способностью внешней системы доставки поставлять кислород из атмосферы к работающим мышечным клеткам, и 2) способностью митохондрий выполнять процесс аэробного преобразования энергии. Тренирующиеся на выносливость характеризуются и очень хорошей сердечно-сосудистой системой (ССС) и хорошо развитой окислительной способностью своих

скелетных мышц. Нам нужны большой и эффективный насос для доставки обогащенной кислородом крови к мышцам и богатые митохондриями мышцы, чтобы использовать кислород и поддерживать высокий темп работы. Какая переменная является лимитирующим фактором для МПК: доставка кислорода или его использование? Это вопрос, который вызывал споры среди практикующих физиологов, но для большинства сейчас уже не стоит.

### **Мышцы говорят: "Если вы доставите его, мы его употребим"**

Некоторые эксперименты различного рода поддерживают ту концепцию, что у тренированных людей МПК ограничивается **доставкой** кислорода, а не его **использованием**. Делая упражнения одной ногой и прямо измеряя потребление мышцами кислорода для маленькой массы мышц (используя артериальную катетеризацию), было показано, что мышечная способность использовать кислород превышает способность сердца доставлять его. Так, хотя средний мужчина имеет около 30 - 35 кг мышц, только их часть может быть хорошо орошена кровью в любой конкретный промежуток времени. Сердце не может доставить большой объем крови ко всем скелетным мышцам и поддержать достаточное кровяное давление. Как еще одно доказательство ограничения по доставке, долговременная тренировка на выносливость может привести к 300%-ному росту окислительной способности мышц, но только около 15 - 25% повышения МПК. МПК может быть изменен искусственно путем изменения концентрации кислорода в воздухе. Он также увеличивается для ранее не тренировавшихся людей раньше, чем появляются изменения в мышечной аэробной способности. Все эти наблюдения показывают, что МПК может быть отделена от характеристик скелетных мышц.

Ударный объем, напротив, прямо пропорционален МПК. Тренировка приводит к его увеличению и поэтому к увеличению максимальной производительности сердца. Результат - большая способность к доставке кислорода. Больше мышц могут быть снабжены кислородом одновременно при сохранении необходимого уровня кровяного давления.

Теперь убедив вас, что работа сердца определяет МПК, важно также объяснить сопутствующую, или допустимую, роль окислительной способности мышц. Измеренное напрямую, Потребление кислорода = производительность сердца x артериально-венозная кислородная разница. Когда обогащенная кислородом кровь проходит через сеть капилляров работающей скелетной мышцы, кислород проникает из капилляров в митохондрии (благодаря разнице концентраций). Чем выше степень потребления кислорода митохондриями, тем больше извлечение кислорода и тем выше артериально-венозная кислородная разница при любом заданном темпе течения крови. Доставка - это лимитирующий фактор, т.к. даже наилучшим образом тренированная мышца не может использовать кислород, который не доставлен. Но, если кровь доставлена к мышцам, которые плохо натренированы на выносливость, МПК будет ниже несмотря на высокую способность к доставке.

### **Как измеряется МПК?**

Чтобы определить максимальную аэробную способность спортсмена, должны быть созданы условия, которые максимально воздействуют на способность сердца доставлять кровь. Физический тест, который отвечает этому требованию, должен:

- 1). задействовать по меньшей мере 50% всей мышечной массы. Работа, отвечающая этим требованиям, включает в себя бег, велоспорт и греблю. Наиболее общий лабораторный метод - это испытание на беговой дорожке. Используется беговая дорожка с изменяемой скоростью и наклоном.
- 2). не зависеть от силы, скорости, величины тела и квалификации. Исключение из этого правила - специальные тесты для пловцов, гребцов, конькобежцев и т.д.
- 3). иметь значительную продолжительность, чтобы максимизировать отклик ССС. Обычно, максимальные тесты, использующие продолжительные наборы упражнений, завершаются за 6 - 12 минут.
- 4). производиться над теми, кто имеет хорошую мотивацию! Тест на МПК очень труден для выполнения, но быстро заканчивается!

Например, мы проводим тест на беговой дорожке. Вот что произойдет. Вы идете в хорошую лабораторию при университетском фитнес-центре или медицинском центре здоровья. После медосмотра и снятия ЭКГ для проверки электрической активности сердца вы можете начать тест с ходьбы на беговой дорожке при малой скорости и нулевом наклоне. Затем, в зависимости от точной программы, скорость или наклон (или оба вместе) дорожки будут увеличиваться с равными интервалами (от 30 секунд до 2 минут). При беге вы будете дышать через 2-хклапанную систему. Воздух будет поступать из комнаты, но выдыхаться через датчики, которые измеряют объем и концентрацию кислорода. С помощью этих данных и некоторых формул компьютер подсчитает ваше потребление кислорода на каждой стадии теста. При каждом повышении скорости или угла наклона все большая мышечная масса будет задействована при все большей интенсивности. Потребление кислорода будет расти линейно с увеличением нагрузки. Однако, в некоторой точке увеличение интенсивности не приведет к увеличению потребления кислорода. Это реальное указание достижения МПК. Тест будет вскоре прекращен из-за быстрого накопления лактата, которое начнется за несколько минут до этого. Другие признаки МПК - это крайне учащенное дыхание и ЧСС около 220 минус ваш возраст, которая не растет дальше с увеличением нагрузки.

Значение, которое вы получите от врача, будет представлено в одной из двух форм. Первая называется абсолютный МПК. Он будет измеряться в литр/мин. и, возможно, будет между 3,0 и 6,0 л/мин для мужчин и 2,5 и 4,5 л/мин для женщин. Это абсолютное значение не учитывает различия в размерах тела, так что обычно используется второй способ представления МПК. Он называется относительный МПК. Он может быть выражен в миллилитрах в минуту на килограмм веса. Тогда, если ваш абсолютный МПК равен 4,0 л/мин, и вы весите 75 кг, то ваш относительный МПК будет равен 53,3 мл/мин/кг. В общем, абсолютный МПК выше у крупных спортсменов, тогда как относительный бывает выше у более "мелких". Для сравнения, средний МПК нетренированного мужчины 30 лет с хвостиком около 40-45 мл/мин/кг и уменьшается с возрастом. Этот же человек, который регулярно тренируется на выносливость, может повысить этот показатель до 50-55 мл/мин/кг. 50-тилетний чемпион по бегу среди ветеранов, возможно, будет иметь значение свыше 60 мл/мин/кг. Олимпийский чемпион в беге на 10000 метров будет иметь это значение около или свыше 80 мл/мин/кг! Но, важно понимать, что только тренировки не дадут олимпийскому чемпиону такого преимущества. Его МПК и безо всякой тренировки была бы около 65-70 мл/мин/кг. Конечно, тренировка важна, но все определяет хорошая генетика!

И еще одна вещь. Прежде чем восхищаться тем бегуном "из телевизора", вспомните, что люди бледнеют в сравнении со многими "животными-атлетами". МПК породистой лошади около 600 л/мин или 150 мл/мин/кг!

## Лактатный порог

### Введение

В практической физиологии было мало тем, которые исследовались бы больше или обсуждались бы более горячо, чем лактатный порог. Эти проблемы создают детали, а не базовая концепция. Однако, именно основы необходимы для тренировок и выступлений. Так что мы обратимся к ним.

### Что такое молочная кислота, и откуда она берется?

Употребляемые вами углеводы состоят из молекул нескольких различных сахаров: сахарозы, фруктозы, глюкозы и др. Однако, пока печень делает свою работу, все эти сахара превращаются в глюкозу, которая может быть усвоена всеми клетками. Мышечные волокна получают глюкозу и или используют ее немедленно, или запасают в форме длинных глюкозных цепочек, называемых гликогеном. Во время тренировки гликоген распадается до глюкозы, которая затем проходит через последовательность энзиматических реакций, что не требует кислорода. Все эти реакции происходят в среде клетки или в цитозоле. Они могут происходить очень быстро и производить некоторое количество АТФ. Этот путь называется **анаэробным гликолизом (бескисло-**

**родным расщеплением глюкозы).** Каждая отдельная молекула глюкозы должна пройти эту последовательность реакций, чтобы поглотить полезную энергию и превратиться в АТФ, энергетическую молекулу, которая поддерживает мышечные сокращения и все остальные энергозависимые клеточные функции.

### **Метаболическая развилка**

Существует критическая метаболическая развилка на конце этого химического пути. На этой развилке глюкоза превращается из одной молекулы с 6 атомами углерода в две с 3 атомами, называемые пируватом. Этот пируват может пройти в митохондриии через энзим пируватдегидрогеназу или превратиться в молочную кислоту через энзим лактатдегидрогеназу. Попадание в митохондриии открывает пируват для дальнейшего расщепления энзимами, окисления и большого выхода АТФ из глюкозы. Превращение в лактат означает временное прекращение процесса выработки энергии и потенциал для сжимающей усталости из-за снижения клеточного рН, если процесс накопления молочной кислоты не остановить. Как лист, плывущий по реке, молекула пирувата не имеет "права голоса", в каком направлении метаболизма двигаться.

### **В каком направлении МОЙ пируват будет двигаться при нагрузке?**

Я уверен, вы догадались, что это - основной вопрос, имеющий большое влияние на результаты соревнований. Я постараюсь ответить на него на трех уровнях: отдельное мышечное волокно, целая мышца, активная во время упражнений и целый тренирующийся организм.

### **Работающая мышечная клетка**

В отдельном сокращающемся мышечном волокне. Частота и продолжительность сокращений будут определять потребность в АТФ. Эта потребность будет удовлетворяться за счет использования двух ресурсов энергии: жирных кислот и молекул глюкозы (пока игнорируем небольшой вклад белков). Как только потребность в АТФ увеличивается, возрастает темп движения глюкозы гликолитическому пути. Поэтому при высоких нагрузках внутри отдельного мышечного волокна скорость производства пирувата будет очень высока. Если в волокне много митохондрий (а значит, больше пируватдегидрогеназы), пируват будет в большей степени превращаться в ацетил-коферментА и перемещаться в митохондриии при относительно небольшом производстве лактата. Дополнительно, метаболизм жирных кислот обеспечивает большую часть потребности в АТФ. Метаболизм жиров вовсе не производит лактат! Лактат, получившийся при расщеплении глюкозы, будет диффундировать из мест с высокой концентрацией внутри мышечной клетки к низкой концентрации вне мышечного волокна и во внеклеточную жидкость, а затем в капилляры.

### **Целая работающая мышца**

Теперь давайте взглянем на мышцу в целом, например, vastus lateralis, мышцу группы четырехглавых при езде на велосипеде. При низкой нагрузке гликолитический поток низок и получающийся пируват в основном двигается в митохондриии для окислительного расщепления. Поскольку нагрузка мала, активны в основном медленные волокна. Эти волокна имеют много митохондрий. Когда нагрузка возрастает, задействуется больше волокон, и у них более длительный рабочий цикл. Теперь потребность в АТФ возрастает в ранее активных волокнах, приводя к более высокому темпу образования пирувата. Большая доля ее теперь превращается в молочную кислоту, а не попадает в митохондриии, благодаря конкуренции соответствующих энзимов. Между тем, начинают работать некоторые быстрые двигательные единицы. Это увеличивает лактатный поток из мышцы из-за меньшего количества митохондрий в этих волокнах. Скорость появления лактата в крови нарастает.

### **Организм в целом**

Это только одна из нескольких мышц, которые работают при езде на велосипеде. С увеличением интенсивности, увеличивается мышечная масса, призванная обеспечить потребность в вы-

рабатываемой силе. Все эти мышцы выделяют в межклеточное пространство и кровь больше или меньше молочной кислоты, в зависимости от их соотношения быстрых и медленных волокон, степени тренированности и уровня активности. Однако, организм не только производит молочную кислоту, но и потребляет ее. Сердце, печень, почки и неработающие мышцы - это те места, где молочная кислота может быть поглощена из крови и либо превращена обратно в пируват и переработана в митохондриях, либо использована ресинтеза глюкозы (в печени). В этих местах низкая внутриклеточная концентрация лактата, так что молочная кислота проникает в эти клетки из циркулирующей системы. Если скорость поглощения или исчезновения молочной кислоты равна скорости ее производства или появления в крови, то концентрация лактата в крови остается постоянной (или около того). Когда скорость производства лактата превышает скорость его утилизации, молочная кислота накапливается в объеме крови, и мы видим **НАЧАЛО НАКОПЛЕНИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ (ННМК)**. Это и есть лактатный порог (ЛП).

### **Практические выводы**

Производство молочной кислоты - это не совсем плохо. Если бы мы не могли производить лактат, наша способность делать короткие высокоинтенсивные упражнения была бы почти уничтожена. Однако, я уверен, вы осознаете, что молочная кислота - это кошмар для тренирующегося на выносливость. Накопление в клетке протонов (увеличенная кислотность), которое отделяется от лактата, приводит к торможению сокращений мышц. Тяжесть в ногах возникает из-за протонов! Главное то, что интенсивность упражнений выше точки ННМК можно поддерживать только от нескольких минут до, может быть, одного часа в зависимости от того, насколько нагрузка превышает интенсивность при ННМК. Упражнения при этой или более низкой интенсивности могут выполняться часами. Причины утомления при интенсивности ниже ЛП включают в себя истощение запасов углеводов и обезвоживание.

### **Факторы, влияющие на скорость накопления лактата в организме**

- 1). **Абсолютная интенсивность упражнений** - по причинам, обозначенным ранее.
- 2). **Натренированность работающих мышц**. Большое количество митохондрий улучшает способность окислительного метаболизма при высоких скоростях гликолитических потоков. Кроме того, улучшенная способность к окислению жирных кислот приводит к уменьшению использования глюкозы при субмаксимальных интенсивностях. Метаболизм жиров проходит по другому пути, чем для глюкозы, и молочная кислота не образуется. Высокая плотность капилляров улучшает и доставку кислорода к митохондриям и вымывание отходов из работающих мышц.
- 3). **Состав мышечных волокон**. Медленные волокна производят меньше лактата при заданной нагрузке, чем быстрые, вне зависимости от степени тренированности.
- 4). **Распределение нагрузки**. Большая мышечная масса, работающая при средней интенсивности даст меньше молочной кислоты, чем небольшое количество мышц, но при высокой интенсивности. Например, гребец может научиться эффективно распределять усилие между мышцами ног, спины и рук, чем концентрировать всю нагрузку на ногах или на верхнем плечевом поясе.
- 5). **Скорость очистки крови от лактата**. По мере тренировки поток крови к таким органам, как печень и почки падает меньше при любой рабочей нагрузке из-за уменьшающейся симпатической стимуляции. Это приводит к увеличению вывода лактата этими органами из циркуляторной системы.

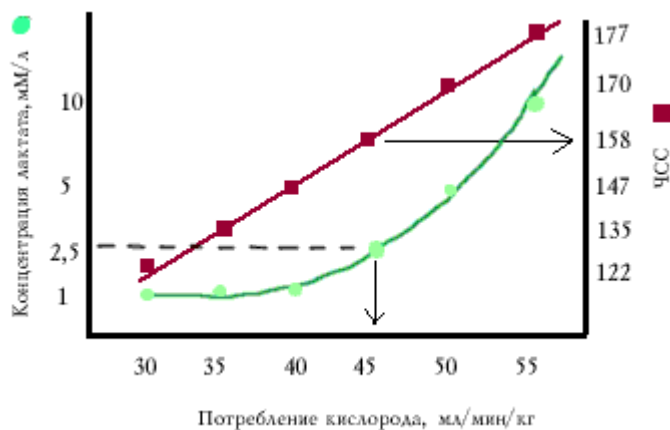
### **Измерение лактатного порога**

Ранее мы уже обсуждали высокие значения МПК для тренирующихся на выносливость. Большой МПК устанавливает потолок темпа работы, который мы можем терпеть. Это показатель величины нашего мотора. Однако, лактатный порог сильно влияет на то, какой процент мощности этого мотора может быть задействован реально и продолжительно.

Многие из вас никогда не будут измерять его в лаборатории, но краткое описание теста на ЛП довольно полезно, т.к. оно приведет нас к некоторым специфическим выводам для гонок и тренировок. Тест состоит из последовательных этапов упражнений на беговой дорожке, велоэрго-



метре, тренажере для гребли и т.д. Сначала интенсивность составляет около 50-60% МПК. Каждый этап обычно длится около 5 минут. Незадолго до конца каждого этапа записывается ЧСС, измеряется потребление кислорода и берется проба крови из пальца или мочки уха. Концентрация лактата в крови может быть определена во время теста с использованием специального инструментария. После этих измерений нагрузка увеличивается, и все шаги повторяются. После 6 этапов теста мы можем получить распределение интенсивностей ниже, около и выше ННМК или ЛП. Данные теста, в общем, должны выглядеть как на рисунке.



### Итак, я гоняюсь на интенсивности своего ЛП?

Это зависит от продолжительности гонки. Если вы гребете 2000 метров, бежите 5 км и т.д., интенсивность будет серьезно выше лактатного порога. Следовательно, количество лактата в крови у лучших спортсменов, измеренное после таких гонок, чрезвычайно велико, порядка 15мМ ( в покое - ниже 1мМ). В гонках, длящихся от 30 мин. до 1 часа, хорошо подготовленные спортсмены также выступают при интенсивности выше ЛП, но с меньшим превышением. Оказывается, что в этих гонках лучшие из них достигают того, что может быть названо **"состояние максимально стабильного лактата"**. Содержание лактата в крови может возрасти до 8-10 мМ в течение нескольких минут, а затем стабилизироваться на протяжении гонки. Может показаться, что высокая, но постоянная концентрация лактата противоречит концепции лактатного порога. Но вспомните, что концентрация лактата в крови является следствием одновременно производства и очистки. Кажется возможным, что при этих более высоких концентрациях лактата оптимизировано его поглощение неработающими мышцами. При любом темпе измерения для велосипедистов, бегунов и лыжников показывают тот факт, что лучшие спортсмены могут выдерживать работу на уровне, значительно превышающем ЛП, в течение больше чем 1 часа.

### Специфика лактатного порога

Важно знать, что лактатный порог сильно зависит от тренировочного задания. Так, если этот велосипедист попробует сесть за новый, ранее неиспользованный гребной тренажер и грести при ЧСС = 158, то он быстро устанет. Гребля задействует другие мышцы и нервномышечные связи. Так как эти мышцы менее тренированы, то лактатный порог велосипедиста в гребле будет значительно ниже. Эта специфика важна при использовании ЧСС в качестве определяющего показателя в "пересекающихся тренировочных нагрузках", также как для спортсмена-многоборца.

### Эффект тренировки

По указанным выше причинам тренировка приводит к уменьшению производства лактата при любой заданной интенсивности работы. Нетренированные люди обычно имеют ЛП при примерно 60% МПК. По мере повышения тренированности ЛП может вырасти с 60% до 70% и даже выше. Лучшие спортсмены и лучшие спортсмены-ветераны обычно имеют ЛП около 80% от МПК. Сообщалось о значениях, достигающих 90%. Лактатный порог чувствителен к тренировке и обусловлен генетически.

## Эффективность и работа на выносливость

### Введение

Итак, если прочли две предыдущие статьи, составляющие "Систему", то знаете, что высокий уровень результатов в соревнованиях на выносливость зависит от: 1) высокого максимального потребления кислорода или МПК, и 2) высокого лактатного порога или точки начала накопления молочной кислоты. Ваш МПК устанавливает верхний предел вашей способности выдерживать нагрузку. Для лучших спортсменов высокий МПК - это как приглашение на бал. Приглашение не гарантирует, что вы будете танцевать с самой хорошенькой девушкой. Но, если его нет, то вы точно не будете танцевать! Лактатный порог дает нам информацию о том, какую часть способностей вашей сердечно-сосудистой системы вы сможете использовать для поддержания усилия. Он определяется характеристиками скелетных мышц и адаптацией в результате тренировок. Умножение МПК на ЛП (потребление кислорода при лактатном пороге) дает меру эффективности вашего "двигателя". Т.е. мы приходим к эффективности. Что эффективность должна делать с работой на выносливость? Выигрывает то, у кого самый мощный и выносливый мотор? Хорошо, давайте проведем аналогию с гоночной машиной.

Если я построю мощный, хорошо отлаженный мотор, который может часами работать на пределе, и помещу его в грузовик, то этот грузовик сможет разогнаться до 200 км/ч. Но если я помещу его в обтекаемый Феррари, то смогу выжать 350 км/ч! Это большая разница. Мощность двигателя не изменилась, а скорость возросла. В некоторой степени тот же самый эффект наблюдается в любом виде спорта на выносливость. Эффективность определяет предел увеличения скорости!

### Причины неэффективности работающей системы

Возьмем, к примеру, велосипедную "разделку" на 40 км. Задача состоит в том, чтобы продвигать тело на велосипеде над землей и через воздух на максимально поддерживаемой скорости. Организм должен производить АТФ для мышечных сокращений путем химического преобразования энергии питания, что требует кислорода (т.е. высокой способности доставки кислорода), при минимизации производства молочной кислоты (высокий лактатный порог). Вся химическая энергия питания не переходит в АТФ. Около 60% теряется в виде тепла. Вот почему вам жарко во время упражнений. Этот источник потерь есть у всех. Следующий источник потерь энергии возникает на стадии, когда химическая энергия, запасенная внутри молекулы АТФ, превращается в механическую энергию путем сокращений мышц. Есть данные из одной американской лаборатории, предполагающие, что состав мышечного волокна влияет на эффективность мышечного сокращения. (Coyle et al., *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 24:782-788, 1992). Велосипедисты, у которых больший процент медленных волокон, оказываются более эффективными. Наблюдался небольшой рост потребления кислорода при заданной нагрузке для группы велосипедистов, у которых доля медленных волокон была от 35 до 76%. Более высокая эффективность также была отмечена при повторяющемся распрямлении ног, что предполагает зависимость эффективности от мышц, и не от техники педалирования. Эти различия малы. Возможно, велосипедист, у которого 80% медленных волокон, должен иметь **большую эффективность (произведенная работа, Вт, разделенная на потребление кислорода) - 23%**. Спортсмен, у которого только 50% медленных мышц, покажет только 20% эффективности. Итак, среди тренирующихся на выносливость численное различие мышечной эффективности кажется небольшим, но разница в выработке энергии в 40-километровой "разделке" будет составлять 8-10%, вне зависимости от других факторов. Например, данные Горовица (Horowitz et al., *Int.J.Sports Medicine*, 15:152-157, 1993), сравнившего две группы по семь велосипедистов. Среднее потребление кислорода, сохранявшееся в течение 1 часа езды на велосипеде (зависит от МПК и ЛП), было одинаково в обеих группах (4,48 против 4,46 л/мин). Однако, группа с более высоким средним процентом медленных волокон (73 против 48) достигала более высокой выработки энергии во время работы при большем количестве вырабатываемой энергии (342 Вт против 315).

При тех же физиологических затратах они выработали на 8% больше энергии. Как это отразится на скорости велосипеда?

### **Биомеханика и аэродинамика**

До сих пор мы обсуждали **внутренние** ресурсы выигрыша или потери эффективности. Теперь, возвращаясь к аналогии "грузовик - Феррари", займемся внешними ресурсами. Самый большой двигатель не гарантирует самого быстрого времени в автогонках, велогонках (или гребле, беге, плавании). Феррари едет быстрее, т.к. она легче и очень чисто рассекает воздух, уменьшая аэродинамическое сопротивление. То же самое делает велосипедист, принимая аэродинамически выгодную позу. Лучшие стайеры показывают высокую экономичность бега (слово экономичность употребляется для описания эффективности бега). Это значит, что они могут бежать с заданной скоростью при меньшей потребности в кислороде. Высокая экономичность может помочь при относительно низком МПК. Например, Дерек Клейтон в 1969 году пробежал марафон за невероятные 2:08. Его МПК был "только" 69 мл/мин/кг (ну может, чуть выше - это данные получены не во время его пика формы). Благодаря его высокой экономичности бега, это время продержалось 12 лет и не было побито такими талантливыми бегунами, как Крейг Верджин, Гари Тутл и Билл Роджерс, чьи МПК были от 78 до 82 мл/мин/кг. В гребле на эффективность влияют и гидродинамика дорожки и техническое мастерство гребца. Однако, даже на стационарном эргометре лучшие гребцы имеют большую эффективность, чем гребцы хорошо подготовленные, но не элитные. Это не зависит от состава мышц. Итак, оказывается, что неувловимые изменения в технике гребли могут вносить свой вклад в улучшении эффективности гребли и результат, после дополнительных лет тренировок.

Ни в одном виде спорта так не важна эффективность, как в плавании. Лучшие в мире пловцы не будут выделяться в физиологических тестах "чистой" выносливости по сравнению с представителями других видов спорта на выносливость. Это показывает, что высокая эффективность, достигнутая через сочетание идеального анатомического строения и технического совершенства гребка, является самым важным фактором.

### **Общая картина**

Возвращаясь к рабочей модели, можно подытожить. Я определил несколько анатомических и клеточных характеристик, который влияют на 1) МПК, 2) относительную интенсивность работы на лактатном пороге и 3) эффективность преобразования физиологической работы в скорость движения. Детали различны для разных видов спорта и разной продолжительности соревнований. Но, существуют всего **ТРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕМЕННЫХ**. МПК ограничивается функцией сердечно-сосудистой системы, но также зависит от периферических адаптаций, которые проявляются в тренированных мышцах. Высокий лактатный порог зависит от периферических адаптаций, улучшающих способность мышц вырабатывать энергию окислительным способом. А высокая эффективность связывает физиологический "мотор" и цель работы, максимальное увеличение средней скорости. В будущем я постараюсь рассмотреть исследования эффективности с большей спортивной спецификой.

## **Связь УМ - ТЕЛО и адаптация к тренировке**

Поскольку многие практикующие физиологи фокусируют внимание на тренировке мышц и систем организма, мы начинаем воспринимать мозг как таинственный черный ящик, но времена меняются. Я признаю, что я должен знать больше о влиянии тренировки на мозг и о вкладе мозговой активности на физическое состояние. Связь УМ - ТЕЛО это нечто большее, чем мистицизм.

Здесь я постараюсь представить некоторые материалы, полученные д-ром Хайнцем Лизеном (Dr. Heinz Liesen). Он работал врачом национальной сборной Германии по футболу, которая выступала в финалах Кубка Мира в 1986 и 1990 гг., несмотря на очень средние способности. Он также был врачом очень успешных национальных сборных по хоккею на траве и лыжному двое-

борью. Сегодня он вернулся к медицинской профилактике. Знания, которые он получил за несколько лет наблюдений за профессиональными спортсменами (и непрофессиональными тоже), а также многочисленных исследований клеточных иммунных реакций, рисунка тренировок, выступлений и даже активности различных участков головного мозга, уникальны в данной области. Также некоторые из этих данных основаны на все возрастающем объеме исследований, проводимых в США и Германии.

### **Мозг - это центр спортивной деятельности**

После всех этих разговоров про сердце и мышцы это может прозвучать как ненормальность. И тем не менее. Мозг как инициирует все наши произвольные движения так и реагирует на стрессы, вызываемые упражнениями. И более того, стресс - это универсальное качество. Мозг реагирует на стресс от работы, езды, тренировки, соревнования. Измеряемый вклад стресса раскрывается несколькими путями:

**Уровень катехоламина в покое.** Усвоенная тренировочная нагрузка ведет к выработке парасимпатической (отдых и восстановление) доминанты для выносливого спортсмена. Однако, если тренировочный стресс становится слишком сильным, уровень симпатических (борьба или бег) гормонов остается повышенным даже в покое, что показывает неполное восстановление. Внешним проявлением этих изменений является повышенный ЧСС в покое, хотя это не так показательно, как другие признаки. Другой характеристикой сердечного ритма в покое является некоторая нерегулярность. Это значительная вариативность ритма, измеряемая в течение минуты, как интервал между последовательными ударами. Эта вариативность значительно уменьшается в ожидании умственной нагрузки, т.к. увеличивается симпатическая стимуляция.

**Соотношение тестостерона и кортизола.** Тестостерон - это *анаболический* гормон, который участвует в регенерации и восстановлении мышц и тканей. Кортизол - это *катаболический* гормон, который стимулирует разрушение тканей. Например, уровень кортизола повышен при голодании, когда мышечная ткань нуждается в энергии. Уровень тестостерона должен быть выше у людей, более способных к тяжелым тренировкам и восстановлению (и у тех, кто вкалывает себе его). От природы уровень тестостерона ниже у женщин по сравнению с мужчинами (примерно в 10 раз). Некоторые (но не все) исследования показывают, что соотношение тестостерон/кортизол является показателем перетренировки и усталости у элитных спортсменов.

**Работа иммунной системы.** Иммунная система - это простое обозначение для внутренней, легко приспособляющейся клеточной системы, которая отвечает за захват посторонних веществ и их уничтожение или минимизацию их способности к воспроизведению. Иммунная система изменяет как скорость, так и величину своего ответа постороннему воздействию. Тренировка вызывает и резкие, и постоянные изменения в работе иммунной системы. Резкая нагрузка может вызвать кратковременное падение некоторых компонентов иммунной системы, открывая окно восприимчивости к инфекции на несколько часов после такого удара. Стресс хронической нагрузки дает двойной эффект на иммунную функцию. Это можно показать несколькими способами. Во-первых, сфера действия инфекций верхних дыхательных путей **снижается** при умеренной нагрузке, но **возрастает для серьезно тренирующихся спортсменов**. Во-вторых, величина иммунного ответа на внесенный антиген уменьшается для спортсменов, подвергшихся серьезному стрессу. Существуют инструменты для диагностики, которые позволяют проконтролировать воздействие семи аллергенов на кожу предплечья. Общая площадь результирующих кожных реакций представляет количественную меру силы иммунной системы (внутри данного человека). Эти измерения были тщательно проделаны во многих национальных командах Германии и Скандинавии.

Возможно, наиболее интересную информацию, которую я могу вам дать, мне же трудно понять из-за моих минимальных знаний по химии мозга. Оказывается, что мозг взаимодействует с иммунной системой и модулирует ее реакцию. Это было точно показано д-ром Лизеном (Dr. Liesen). Сравнивая образцы крови немедленно после взятия проб и часом после непредвиденного, но вызывающего стресс медицинского диагноза, он наблюдал драматические изменения в антигенной реактивной способности кровяных лейкоцитов. Эта модуляция мозгом иммунной

функции привлекает высвобождающиеся специфические иммуномодулирующие реагенты к ответу на эмоциональные стимулы.

**Психологические профили.** Были разработаны некоторые исследовательские инструменты, чувствительные к эмоциональным переменам, которые сопровождают **или предшествуют** физиологические перемены или перемены в работе, связанные с состоянием перетренировки. Они ставят вопросы о настроении, тревожности, качестве сна, желании тренироваться и т.д.

### Общая картина

Ниже представлена модель д-ра Лизена, основанная на его опыте и исследованиях, изображающая возможности как для положительного, так и для отрицательного воздействия физических упражнений на здоровье и пик результатов.



В нынешнем большом спорте реальные ограничения продолжительного улучшения результатов сдвинулись от количества тренировок к способности ума и тела к восстановлению. Многие большие спортсмены тренируются 50 недель в году, иногда по 3-4 часа в день. Когда этот экстремальный физический стресс складывается со стрессом частых соревнований (чтобы удовлетворить спонсоров), давлением прессы и тенденцией к потере времени или интереса к умственной развлекательной или созидательной деятельности, результат часто катастрофический. Часто при более близком наблюдении мы видим внезапное появление чрезвычайно талантливых спортсменов, через год - два следует резкое падение результатов или полное исчезновение со сцены. За этими ранними вспышками часто стоят тренер или целая команда, которые слишком сильно проталкивают спортсмена.

Успех команд или отдельных спортсменов, руководимых д-ром Лизеном возникает не из-за интенсификации их подготовки. Напротив, ключевым было более осторожное применение низкой интенсивности, "восстановительной" подготовки и даже дни полного отдыха. Помните, что целые дни без тренировок для спортсменов мирового класса очень тяжелы. Недавно здесь, в Норвегии одна газета процитировала мирового и олимпийского чемпиона Бьорна Дэли: "День без тренировки - пропавший день". Тремя неделями позже он покинул национальный чемпионат из-за болезни. Отдых необходим.

Также важно, как мы отдыхаем. Например, д-р Лизен наблюдал, что футболисты между тренировками часто просто все время лежат и смотрят телевизор, их мозг находится почти в растительном состоянии. Чтобы улучшить их умственные способности, он водил свою команду по музеям, помогал им изучать новые языки, заставлял мастерить поделки, и все это во время ударных тренировок или мирового чемпионата. Результат хорошо известен. Не очень одаренная немецкая команда достигла финалов Кубка Мира в 1986 и 1990 годах (оба раза проиграв финалы).

Они были успешны в большой степени потому, что оставались здоровыми и сильными в течение всего турнира.

Если вы посмотрите на рисунок вверху, то увидите, что и уровень тренировки, и умственная активность являются потенциальными модуляторами здоровья и соревновательных результатов. Когда мы строим программу тренировок, мы должны учитывать мозг так же как и тело.

Обычно спортсмены - ветераны не тренируются с теми же объемами, что профессионалы. И вы можете подумать: "Мне не грозит перетренировка, если я тренируюсь только 12 часов в неделю". Но, у вас есть карьера, дети, час пик каждый день. Каждая тренировка стала тяжелой? Каждый тренировочный забег стал соревнованием? Остальные увлечения исчезли из вашей жизни? Когда вы не тренируетесь, вы все равно думаете о тренировках? Если вы ответили "да" на большинство из этих вопросов, вам пора переосмыслить свою тренировочную программу и подход к тренировкам.

### **Длинный забег**

В колледже и на мировом уровне часы всегда тикают. Спортсмены чувствуют давление желания достичь своего пика "в этом году". Во многих случаях это приводит к годовым циклам, которые не учитывают развития спортсмена "на будущий год". Как ветераны, помните, что вы в этой игре надолго. Тренировка - долгий процесс учебы и физического и технического роста. Медали приходят к тем, кто сочетает талант с терпением и интенсивность с понятливостью. В конечном счете, неважно каков уровень ваших результатов, удовлетворение от тренировок выше, если они улучшают вашу жизнь, а не только ваш МПК!

## **Принципы тренировки - исправлено и дополнено**

Думаю, что если вы когда-нибудь занимались спортом, то уже много знаете о "принципах тренировки". Но все-таки, я хотел бы еще раз обсудить эту тему в качестве предисловия к последующим статьям. Рассмотрим 4 тренировочных принципа. Есть, конечно, и другие. Но эти я считаю фундаментальными и необходимыми для понимания, что такое тренированность. Я также полагаю, что они включают в себя все остальные принципы.

### **1. Принцип перегрузки**

#### **Клеточные реакции**

Человек - это биологический организм, который состоит из миллиардов взаимозависимых клеток. Говорят, что у каждой клетки есть своя психология. Может, это звучит странно, но верно по сути. Каждая клетка так или иначе **реагирует** на внешние воздействия и может давать **специфический ответ**.

#### **Тренировка - это циклический процесс чередования утомления и восстановления**

Чтобы понять причины перетренировки, надо знать, что повышение тренированности, которого мы хотим добиться, требует синтеза нового биологического материала. А на это нужно время! Даже если вы просто сидите и читаете, ваш организм находится в процессе разрушения и восстановления. Некоторые клетки, например красные кровяные тельца, погибают со скоростью 2-3 млн. в секунду и также быстро замещаются новыми. Другие, как клетки мышц, живут много дольше, но постоянно обновляются изнутри. Во время тренировки мы даем дополнительную, специфическую нагрузку некоторым клеткам и используем их внутренние ресурсы (энергия, вода, соли). Поэтому, когда вы заканчиваете тренировку или вылезаете из бассейна после разминки, то в этот момент вы слабее, а не сильнее. Насколько слабее - зависит от интенсивности тренировки. Клетки организма всегда стараются поддержать состояние гомеостаза или равновесия. Поэтому постоянный стресс, вызываемый тренировками, вызывает не просто восстановление до прежнего уровня, но и изменение, или "надстройку" системы, чтобы минимизировать следующее воздействие стрессового фактора. Например, снижение содержания гликогена в мышцах, происходящее при длительных тренировках, провоцирует увеличение запасов гликогена. Потери солей с потом инициируют процесс адаптации, в результате которого мы потеем больше, но те-

ряем меньше солей. Этот синдром общей адаптации уже был описан другими исследователями. Если стресс слишком велик, то "рост" откладывается или даже совсем отменяется.

Чтобы сохранить состояние гомеостаза при постоянных нагрузках, нужно наладить синтез специфических протеинов (например, митохондриальных энзимов), что позволит клетке в дальнейшем переживать стресс с меньшими потерями. Оптимальной программой тренировок будет та, которая максимально стимулирует позитивные изменения и минимизирует клеточный и системный стресс для организма в целом. Очень тяжелые тренировки приносят вред здоровью, так как понижают сопротивляемость инфекциям. Не забудьте, что это может серьезно повлиять на все ваши планы. Иначе говоря, стоит выполнять лишь тот минимальный объем работы, который необходим для достижения нужных результатов. Тренировочная программа должна включать в себя время, необходимое для восстановления: 1) достаточно длительное, чтобы успевали происходить процессы синтеза веществ, но 2) не слишком длительное, чтобы клетки не успевали вернуться к своему исходному состоянию. Наконец, в общей тренировочной программе нужно учитывать, что некоторые изменения происходят быстрее, а некоторые медленнее. Например, объем плазмы серьезно увеличивается через неделю интенсивной работы, а капиллярная сеть растет медленно, с годами тренировок. Это надо учитывать при определении соотношения тренировочных средств, необходимых для достижения специфических качеств.

### **Пороги и уменьшающийся эффект тренировки**

Применим принцип перегрузки на практике и поговорим о конкретной тренировке. Сначала мы выбираем определенные **интенсивность** и **продолжительность** тренировки (иногда они выбирают нас). Затем повторяем упражнения с определенной **частотой**. Добавьте сюда использование разных **видов** упражнений, и получится тренировочная программа. Учтите, что даже совсем нетренированный организм обладает резервом способности выдерживать значительный стресс. Это - минимальный порог интенсивности и длительности стресса, который нужно преодолеть, чтобы добиться каких-либо изменений. Иначе, это **минимальный порог тренировки**. Например, нетренированный человек начинает выполнять физические упражнения. Мы не заметим значительных улучшений его физической формы до тех пор пока интенсивность не превысит 50% максимального потребления кислорода (МПК). Правда, этого достичь не так уж сложно. Если вы не делали совсем ничего, поможет практически любая тренировка. Однако, этот пороговый уровень возрастает по мере улучшения вашей формы. У элитных спортсменов (молодежи и ветеранов) порог **позитивного отклика на нагрузку** может превышать 80% МПК. Но означает ли это, что каждая тренировка должна проводиться на этой интенсивности? Нет, и это очень важный вывод, который делают обычно после повторяющихся травм, перетренировок, застоя в результатах. Тренировки с интенсивностью, меньшей, чем этот порог, важны для поддержания уже достигнутых изменений, для **создания возможности процессов роста**. Однако, продолжая тренироваться, мы встретимся с таким явлением как **уменьшение эффекта** от тренировочных нагрузок. Чем более мы натренированы, тем труднее улучшить свое состояние. Чтобы избежать этого явления, можно использовать **периодизацию тренировок**, эта фраза заполонила современную литературу. На высшем спортивном уровне уменьшение отдачи хорошо видно на примере спортсменов, которые тренируются 3 часа в день. Рост их результатов всего на 0,5% выше, чем был, когда они тренировались 1,5 часа в день, причем это не вызвано заболеваниями! В этом случае каждый сам решает, насколько ему важны эти полпроцента.

### **Принцип специфичности**

Я думаю, что многие рекламщики и производители спортивных товаров объединились с целью запутать и молодых, и взрослых спортсменов в том, что касается этого принципа. Nike и многие другие фирмы, которые продают снаряжение, хотели бы убедить вас, что кросс - это ключ к блестящим результатам. Под этим соусом продается больше кроссовок и беговых дорожек. Но правда ли это? Пожалуй, нет. Каждый вид спорта предъявляет очень специфические требования к организму, по крайней мере в двух аспектах. Во-первых, **очень специфический рисунок движений мышц и суставов**. Для гребца невозможно заменить греблю чем-нибудь

другим. То же самое с плаванием или другими видами спорта. Даже если мы постараемся копировать основные движения своего вида в силовых тренировках, перенос увеличившейся силы на реальные движения будет малым или не получится совсем. В худшем случае этот способ тренировки может ухудшить двигательный навык из-за нарушения техники. Во-вторых, **нагрузка вызывает изменения метаболизма в конкретных группах мышц**. Например, бег и лыжные гонки задействуют примерно одни и те же мышцы, которые работают похожим образом. Но до сих пор у элитных лыжников не обнаружено связи МПК, замеренной на беговой дорожке, и МПК, замеренной в гонке. Напротив, есть сильная связь между показателями при передвижении на лыжах по снегу и при выполнении специфических лыжных упражнений, таких как упражнения на отработку одновременного отталкивания палками.

Выносливость в отдельном виде спорта требует:

1. доставки большого количества кислорода (т.е. мощного сердца),
2. серьезного местного кровотока и плотности митохондрий в конкретной мышце. Единственный путь **оптимального** развития этого компонента выносливости - тренировать именно нужные мышцы.

### **А как же кросс?**

Ну конечно, он необходим! НО, необходимо понимать, что цели и ценность альтернативных методов тренировки ограничены. Например, я занимаюсь греблей и принимаю участие в соревнованиях по гребле. Когда я жил в Техасе, 90% работы на выносливость в весенне-летний период составляла гребля. Однако, поздней осенью и зимой (во внесоревновательный период) я занимался на воде примерно наполовину меньше. Почему? В основном, потому что психологически уставал от гребли, но также из-за погодных и временных ограничений. Иногда я использовал гребной тренажер, не для улучшения техники, но как хорошее средство развития общей выносливости. Если честно, часто я не мог работать на тренажере более 30 минут подряд. Приняв на вооружение слова о том, что "голова должна отдыхать, а тело работать", я часто совмещал кроссовые тренировки, работу на велоэргометре с греблей, чтобы увеличить свою аэробную способность и не заработать психологического утомления. Небольшие объемы кросса помогали поддерживать общий аэробный уровень, позволяли "подзарядиться" в ожидании нового цикла интенсивных тренировок на воде с другими гребцами. Во время беговых и велосипедных тренировок я знал, что они превратятся в количественные и качественные изменения моих результатов в гребле.

Другая причина побегать кроссы состоит в том, чтобы избежать травм и поддержать мышечный баланс в период интенсивных специальных тренировок. Одним из ключей к успеху в спорте является умение сохранить здоровье в процессе работы. Тренировки с отягощениями сами по себе почти не влияют на время бегуна на 10 км. Но если такая тренировка поддерживает баланс мышц пресса или нижней части спины, оберегая от травм, то это уже вклад в улучшение результатов. Велоспорт - это совсем не бег. Но если спокойная, с целью восстановления езда на велосипеде снимает напряжение с усталых коленей и бедер, то возможно, что следующая беговая тренировка будет переноситься легче. Объемы кросса должны быть ограничены для тех видов спорта, которые позволяют нам выполнять специальную работу с большим энтузиазмом и интенсивностью, или меньшим риском травмы. Это ведь только осторожно вводимое **дополнение** к работе, а не ее **замена!**

### **3. Принцип обратимости**

Если бы люди были так экономны, как их организмы, то мы не имели бы проблем с домами и глобальным загрязнением окружающей среды. Человеческий организм очень бережливый! Железо и белки тех миллионов кровяных телец, которые погибают каждый день, практически полностью используются вновь для построения новых кровяных телец. Организм не производит белки, в которых не нуждается (может быть, за исключением тех, которые формируют аппендикс), и не сохраняет белки дольше необходимого. Есть, правда, одно несчастливое для спортсмена следствие этой бережливости, а именно быстрое ухудшение тренированности при пре-



кращении тренировок. Вы, конечно, уже знаете это. Возможно, вы не знаете детали этого процесса. Вопросы типа: как скоро происходит это ухудшение, какие качества теряются быстрее всего, влияет ли на процесс многолетний стаж тренировок, как влияет снижение уровня тренировок, но не их полное прекращение, очень важны. Тема "растренированности" заслуживает отдельной статьи.

#### 4. Принцип индивидуальных различий

Последний, но очень важный принцип

##### **Мы все очень разные**

Обычно, описание физических характеристик базируется на **СРЕДНИХ ВЕЛИЧИНАХ**. В среднем, американцы весят 77 кг при росте 1,75 м. Но пройдите по оживленной улице, и вы увидите значительное разнообразие типов! Не надо слишком удивляться и разнообразию наших внутренних характеристик. Размер сердца, мышечная масса, диаметр кости, состав мышечных волокон, места прикрепления мышц к костям, распределение жировых прослоек, гибкость суставов и т.д. очень отличаются у разных людей. Два примера: в среднем МПК 25-летнего нетренированного мужчины составляет 45 мл/кг/мин. Однако, есть совсем нетренированные люди, которые в лабораторных условиях на беговой дорожке показывают МПК, равное 70. Я как-то сам тестировал такого парня. Он "вызвался" пройти тест на велоэргометре. Я ожидал от него значений МПК, соответствующих тому факту, что он вообще никогда ничем не занимался. Представьте себе мое удивление, когда я увидел, что его МПК продолжает увеличиваться с увеличением нагрузки на тренажере. Он побеспокоился сообщить мне, что его сестра входила в состав олимпийской сборной по гребле, только после окончания теста! Но есть и "здоровые" неспортивные парни, у которых МПК равна всего лишь 35. Т.е., мы имеем двукратную разницу в аэробной способности еще до того, как они впервые выйдут на тренировку! Этот физиологический интервал не может быть ликвидирован, как бы сильно не тренировался "менее одаренный" спортсмен. Тот, кто изначально имеет более высокий МПК, серьезными тренировками **может** достичь величины 80, т.е. роста на 14%. Второй парень, делая те же тренировки, может получить 50, или рост на 42%. Разница сократится (в данном примере до 60%), но не исчезнет совсем. Генетика налагает свои ограничения.

Второй пример. **В среднем**, распределение мышечных волокон по типам в мышцах бедра у мужчин и у женщин составляет 50 на 50. Однако, исследования показывают, что существует разброс от 15% до 85% медленных волокон у разных людей. Коэффициент вариации достигает 30%. Опять мы видим значительные генетические различия в параметрах, которые имеют значительное влияние на спортивные результаты. Итак, каждый из нас должен сфокусироваться на достижении потолка **СВОЕГО ЛИЧНОГО** физического потенциала.

##### **Каждому свое**

Сразу несколько североамериканских университетов осуществляют совместный проект, в ходе которого определяется роль генетических особенностей в различии индивидуальных реакций на идентичную тренировочную программу. Примерно этот проект был назван "Изучение наследственности". Миллионы долларов были потрачены на измерение и понимание генетических основ явлений, которые уже давно и хорошо известны спортсменам. **Люди по-разному реагируют на тренировки.** Некоторые спортсмены могут почти ничего не делать в течение трех месяцев, потом тренироваться как сумасшедшие в течение трех недель и быть в хорошей форме (ну, примерно так). Другие трудно набирают форму, и кажется, что потеряют все, пропустив неделю тренировок. Многие исследовали ранее нетренировавшихся людей, которые начинали программу тренировки на выносливость. Ясно, что **в среднем** три месяца регулярных тренировок на выносливость с соответствующей интенсивностью и продолжительностью приводят к 15-20%-ному увеличению МПК. Но: здесь не указывается, что половина испытуемых показывает рост МПК только 3-4%, а вторая половина - 35% при абсолютно идентичных тренировках!

Некоторые чувствуют себя даже лучше, выполняя для достижения пика формы большие тренировочные объемы. Другие не могут выполнить тот же объем нагрузки, но показывают схожие

результаты, если перемежают тренировки с большим количеством дней отдыха. У каждого своя индивидуальная физиология. У каждого свои сильные и слабые стороны, что может сильно повлиять на составление тренировочного плана. А еще у каждого свои гормональные и иммунные реакции, что влияет на то, какой уровень стресса мы можем выдержать и "переварить". В том, что касается практической физиологии, мы знаем много о физиологических изменениях и общих методах тренировки, которые подчиняются известным физиологическим данным. Это очень важная информация для всех спортсменов от 24 до 64 (да и для всех остальных тоже). Но помните, ЛЮБАЯ тренировочная программа, которую вы скопируете у кого-либо, может лишь очень приблизительно подходить именно вам. А в худшем случае, она может привести к тяжелым последствиям для здоровья.

### **Основные выводы**

Итак, вы любите свой вид спорта и хотите совершенствоваться. Но вокруг так много возможных тренировочных методов и "экспертов". Что же делать? Вот что я думаю.

Во-первых, **разберитесь, что даст вам тренировка**. Изучите физиологию своего вида спорта (надеюсь, это сайт вам поможет). Узнайте, как работает ваш "мотор". Это поможет критически оценить различные тренировочные идеи.

Затем, изучите и **выучите биомеханические принципы, которым надо следовать, чтобы показать хорошие результаты**. Как вы можете увеличить эффективность превращения энергии в соревновательную скорость? Все виды выносливости ставят на первое место хорошую технику.

Наконец, **записывайте все, что вы делаете!** Карандашом по бумаге или с помощью навороченной компьютерной программы, но фиксируйте тренировки, которые вы делаете и их результаты. Прделав это, вы получите возможность составить свой собственный рецепт успеха, построив его на солидных общих принципах, но подстроив под свои личные особенности. У каждого свой "успех": пробежать 10 км, установить новый личный рекорд, выиграть титул чемпиона города или поставить мировой рекорд среди ветеранов! Но для каждого, кто поставил себе цель, разработал план и усердно работает над его выполнением, этот успех возможен!

## **К пониманию интервальной тренировки**

### **Сочетание тренировочных характеристик и физиологических изменений.**

Сейчас мы подходим к фундаментальному вопросу, который интересовал меня много лет. Что "лучше" - интервальная тренировка или равномерная? Очевидно, вопрос поставлен упрощенно, но я постараюсь постепенно пояснить свои мысли. Восемь лет назад моя диссертация ставила тот же вопрос. Одна группа крыс бегала, повторяя 2-хминутные интервалы с высокой интенсивностью, каждый день (5 дней в неделю), другая группа бегала 60 минут равномерно каждый день, а третья группа служила как контрольная. Результаты мы обсудим позднее. Я сделал выводы из этого опыта и продолжил изучение проблемы.

### **Определение интервальной тренировки**

В словаре интервал, возможно, определяется как период времени или определенная дистанция. Это правильно, но для нас, тренирующихся на выносливость, это означает повторяющиеся отрезки высокой интенсивности с периодами отдыха. В тренировке на выносливость, неважно в каком виде спорта, интервальная тренировка стала обычной практикой. С 60-х годов интервальная тренировка стала пониматься как ключ к успеху в соревнованиях на выносливость. В некоторых тренировочных программах она составляет до 50 - 75% общего тренировочного объема. Один мой знакомый, который тренирует бегунов, даже написал статью, озаглавленную: "Все интервалы, все время". После 10 лет исследований, чтения, наблюдений и тренировок, я думаю, что эта точка зрения должна быть осмыслена критически. Я преподнесу вам информацию под многими разными углами зрения, но с надеждой, что приду к связному заключению.

## Физиология периодической тренировки

В исследованиях физиологии тренировки одним из действительных "отцов" направления является швед Пер Астранд. Сегодня доктор Астранд в возрасте 80 лет является видным деятелем международной спортивной медицины. Его наиболее известная работа "Учебник физиологии работы", написанный совместно с Кааре Родаль из Норвегии. Сейчас уже 5-е издание остается настольной книгой для студентов, изучающих физиологию тренировки. В 60-х годах он поставил несколько простых экспериментов, которые до сих пор имеют важное практическое значение для понимания физиологического воздействия продолжительной/интервальной тренировки.

В лабораторных условиях велоэргометр служит очень полезным инструментом для полного изучения тренировки. Мы можем точно контролировать нагрузку, которую должен выдержать испытуемый, и очень легко провести большое число физиологических измерений, таких как ЧСС, потребление кислорода, уровень лактата в крови и т.д. (я предпочитаю не задерживаться на том, насколько большое!). Следующие эксперименты проводились как раз с использованием такой организации упражнений.

Один опыт был проделан, чтобы вычислить точное значение работы (сила, умноженная на расстояние, число, которое может быть точно измерено на эргометре), проделанной за 1 час. Эта работа может быть выполнена или при продолжительном отрезке упражнений при затрате энергии 175 Вт, или при периодической тренировке при более высокой интенсивности, разделенной равномерно распределенными интервалами отдыха. Интенсивность была подобрана так, чтобы обеспечить вдвое большие затраты энергии по сравнению с равномерной работой. Таким образом, та же работа может быть совершена за 30 минут тренировки при энергопотреблении 350 Вт вместо 1 часа. При рабочей нагрузке 175 Вт спортсмен может легко крутить педали непрерывно в течение часа. ЧСС составляла только 134 удара в минуту., потребление кислорода было только 55% от максимального, и концентрация лактата в крови оставалась около значений в состоянии покоя. Когда исследуемый пытался крутить педали возможно дольше при 350 Вт, т.е. удвоить нагрузку, он мог продолжать только 9 минут. ЧСС была 190 ударов в минуту 9 (максимальная), объем кислорода приближался к МПК, и концентрация лактата возрастала до 16,5 мМ, очень высокое значение, указывающее на очень большое утомление. Или вместо этого, он работал при тех же 350 Вт периодически с продолжительностью от 30 сек. до 3 мин., всегда с одинаковым отдыхом. Тогда он мог совершить нужную работу в течение часа. Однако, физиологические реакции чрезвычайно различались в зависимости от длительности интервала.

Условия упражнений	Потребление кислорода, л/мин	ЧСС	Концентрация молочной кислоты, мМ
непрерывная, 175 Вт	2,44	134	1,30
350 Вт**	4,60	190	16,5
периодическая###			
30 сек*	2,90	150	2,20
1 мин*	2,93	167	5,00
2 мин*	4,40	178	10,50
3 мин*	4,60	188	13,20

\*\* может поддерживаться только 9 минут.

### даются максимальные значения, достигнутые во время упражнения.

\* в каждом случае продолжительность отдыха равна продолжительности работы.

## Пояснения

Из экспериментов доктора Астранда я сделал два основных вывода:

1). Интервальная тренировка позволяет выполнить больший общий объем высокоинтенсивной

работы. Работая непрерывно, спортсмен может выдержать только 9 минут при затратах 350 Вт. Работая 3-хминутными интервалами, он может превзойти этот результат более чем в 3 раза (30 минут, с большим усилием).

2). При длительности интервалов 3 минуты необходимая работа может быть выполнена в течение часа, с большим усилием. Однако, если интервалы работы и отдыха укорочены, физиологическое напряжение резко уменьшается, даже если общее потребление кислорода в течение часа заметно не снижается. Особенно если интервалы менее 2 минут, физиологическая нагрузка/стресс серьезно сокращается, несмотря на то же самое накопленное время (здесь 30 мин) и ту же интенсивность работы (здесь 30 Вт). Если вы сравните в таблице пик потребления кислорода, ЧСС и концентрацию лактата, достигнутые во время 1-минутного и 2-минутного интервалов, эту разницу легко увидеть.

### **Почему реакции столь различны?**

Я думаю, что лучшее объяснение этой разницы было дано Астрандом. Он предположил, что во время очень коротких интервалов кислород, связанный с миоглобином, служит эффективным препятствием созданию дефицита кислорода (и накоплению молочной кислоты) во время забега. Поэтому после 30 сек. упражнений запасы кислорода миоглобина восполняются во время отдыха и необходимость доставки кислорода не так серьезна. Аналогично, человек стремится жить широко и быстро спускает запасы наличности, затем всегда оплачивая небольшой долг во время последующего "периода покрытия долгов". Долги не накапливаются. Если же длительность интервала увеличивается, емкость малого буферного запаса кислорода в миоглобине оказывается недостаточной, производство и накопление молочной кислоты становится значительным, и необходимость большей доставки кислорода во время рабочего интервала падает на ССС.

Последующие эксперименты Астранда показали, что если вы все больше и больше уменьшаете периоды работы и отдыха, становятся возможными даже более высокие затраты энергии без накопления молочной кислоты или тяжелой нагрузки на ССС.

### **Итак, вывод**

Чтобы действительно перегрузить ССС, интервал периодической нагрузки с потреблением кислорода близким к максимальному должен иметь длительность не менее 2 минут из-за: 1) отставания реакции ССС и 2) эффекта кислородного буфера миоглобина.

Теперь давайте вернемся к моей диссертации. Вопрос, который я хотел решить в этой работе, таков: "Каково воздействие интервальной и равномерной тренировки на эффективность сердца крысы?" Я хотел оценить сердце отдельно от мышц и сделать прямые измерения, так что я должен был использовать крыс. Я вывел группу крыс в лаборатории, думая, что они из одного помета, а значит наверное, очень похожи генетически (они казались такими). После того как они подросли, я разделили их на 3 группы. Одна группа сидела в клетках, поедая крысиную еду, и периодически я их взвешивал. Вторая группа была постепенно за 4 недели (несколько месяцев в крысиных годах) приучена бегать на беговой дорожке до тех пор пока они не смогли бегать 60 минут 5 дней в неделю при интенсивности, соответствующей 75% МПК. Третья группа была приучена к интервальному бегу. Эти крысы могли делать 2-хминутные забеги при скорости, требовавшей почти 100% МПК, затем замедлялись на 2 минуты, и так по 10 забегов (после 4 недель обучения). Общая беговая дистанция была одинаковой у обеих групп, различалась только интенсивность. Чтобы оценить сердечную эффективность, я разработал хирургическую процедуру под анестезией, которая позволила мне прямо и постоянно измерять выходные данные сердца, развитие давления, ЧСС и т.д., чтобы подвести сердце к объемной перегрузке с помощью солевого раствора. На заседании Американского колледжа спортивной медицины я доложил следующее. Для этих заранее нетренированных крыс 8 недель интервальной тренировки дали больший результат, чем 8 недель равномерной тренировки, т.к. стимулировали увеличенную большую сердечную эффективность. Сердца, натренированные интервально, достигали более высокого пика ударного объема при перегрузке.

### **Хорошо, ну и что дальше?**

Помните про МПК? Мы установили, что эффективность работы сердца в первую очередь зависит от МПК. Результаты моей работы предполагают, что интервальная тренировка - это лучший способ увеличить максимальную сердечную эффективность, и поэтому наверное МПК. Действительно, при изучении в другой лаборатории было получено значительное увеличение МПК для предварительно нетренированных крыс, подвергнутых пяти очень высокоинтенсивным забегам по 1 минуте в течение дня. Т.е., 5 минут упражнений. Это улучшение также проявилось в окислительной способности скелетных мышц. Существуют исследования человека, которые показывают то же явление. Интервальная тренировка позволяет нам получить больше стрессовой нагрузки на перекачивающую способность сердца. Используя большую мышечную массу, мы вызываем максимальную реакцию на ударный объем. Высокая ЧСС также достигается как зависимость от интенсивности. Наконец, периодические увеличения и снижения интенсивности могут вызвать специальные нагрузочные стрессы для сердца, т.е. адаптивные. Например, во время нагрузки ЧСС сильно возрастает, затем в момент ее окончания она немедленно начинает падать, но венозный кровоток остается высоким. Эти выдержки для дополнительной венозной прочности могут помочь спровоцировать перестройку венозной системы (увеличение объема). Кроме того, интервальная тренировка может дать сигнал к изменениям в согласии с артериальной системой, но это в большой мере предположение.

### **Ну хорошо, значит, надо делать только интервальные тренировки?**

Нет, продолжайте читать, вопрос усложняется. Из всего, что я представил ранее и из других исследований, я легко мог бы сказать, что программ, представляющая собой относительно малый, но выполняемый с высокой интенсивностью объем, будет очень эффективна для повышения МПК для ранее не тренировавшихся (или значительно детренированных) людей. Для новичков интервальная тренировка - это способ набрать минуты подготовки при более высокой интенсивности, чем наши скелетные мышцы изначально приспособлены вытерпеть. Для новичков сердце лучше готово к нагрузкам на выносливость, чем скелетные мышцы. Поэтому нужна увеличенная нагрузка, чтобы максимально адаптироваться. Периодическая высокоинтенсивная тренировка - это также мощный стимул для увеличения объема крови, что является критичным приспособлением и вносит значительный вклад в увеличение максимальной работы сердца и МПК.

НО, здесь прячется главная ловушка для сторонников интервальных тренировок.

МПК - это только одно направление изменений для тренирующихся на выносливость. МПК стабилизируется довольно рано в карьере взрослого бегуна или велосипедиста, который тренируется упорно и регулярно (хотя его точное значение может колебаться на несколько процентов от подготовительного к соревновательному периоду). Итак, мы должны спросить себя: "Я не начинающий, являются ли интервальные тренировки также лучшим способом улучшить другие компоненты моей подготовки?"

### **Улучшение выносливости скелетных мышц.**

Помните второе направление изменений? Это улучшение лактатного порога или процента МПК, который может быть удержан без значительного накопления молочной кислоты. Как я уже пояснял ранее, изменения лактатного порога появляются после более длительных тренировок, чем улучшение в МПК, даже если мы тренируемся регулярно. Место изменения смещается от ССС к скелетным мышцам. Синтезируются дополнительные митохондрии, создаются новые капилляры, волокна типа IIb превращаются в волокна типа IIa. Эти изменения появляются прогрессивно (вновь с сезонными колебаниями) после нескольких лет тренировок. Наиболее эффективный стимул к изменениям в аэробной способности скелетных мышц отличен от такого же стимула для функциональных изменений в сердце! Тяжелая, но короткая интервальная тренировка здесь проигрывает. Мы должны углубиться в часы длительной равномерной тренировки, чтобы увеличить эти изменения. Интенсивность будет колебаться от равномерной при 65 - 75 %

МПК продолжительностью от 40 до 120 минут до повторяющейся "работы на анаэробном пороге" при 80 - 90% МПК длительностью от 15 до 30 минут.

### **Дайте мне больше доказательств**

Ну хорошо, вы - один из тех, кто любит проводить на своей лодке или гребной машине каждую тренировку и биться от 500 до 2000 м, затем останавливаться в агонии от нахлынувшей молочной кислоты, только затем, чтобы повторить этот процесс еще несколько раз после нескольких минут отдыха. Разминка оставляет вас истощенным, с пересохшим ртом и дрожащими ногами. Конечно, от этого вы станете быстрее. Вы скажете: "Почему надо тренироваться на меньшей скорости, чем соревновательная? Если вы хотите гоняться быстро, надо всегда быстро тренироваться." Бегуны, велосипедисты, пловцы - те же настроения встречаются и среди них. В течение нескольких лет после начала тренировок на выносливость я придерживался той же позиции, отталкиваясь от большей скорости и ориентации на силу. Черт, я только заставил моих интервально тренированных крыс делать мою работу. Но после довольно быстрого выхода на плато я начал смотреть, экспериментировать и изучать.

### **Немецкие гребцы сбавляют нагрузку**

Несколько лет назад я натолкнулся на обширные данные, собранные по немецкой сборной гребцов их же физиологами. Им регулярно проводили кровяные тесты во время и после работы. Интересные результаты были получены после обработки множества измерений в течение тренировочного года. 80% тренировочного объема элитные немецкие гребцы проводили при концентрациях лактата ниже 2,0 мМ (цифра лишь немного превышает значения в покое). Только 1 или 2% объема было при "ночной" скорости. (Вспомним, что в спортивной гребле заезды длятся 5,5 - 8 минут, т.е. соревновательный темп выше МПК). Насколько я знаю, в 50 - 60-е годы немцы (и советские гребцы) тренировались со зверской интенсивностью, и те, кто не выдерживал, заменялись. Немцы стали слабее? Ну, на самом деле во время этих тестов в конце 80-х они доминировали в гребле, умножая число мировых чемпионов во всех классах лодок. Значит, они работали.

### **Почему?**

Почему немецкие гребцы (и итальянские, тоже мировые лидеры) приняли эту философию тренировки? Я раскопал кое-что интересное по этому поводу, написанное в 1968 г. в специализированном издании по гребле. В начале и середине 60-х годов подход немцев к тренировке был совсем другим, с большим акцентом в сторону высокоинтенсивной интервальной подготовки. Они обнаружили, что в значительной степени они достигли высоких результатов с этой тренировочной программой. Они не видели постоянного прогресса среди своих элитных спортсменов. Каждый год они поднимались к тому же самому уровню, вновь падали вниз после сезона и повторяли весь процесс в следующем сезоне. Тогда они изменили состав тренировок в сторону большего объема, меньшей интенсивности (меньше убийственных интервалов с максимальной скоростью), и начал проявляться долговременный прогресс. В этом есть смысл, если мы учтем "волны изменений".

Другая причина относится к другому компоненту физиологического воздействия высокоинтенсивных интервалов. Долгое наблюдение за элитными немецкими спортсменами показало (по крайней мере им самим), что терпимость организма к пребыванию под воздействием высоких концентраций лактата и сильнейшего сопутствующего стресса, связанных с этим типом тренировки, резко ограничена. После жесткого усилия иммунная система и другие показатели нарушаются на несколько дней. После главной международной гонки эти нарушения могут длиться несколько недель. Перетренировка или повреждение тканей намного более вероятны во время экстремальной интенсивности. Если подготовка прервана из-за травмы или усталости, то никакого прогресса не достигнуто. Мы должны быть внимательны, как тренера или спортсмены, чтобы добавлять наиболее интенсивную работу в осторожных, небольших количествах.

## **Кенийцы**

В мире бегунов было огромное количество публикаций о недавнем доминировании, продемонстрированном восточноафриканцами, особенно кенийцами. Неудивительно, что некоторые предположили, что эти бегуны "отличаются генетически" или тренируются "секретным образом", и это делает их непобедимыми в мировом стайерском беге.

Конечно, кенийцы устанавливают мировые рекорды направо и налево и бьют весь остальной мир (места 1 - 5 на Бостонском марафоне в 1996 году). Но есть ли у них физиологические или тренировочные секреты? Чтобы осветить этот вопрос доктор Бенгт Салтин, сначала в Каролинском институте в Швеции, а теперь в Копенгагенском исследовательском центре мышц (Дания) провел несколько интересных исследований и опубликовал результаты в 1995 г. Он измерял МПК, лактатный порог, экономичность, тип мышечных волокон и т.д. у 12 лучших шведских стайеров. Затем он поехал в Кению и провел те же исследования среди их лучших бегунов (со значительной помощью знаменитого бегуна 60-х Кипчоге Кейко). В среднем, кенийские и шведские бегуны имели высокие и похожие МПК (хотя самые лучшие кенийцы имели чуть лучшие показатели, чем самые лучшие шведы). Однако, действительно заметной разницей между доминирующими кенийцами и "тоже бегающими" шведами была в их очень низком накоплении лактата и аммиака при высоких скоростях бега и их отличная беговая экономичность. Помните 2 и 3 волну изменений?

### **А кенийцы делают интервальные тренировки?**

Почти никогда. Они тренируются напряженно и часто. Вот что Салтин сообщает о группе очень успешных молодых бегунов. Бегуны тренируются дважды в день, утром и после обеда. 90% утренней тренировки составляет бег по горам и деревьям на 8 - 15 км (5 - 10 миль) при умеренной интенсивности (70 - 79% МПК). Остальные 10% выполняются при низкой интенсивности. Днем они вновь бегают. На этот раз дистанция только 3,5 - 5 миль, но 80% проходит при примерно 90% МПК. Остальные 20% выполняются при очень низкой интенсивности. Если они чувствуют усталость, то не бегут так сильно. Это не звучит очень сложно. Из 12 тренировок в неделю только одна проводится как интервальная при 96% МПК. Последняя статья о великом марафонце Космо Ндети подтверждает эту же тренировочную стратегию даже среди более старших бегунов. Кенийцы определенно тяжело работают, но они никогда не делают интервальных тренировок при темпе выше МПК. Как они улучшают подготовку, так бегают дольше при той же относительной интенсивности.

### **А что касается нас, тех кто постарше?**

Одной из целей исследования гребцов - ветеранов было: оценить как тренируются более возрастные спортсмены. К счастью, я получил широкие тренировочные данные нескольких гребцов - ветеранов, включая чемпионов страны по гребле и данные эргометрии группы мировых рекордсменов. Рисунок получился следующий: многие спортсмены - ветераны не тренируются дважды в день и даже не каждый день. Это то, что для вас делает предыдущая полноценная работа (а может быть, мудрость, которая позволяет разуму прислушаться к телу, когда оно просит день отдыха). Но лучшие гребцы до сих пор проводят много часов, выполняя умеренную равномерную работу на воде или тренажере. Я называю это "часами силы". Один любитель тренажеров, который некоторое время удерживал мировой рекорд в группе старше 50 лет, говорил о том, что в год, предшествовавший рекорду, мог выполнять 140 гребков в час на эргометре. Предполагаемый гоночный темп в его специальности около 102 - 105% МПК, интенсивность этих гребков составляла около 73 - 75% от того, что он демонстрировал на 2500-метровой дистанции, основываясь на метрах, набираемый каждый сезон. Этот темп приближается к 75 - 80% МПК. Он почти не делал тренировок с большей интенсивностью до последних нескольких недель перед серией весенних гонок. Затем он выходил из 7.56 четырежды за месяц, а лучшим было 7.52, мировой рекорд! Он построил свое отличное состояние с помощью длительной равномерной работы, затем он дал волю своим впечатляющим способностям в тяжелых 8-минутных гонках. Еще важно

упоминать, что его результаты стабильно улучшались более 5 лет, несмотря на его "средний возраст" (он начал заниматься греблей после 40 лет).

### **Ну хорошо, так вообще не делать интервальных тренировок?**

Не совсем так. Вот что я думаю, исходя из данных и моего собственного опыта.

1). Интервальная тренировка с интенсивностью выше МПК не может обеспечить дополнительный стимул для улучшения максимальной аэробной способности или лактатного порога и может нанести вред.

Существует солидное исследование, показывающее, что тренировочная интенсивность при 80 - 100% МПК мало влияет на величину МПК. При интенсивностях выше 100% МПК стимул к повышению МПК действительно снижен из-за сильного снижения тренировочного объема и ингибирующего влияния молочной кислоты на утилизацию кислорода в клетках.

Во время работы при интенсивности 75 - 100% МПК улучшенная переносимость упражнений должна быть скомпенсирована дистанцией или временем, а не интенсивностью. Эта возрастающая переносимость нагрузки при заданной субмаксимальной интенсивности есть показатель адаптируемости скелетных мышц.

2). Аэробная интервальная тренировка определенно эффективна, но акцент надо делать на продолжительности интервалов от 10 до 20 минут, если ваша гонка длится более 4 минут. Интервалы 4 - 8 минут должны проводиться при интенсивности 85 - 100% МПК. Эти интенсивность и длительность оптимальны для максимизации/поддержания силы ССС. Однако, помните, что эта приспособляемость рано стабилизируется. Интервалы в 4 - 8 минут, возможно, надо включать не чаще 1 раза в 8 дней. Следовательно, большая часть вашего тренировочного времени должна быть нацелена на достижение других адаптаций. Более длинные интервалы в 10 - 20 минут будут проводиться при 75 - 85% МПК, в зависимости от вашей подготовки. И это очень хороший метод для развития выносливости скелетных мышц, "второй волны изменений". Интервалы обоих типов в общем приведут вас к правильному распределению интенсивности, если вы сделаете хорошее усилие. Периодическая природа поможет вам набрать минуты высококачественной работы. Я думаю, что в сумме 24 - 32 минуты интервальной работы подходит для большинства из нас, если выполнять их 4 - 8-минутными интервалами. Более длинные тренировки не дадут больше выгоды. Для более длинных, более низкоинтенсивных интервалов, я думаю, нужно 40 - 60 минут. За 20 - 40 минут возможно сделать большую часть работы. Это означает, что в большинстве очень занятых дней, когда у вас есть только полчаса на тренировку, короткая разминка и 20-минутный жесткий, с постоянной скоростью интервал (темповой бег и т.д.) полезнее, чем выполнение серии очень коротких интервалов. Интервалы отдыха не должны быть очень длинными, т.к. накопление лактата не очень велико. Например, если вы пытаетесь сделать 5 раз по 5 минут, отдых должен быть не менее 2, но и не более 4 минут. Для 20-минутных интервалов отдых будет только 5 - 6 минут. если интенсивность подходящая для данной интервальной тренировки, то вы должны выполнять все отрезки на одной скорости, хотя и с возрастающим усилием.

В основном, долговременной целью должен быть медленный переход от интервальной интенсивности к равномерному темпу. В своей замечательной книге "Подготовка бегуна на длинные дистанции" Давид Мартин (практикующий физиолог) и Петер Кое (отец и тренер мирового рекордсмена Себастьяна Кое) пишут об интервальной тренировке. Они полагают, что надо даже увеличивать скорость в последних одном или двух отрезках (с большим усилием). Это покажет, что за тренировку вы не накопили чрезмерное количество молочной кислоты. Если вы промчались первый отрезок, а затем обнаружили, что "увядаете" на последующих или быстро прекращаете работу, то вы не готовы к этой интенсивности. И что более важно, вы не достигаете нужного улучшения. Вы мучаетесь, но ценность тренировки потеряна по двум причинам. Во-первых, высокие уровни лактата, которые развиваются из-за излишней интенсивности, действительно снижают потребление кислорода и уменьшают утилизацию жирных кислот митохондриями. Во-вторых, преждевременно прерванная тренировка оставляет вас истощенным, но ваши мышцы не стимулированными.



### **Какова ваша любимая тренировка?**

За последние два года я обнаружил, что тренировка, состоящая из трех 20-минутных отрезков в "приятном гоночном темпе" или около моего лактатного порога (высокого стабильного уровня лактата) была моей основной подготовкой к гребле. Эти тренировки проводились раз в неделю, всегда в компании с другими гребцами - одиночниками. Продолжительность не позволяла интенсивности подниматься слишком высоко. Соревнование с партнерами не позволяло ей падать слишком низко! Остальные тренировки были при более низкой интенсивности и длительностью от 60 до 90 минут, причем техника была важной целью наряду с улучшением аэробной способности. Это было значительным изменением тренировочной программы, которая вращалась вокруг 1, 2, 4-минутных интервалов "убийственной работы" каждую неделю. Мы также делали немало этих коротких интервалов, но только перед соревновательным сезоном и даже после, но уже реже, чем в предыдущие годы. Все мои товарищи - гребцы нашли эту тренировочную программу великолепной. Мы остались здоровыми. Мы сохранили мотивацию. И мы стали быстрее!

### **Как при этом установить мой МСР?**

Я рекомендовал бы использовать резервную формулу ЧСС. Я объясню почему. Это позволит вам приблизиться к установлению определенной ЧСС для разных значений потребления кислорода. Конечно, счетчик ЧСС может достичь только 100%. Это максимальная ЧСС, которая соответствует МПК. В общем, ЧСС не отражает интенсивность работы адекватно высокоинтенсивным интервалам (от 30 сек. до 3 мин.).

### **Делать ли вообще очень короткую быструю нагрузку?**

Да, если продолжительность гонки около 3 - 4 минут (для гребцов это 1000 м), где анаэробная способность играет значительную роль. Даже в таких коротких гонках аэробная выносливость все еще является основой успеха, но ваша способность терпеть очень высокие уровни лактата и сохранять хорошую технику (гребцы, пловцы) критична в заключительные моменты гонки. В этом случае мы задействуем анаэробные интервалы. Здесь метод и цель весьма различны, и это надо понять. В этих спринтерских отрезках, длиной от 30 сек. до 2 мин. ожидается жесткое поглощение молочной кислоты. Итак, забудьте свои МСР. То, что они покажут, не имеет смысла при этих условиях. Интервалы отдыха могут быть вдвое длиннее рабочих интервалов. Интенсивность будет 105 - 120% МПК. Молочная кислота не будет полностью выведен во время отдыха. Итак, каждый интервал будет начинаться при более высоком уровне лактата в крови. Цель в том, чтобы удержать наилучшую скорость при возрастающих уровнях лактата. Здесь общее время работы может быть как 6 минут, так и 16 минут. Ценность этих тренировок уменьшается, если вы не можете долее удерживать нужную технику.

Ограниченный потенциал увеличения способности аккумулировать лактат и "умение терпеть" имеет наивысшую цену во всей подготовке спортсмена на выносливость (вспомните данные немцев). Эти приспособления достигаются намного быстрее, чем аэробная приспособляемость, т.е. спринтерская подготовка не должна проводиться ранее, чем в 4 -6 неделю от определенного соревнования. Не надо проводить слишком много спринтерских тренировок, чтобы не сломать себя или своих спортсменов. Для большинства тренирующихся на выносливость этот тип тренировки не должен применяться чаще 1 раза из 10. Больше количество сделает вас физически несвежим и физиологически хрупким, а также уменьшит объем тренировок, посвященный аэробной адаптации.

### **Заключение**

В следующих статьях этой секции я обсуждаю основные компоненты работы на выносливость. Это - МПК, лактатный порог и эффективность. Один мой друг добавил статью о кратковременной мышечной работе (анаэробная способность). Этот последний компонент играет ничтожную роль в длинных гонках, но становится очень важен, если дистанция гонки уменьшается до менее чем 15 минут. Ресурсы анаэробной энергии могут насчитывать до 20% всего выхода энергии в 5 - 7-минутной гонке. В 2-х минутной гонке около 40% всей энергии получается ана-

эробным путем.

Я также обсудил течение изменений этих компонентов для спортсмена, который продолжает тренировки на выносливость в течение нескольких лет. Теперь, в этой статье, надеюсь, я добавил к этой базе обсуждения соотношения между тренировочными характеристиками и вкладом этих компонентов. Понимание физиологии, лежащей в основе, помогает нам изложить тренировочную программу сразу. Короче, очень высокоинтенсивная интервальная тренировка занимает лишь малую нишу в тренировке на выносливость. Она считается как гонка. Она ранит как черт. Но, она имеет ограниченную ценность в построении подготовки. Я уверен, что нам надо сфокусироваться на более длинных тренировочных отрезках, как основе нашей тренировочной программы. Это легко понять марафонцу, но может быть удивительной новостью для гребцов на 1000 м, бегунов - средневикунов и велогонщиков. Основная мысль в следующем: даже если вы тренируетесь на силовую выносливость, именно объем тренировок при 70 - 90% от МПК в вашей тренировочной программе будет единственным и наибольшим долговременным воздействием на ваш прогресс, а не число тренировок, в которых вы добиваетесь полного трупного оценивания и ватного рта.

(Эта и так достаточно длинная статья будет дополнена/переработана, как и данные, и мои экспериментальные гарантии).

## **Проблемы пола в соревнованиях и тренировке на выносливость**

Эта статья очень запоздала, и я извиняюсь перед теми, кто интересовался этой темой. Поднимать вопрос о половых различиях в физическом отношении может означать сексизм, но это не только мое намерение. Исторически сложилось, что спорт был центром неправильных предположений и сексизма, который касался женщин-спортсменок. Социальные вопросы и непонимание женских физических и медицинских ограничений (или предположение ограничений) сложились так, что замедлили развитие женского спорта на многие годы (женский марафон был включен в программу Олимпиад только в 1984 г.), но эти времена прошли, по крайней мере среди молодежи. Среди ветеранов мы до сих пор видим сильно уменьшенное количество участниц в старших возрастных группах. Эта разница, несомненно, уменьшится через пару десятилетий. В результате, выступления самых старших женщин, возможно, будут улучшаться быстрее, чем у самых старших мужчин, когда новое поколение хорошо подготовленных молодых спортсменок перейдет в соревнования ветеранов, и к ним будут присоединяться все больше и больше талантливых "поздних цветов".

"Старые" социальные нормы и привычки до сих пор имеют негативное влияние на участие и результаты в группе женщин старше 50 лет. Современные спортсменки частенько повторяют эти мысли ("женщина не создана для бега на длинные дистанции"), что весьма сомнительно. Сейчас -надцатилетние дочери вдохновляют своих "сидячих" мам и даже бабушек заниматься физкультурой. Эта передача знания и норм против течения представляет собой переворот того, что мы обычно видим для мужчин (отец учит сына всему, что знает сам). Однако, это переходный период для спортсменок, и передача знаний через поколения помогает ускорить развитие женского ветеранского спорта.

Сказав все это, надо подчеркнуть, что существуют физиологические различия между полами, которые влияют на результаты в зависимости от возраста женщины. Несколько лет назад, когда марафон впервые стал соревнованием для женщин, быстрый прогресс женских результатов привел некоторых к утверждению, что скоро женские результаты в марафоне сравняются с мужскими. Этого не произошло и не произойдет. Нынешний мировой рекорд для женщин 2:21, а для мужчин 2:06.50, разница в скорости около 10%. Та же 10%-ная разница есть во всех беговых дистанциях. Причина не в том, что женщины тренируются меньше мужчин. Существуют некоторые важные физиологические различия полов, которые нельзя упустить из виду или преодолеть. Я хотел бы обозначить самое важное. Где возможно, я постараюсь изложить это в терминах "Трех важных компонентов", которые я обсуждал на сайте.

## **МПК**

"Типичный" молодой нетренированный парень имеет МПК 3,5 л/мин, тогда как у типичной девушки того же возраста будет около 2 л/мин. Разница в 43%! Откуда она берется? Ну во-первых, большая часть разницы возникает из-за того, что в среднем мужчины больше женщин. Люди геометрически подобны, так что размер сердца изменяется пропорционально размеру тела. Если мы разделим объем кислорода на вес тела, то разница уменьшится (45 мл/мин/кг на 38 мл/мин/кг) до 15 - 20%, но не исчезнет. В чем источник оставшейся разницы?

Если мы сравним среднее количество жира у мужчин и женщин, то получим часть ответа. У молодой нетренированной женщины около 25% жира по сравнению с 15% у мужчины. Итак, если мы учтем разницу в строении тела путем деления объема кислорода на "постную" массу тела (вес тела минус оцененный вес жира) разница в МПК снижается до примерно 7 - 10%. Запомните, что это только мысленное упражнение на бумаге. Спортсменка не может ожидать, что улучшит свои результаты, если снизит массу жира ниже уровня 7%, как часто бывает у мужчин. Последствия для здоровья женщины куда более серьезны!

Чтобы найти объяснение оставшейся разнице в 10% мы должны вернуться к ключевому ограничению для МПК - доставке кислорода. В среднем у женщин более низкий уровень гемоглобина, примерно на 10%. Наконец, очевидно, что женское сердце немного меньше по отношению к размерам тела, чем мужское. Последние изучения ЭКГ и эхо-ЭКГ также предполагают, что сердце молодой женщины показывает меньшее увеличение в соответствии как с тренировкой на выносливость так и на сопротивление, чем мужское сердце (Георг и др., 1995). Причиной этого может быть разница в плотности восприятия андрогенов в женском сердце. Меньшее сердце будет менее эффективным насосом.

Немного меньшая способность крови переносить кислород (меньшие уровни гемоглобина) плюс меньшее или менее адаптивное сердце достаточны, чтобы считаться половыми различиями в МПК вне зависимости от размера тела и процента жира.

Здесь стоит упомянуть результаты опытов Спина и др. в 1995г. Их данные предполагают, что прежде не тренировавшиеся пожилые мужчины и женщины (60 - 65 лет), которые тренировались 9 месяцев в году, увеличили МПК на одну и ту же величину (в среднем на 20%). Однако, механизм улучшения был различным. У мужчин улучшение происходило за счет увеличения максимальной сердечной выработки благодаря большему количеству ударов. Это тот тип реакции, которую я уже описывал. Однако, пожилые женщины не показывают никакого улучшения в работе сердца, но скорее увеличивают потребление кислорода, улучшая выработку кислорода работающими мышцами благодаря большей капилляризации и большему количеству митохондрий. Эти данные подтверждают прежние исследования женщин старше 60 лет, которые не показывают гипертрофии сердца при тренировке на выносливость.

Подводя итог, можно сказать, что существует все увеличивающееся количество данных, подтверждающих, что для женщин характерен несколько иной характер адаптации сердца к нагрузке, причем это несходство увеличивается с возрастом. У них также обычно более низкий уровень гемоглобина (на несколько процентов). В результате, небольшая но важная разница в МПК, даже для примерно одинаково тренированных мужчин и женщин даже с учетом разницы в размере и сложении.

Важно отметить тот факт, что эти различия существуют "в среднем". В действительности есть много женщин, у которых значения МПК значительно выше, чем для средних мужчин. Однако, если мы посмотрим на "лучших из лучших", различия сохраняются. Приведем в пример норвежских лыжников-гонщиков. Наивысшие значения МПК, зафиксированные в национальной команде лыжников, были около 90 мл/мин/кг. У самой лучшей гонщицы - 77 мл/мин/кг. То есть, если эта женщина превзойдет 99,9% всех мужчин, она не превзойдет мужчин национальной команды.

## **Лактатный порог**

Теперь рассмотрим второй компонент выступлений на выносливость, лактатный порог. В общем, это интенсивность тренировки, при которой молочная кислота начинает накапливаться в

кровотоке в количествах, значительно превосходящих "базовые" значения. Эта интенсивность устанавливает (немного расплывчатую) границу между интенсивностью, которую можно поддерживать долго (более часа), и той, которая за несколько минут приводит к утомлению. Мы уже обсуждали тот факт, что лактатный порог изменяется из-за адаптаций, которые происходят в работающей мышце. Мы называем это периферийной адаптацией. (Изменения в работе ССС называются центральной адаптацией).

Вопрос в том, отличается ли характер или способность к периферической адаптации для женщин и мужчин. Лучшее, что я могу сказать, это "нет".

Во-первых, женские скелетные мышцы не отличаются от мужских. Во-вторых, в пределах допустимой погрешности распределение по типам волокон (процент быстрых и медленных мышц) не отличаются для мужчин и женщин. В-третьих, мужские и женские скелетные мышцы реагируют похожим образом на нагрузку на выносливость. Наконец, элитные спортсменки имеют схожие значения лактатного порога по сравнению с мужчинами, если выразить их в процентах от МПК. Элитные спортсменки работают при том же высоком проценте МПК, что и их коллеги - мужчины.

Несколько лет назад возникло предположение, что женщины могли бы выступать лучше в видах на сверхвыносливость. Эта теория была опровергнута и в лаборатории, и на практике, т.к. разница в результатах сохраняется и на сверхмарафонских дистанциях. Вы можете заартачиться и вспомнить недавнюю статью, которая предполагает, что женщины имеют преимущество на действительно долгих соревнованиях. В ней обсуждается исследование, в котором группа бегунов, мужчин и женщин, равных по времени пробегания марафона, бежали вместе в марафоне Comrades, на 90 км. Женщины выиграли 54 мин, предположив преимущество женщин в более длинных соревнованиях. Проблема этого исследования в том, что если вы сравниваете мужчин и женщин по результатам, женщины являются относительно лучшими бегунами и возможно, имеют более высокий процент медленных мышц. Это преимущество становится больше на сверхдлинных дистанциях.

Остается тот факт, что разница результатов между рекордсменами среди мужчин и женщин на действительно длинных беговых дистанциях от 50 км до 6 дней действительно больше, порядка 15 - 20% вместо 10% для обычных дистанций. Часть от этой большей разницы может принадлежать меньшему представительству, а также тому, что наиболее талантливые женщины не испытывают себя на сверхдистанциях. Я не думаю, что на элитном уровне эта разница исчезнет.

### **Эффективность**

Третий компонент подготовки на выносливость - это эффективность, которая, конечно, имеет различные ограничения в зависимости от вида спорта. Данные исследований по сравнению эффективности для мужчин и женщин редки и недостаточны. В беге, например, в зависимости от специфики исследования есть данные о большей, меньшей или равной эффективности для мужчин и женщин. Эта путаница уменьшается, если учтены различия в весе тела и количестве жира.

Рассмотрев некоторые данные, сравнивающие беговую экономичность для разных полов, я провел пару исследований, но это все стало превращаться в игру масштабов и факторов, что нравится мне, но вы, возможно, обойдетесь без этого. Так что я решил только суммировать все следующим образом. Сейчас я хотел бы доказать, что любое заложенное различие для бегунов - мужчин и женщин меньше, чем индивидуальные различия в беговой экономичности, которая наблюдается среди бегунов независимо от пола. Я хотел бы поддержать этот аргумент предположением, что различия в МПК, наблюдаемые между элитными мужчинами и женщинами, достаточны, чтобы объяснить разницу в 10% без привлечения других факторов. Если ко мне попадут другие данные, я опубликую их.

Теперь, если мы посмотрим на различия эффективности/экономичности в других видах спорта, положение вещей в основном сводится к различиям в антропометрических данных. Например, в беге или велосипедном спорте в общем, женщины могут иметь преимущество благодаря меньшей доле верхней части тела в общей его массе и потенциально меньшему сопротивлению воздуха или воды. Как я показал для гребли, различия в отдельно МПК достаточны, чтобы объ-

яснить половые различия в результатах. Мне не известно об исследованиях, поддерживающих или опровергающих это, но кажется, что нет различий в эффективности в гребле среди женщин и мужчин схожих относительных способностей.

### **Различия в метаболизме жиров?**

В 70-х гг. появилась теория, которая гласила: "Если женщины имеют больше жировых запасов, они должны лучше использовать жиры во время работы на выносливость, когда запасы гликогена истощены". Одним из краеугольных камней этой теории было наблюдение, сделанное одной бегуньей, что женщины выглядят так "свежо", пересекая финишную черту! Ну, эта шаткая теория рухнула в ярком свете науки. В 1979 г. Костил и др. сравнили мужчин и женщин, которые одинаково тренировались в 60-минутном беге на беговой дорожке. Не было обнаружено никаких различий в измерениях жирового метаболизма. Эти авторы также взяли мышцы из ног бегунов и протестировали их в пробирке. Опять нет разницы! Это очень часто обнаруживается среди одинаково тренированных мужчин и женщин. Нет половых различий в способности мужчин и женщин сжигать жир!

### **Мужчины потеют больше женщин?**

В общем, и при расчете на 1 кг веса женщины потеют меньше, чем мужчины. Однако, из-за их большего соотношения площади поверхности тела к его объему они одинаково хорошо рассеивают тепло. Мужчины имеют преимущество в охлаждении путем испарения, а женщины имеют преимущество в охлаждении излучением, т.е. они выравниваются.

### **Предварительный вывод**

Из этих трех критичных компонентов подготовки на выносливость только один явно и последовательно снижен для женщин - это МПК. Даже с учетом различий в весе тела и проценте жира остается различие приблизительно в 10 - 15%. Теперь я хотел бы поговорить о некоторых других сравнениях, которые не настолько соответствуют Модели подготовки на выносливость.

### **Сила и мощность мышц**

Хотя максимальная мускульная сила и анаэробная энергия имеют мало общего с чистой подготовкой на выносливость, есть много соревнований, которые могут быть названы "сило-выносливыми". Они длятся от 2 до примерно 8 минут, требуя некоторой комбинации аэробной и анаэробной способности. По этой причине, я думаю, важно также рассмотреть этот "анаэробный" компонент всего результата. Если мы говорим об анаэробной способности, критической является мышечная масса. Женщины в среднем имеют меньшую общую мышечную массу, чем мужчины. В результате, максимальная сила, измеряемая так же как максимальная энергия (энергия = сила/время), уменьшена. Общие измерения силы верхнего плечевого пояса предполагают в среднем 40 - 50% разницы между полами, по сравнению с 30% для нижних конечностей. А как насчет энергии? Мод и Шульц сравнили 52 мужчин и 50 женщин примерно 21-летнего возраста с использованием теста на максимальную энергию на велоэргометре. Пик энергии по абсолютной величине был примерно на 60% ниже для женщин. Но ведь мужчины тяжелее. Пики мощности на килограмм веса были более похожи. Наконец, когда выход энергии был соотнесен с массой чистого жира, цифры были 10,4 Вт/кг и 9,9 Вт/кг соответственно. Эта 5%-ная разница не отличалась статистически. Многочисленные исследования, использовавшие различные методики, показали, что при рассмотрении только качества мышц разницы между мужскими и женскими мышцами нет. В пределах точности существующих сравнительных методик оказывается, что различия в силе и мощности между полами зависят только от количества мышц. Биомеханические различия, возможно, играют роль в некоторых ситуациях, но это очень зависит от вида спорта.

### **Должны ли мужчины и женщины тренироваться вместе?**

Ну, теперь мы подходим к немного другой вещи. Я думаю, есть две причины, чтобы делать

это половое сравнение. Во-первых, я думаю, полезно понимать, что на элитном уровне различия в мужских и женских результатах физиологичны по происхождению и не зависят от различий в тренировке, желании и т.д. (Усиление этого различия существует среди более возрастных спортсменов. Здесь, я думаю, различие в результатах, возможно, до сих пор больше, чем оно будет в конце концов из-за различий в интенсивности тренировок и участия в соревнованиях среди старших возрастных групп). Вторая причина очень практическая. Мужчины и женщины живут вместе, работают вместе и часто тренируются вместе, как муж с женой, как друзья, как часть тренирующейся группы. Итак, если мы собираемся тренироваться вместе, я думаю, довольно важно понимать друг друга как спортсменов. Спортсмены - это не только тела. Они также имеют мозги!

### **Физиологические различия?**

Я бегло рассмотрел некоторые физиологические различия полов. Теперь я хотел бы перейти к сфере психологии. Сейчас я действительно ступаю по тонкому льду, но я благополучно и счастливо женат и, живя - довольно далеко почти ото всех, кого я знаю здесь в Норвегии, я собираюсь продолжать. В широком обобщении существуют некоторые вещи, которые я заметил, прочитал, проэкспериментировал и т.д. Которые по моему мнению важны для мужчин и женщин, тренирующихся вместе. Но позвольте мне повторить. Это - обобщения. Для каждого утверждения, приведенного здесь, я могу привести противоположное поведение в той же ситуации.

### **Игра чисел**

Если вы посещаете фитнес-центр, полный мужчин и женщин, пыхтящих на всевозможных компьютеризованных машинах, сначала взгляните на мужчин. Как правило, они будут смотреть прямо на экран, подсчитывая, экстраполируя, сравнивая цифры со своими прежними попытками, или оценивающим взглядом будут оглядывать соседей. Мужчины - рабы цифр.

А теперь посмотрите на женщин. По моему опыту, большинство используют одну из стратегий разобщения. Они слушают музыку, читают книгу или журнал или просто закрывают компьютерный экран полотенцем. Некоторые комбинируют все три метода. Основная мысль та, что они не обращают внимания на любые мерцающие огни! Действительно, когда я осмелился осведомиться об это, большинство заявили мне, что они ненавидят цифры, часы, звонки и свистки.

Ну, большинство этого народа не спортсмены, но я думаю, что тенденция сохраняется и среди спортсменов. На спортивных листах, которые я просматривал через электронную почту, и в почте, которую я получаю от вас, в основном мужчины интересуются ЧСС, временем, выработкой энергии и т.д. Кажется, они нуждаются в том, чтобы просчитать свою подготовку наиболее детально. Вы замечали, что мужчины более склонны вести дневники тренировок, чем женщины? Между тем, я хочу сказать, что женщины более чувствительны к качественным, внутренним измерениям эффективности тренировки. Что лучше? Ни то, ни другое. Определенно, мы можем научиться друг и друга. Некоторые цифры могут помочь нам преодолеть некоторые специфические барьеры. Они также помогают видеть малые изменения результатов и оценить эффективность тренировок. С другой стороны, более качественный подход иногда помогает нам устранить часть внутреннего давления. Если спидометр или МСР управляет нашим мышлением, то часто можно обнаружить, что мы "соревнуемся" на каждой тренировке. Это лучший способ выдохнуться и перетренироваться.

### **Социология тренирующейся группы**

Я сам не читал, что "мужчины с Марса, а женщины с Венеры", но зато читал похожую чепуху. В основном, я хотел бы продолжить мысль о том, что мужчины и женщины общаются по-разному. Мужчины строже соблюдают иерархию, тогда как женщины лучше развивают горизонтальные линии общения. И при чем тут соревнования? Вот моя точка зрения. Мужчины, которые активно занимались спортом в юности, проще относятся к жестким установкам. В спорте некоторые отбираются сразу, другие позже. У вас есть первая команда и вторая команда и т.д. "Это не личное. Он просто немного быстрее тебя, Чарли". Посмотрите на компанию парней в сорев-

новательной ситуации. Мой последний личный опыт был в гребле. На воде мы ежедневно боролись друг с другом в одиночках. Потая, гримасничая, насмехаясь, вопя, выигрывая, проигрывая. Затем мы возвращались в док, вылезали из лодок и говорили: "Отличная работа. До завтра". На воде ежедневно иерархия устанавливалась и защищалась, чтобы исчезнуть сразу после конца работы. О другом примере мне рассказал один рулевой мужской легковесной национальной команды, сейчас тренирующий гребцов колледжа. Он заметил, что спортсмены сборной могли перевернуть все на тренировке. Затем, как только она заканчивалась, они забывали об этом. Никакого смешивания, никакого внимания к успехам или неудачам в то время, когда они не происходят!

По моему опыту, это отключение от соревнований после тренировки может быть более трудным для женщин. Те же качества, которые часто делают их более коммуникабельными и выразительными, также могут привести к персонализации борьбы на ежедневных тренировках. В крайнем случае это может расколоть команду. Я наблюдал это (с безопасного расстояния) в гребле среди женщин - ветеранов. Многие из них в юности не участвовали в соревнованиях. Может, это и есть причина различий. Борьба за места в лодке и проследовавшие тренерские решения не забываются и не принимаются после тренировки. Кажется, женщины не знают, как общаться в этих новых условиях. Катастрофа!

Я думаю, что соревновательные элементы в тренировке полезны. Однако, у каждого человека свой оптимальный уровень соревновательной стимуляции. Здесь, в Норвегии я знаю тренера лучшей лыжницы последних лет Марит Миккельспласс. Она поднялась на новый международный уровень (в первой тройке в мире) после того, как покинула сборную и начала тренироваться самостоятельно. Проблема была в постоянном стрессе при подготовке в агрессивной командной атмосфере, что для нее было слишком. Психологический стресс привел к физическому стрессу и перетренировке. Благодаря хорошему тренеру, который понял связь между психологией и физиологией, проблема была решена. Я полагаю, что часто есть тончайшие различия в подходе, которые тренер должен видеть между женщинами и мужчинами. Недостаток в понимании этих различий может повлиять на результат.

### **Могут ли женщины и мужчины выдержать одинаковый тренировочный объем?**

Здесь мы возвращаемся к физиологии. Беседы с элитными тренерами привели меня к вере в то, что существует небольшая, но важная разница в восстановительной способности мужчин и женщин, по крайней мере не элитном уровне. Опять я возвращаюсь к доказательствам от норвежских лыжников мирового класса. Оказывается, что сильнейшие женщины показывают лучшие результаты при тренировочном объеме на 10 - 15% меньше, чем объемы сильнейших мужчин. Увеличение объемов для женщин не улучшает результатов, а часто приводит к перетренировке. По общему соглашению причина этого в том, что в среднем у мужчин выше уровень тестостерона. Вспомните, тестостерон - это анаболический гормон. То есть, это критично для роста и восстановления тканей. Анекдотично, но мне говорили, что только одна из членов норвежской женской сборной могла выдерживать среднегодовой тренировочный объем (в часах), который выполнялся всей российской национальной командой. Причиной может быть использование стероидов, но конечно, это только слухи. Во всяком случае, я думаю, мы должны сознавать, что существует небольшое половое различие в восстановительной способности после интенсивной или объемной нагрузки в дополнение к наблюдаемым персональным различиям.

### **Вы и ваша вторая половина как партнеры по тренировкам.**

Я женат на женщине, которая любит тренировки. Черт побери, это одна из причин, почему она так привлекла меня! Мы сосредоточились на разных видах спорта, но иногда тренируемся вместе, бегаем, катаемся на велосипеде или на лыжах в зависимости от времени года в Норвегии. Что мы поняли довольно быстро, это то, что мы не можем выполнять одну и ту же тренировку вместе одинаково эффективно. Если мы бежим на одной скорости, я могу работать только ниже моего лактатного порога. Тем временем, она находится на грани катастрофы, т.к. бежит на пределе возможностей. Мне хорошо, ей плохо. То же самое с велосипедом. Где же выход? ну, один

из них в том, что мы можем просто не тренироваться вместе. Но нам эта идея не нравится. Тогда приходим к компромиссу. Иногда я тренируюсь один. Это обычно интервальные тренировки или работа на лактатном пороге. Потом, если мы тренируемся вместе, я бегу или еду на велосипеде в хорошем стабильном аэробном ритме, а она делает темповый бег или велосипедную тренировку на лактатном пороге. Главное то, что мы должны были понять, какова наша физиология и какие приспособления нужны, чтобы позволить нам обоим извлечь выгоду из наших совместных тренировок и не сломать друг друга.

Даже небольшие различия в соревновательных способностях Ваших и Вашего партнера могут стать проблематичными, если не распознать их. Более слабый партнер, который всегда работает немного тяжелее, чтобы удержаться, рискует перетренироваться или по крайней мере не достигнуть цели тренировки. Это может быть и мужчина, и женщина. Или этого можно избежать, если время от времени оценивать различия результатов и вносить корректировки в план тренировок. Одна вещь вероятна. Вы, возможно, не должны все время тренироваться вместе. Найдите время для совместных тренировок, но будьте уверены, что в остальных тренировках не будет компромиссов. Если это означает тренироваться отдельно, делайте это! Это не значит, что мне не нравится твое общество, дорогая!

### **Заключение**

Хорошо, я думаю, что затронул все основные вопросы, согласно моей нынешней позиции. Главное: есть физиологическое объяснение половым различиям в результатах в соревнованиях на выносливость (и силу). Держите в уме, что лучшие женщины все же могут побить 99% мужчин. Однако, если вы спросите меня: "Когда женщины будут бегать также быстро, как мужчины?", я отвечу: "Тогда, когда у них будет такой же МПК". Грете Вайс, возможно, сказала это лучше: "Пока женщины остаются женщинами, я не думаю, что они превзойдут мужчин".

Я прочел как минимум одну хорошую и довольно популярную книгу о беге "Познание бега", которая старается объяснить различия в результатах в терминах некоторой не измеримой, а воображаемой разницы в качестве мышц. Автор был вынужден допустить эту точку зрения, несмотря на абсолютно противоположные данные из-за своей даже более неподкрепленной теории, что МПК на самом деле совсем не ограничивается сердечным представлением. Честно говоря, это мнение также отрицает имеющиеся данные, как табачная индустрия отрицает, что курение вредно! Воспользуйтесь этой замечательной книгой, но не читайте главы по физиологии.

Я осознаю, что проскочил огромную область различий, относящихся к влиянию менструального цикла или беременности на подготовку и выступления женщин. Однако я думаю, что существует множество отличных источников многих более квалифицированных авторов, предназначенных для спортсменок, имеющих вопросы по этой теме. Что до вероятных психологических различий, я полагаю, они существуют, но понимаю, что здесь есть много исключений. Так пожалуйста, не заполняйте мой ящик страстными письмами. Моя жена еще любит меня!