

# Тренировка в марафонском беге: научный ПОДХОД

---

**Энрико Арселли, Ренато Канова**

**Совет международного легкоатлетического фонда**

Почетный Президент - Его Высочество Принц Монако Альберт

Президент - Ламин Диак (Сенегал)

Члены:

Хассан Агабани (Судан)

Оллан Касселл (США)

Хуан Мануэль де Хоз (Испания)

Бернар Фатре (Монако)

Амадео Фрэнсис (Пуэрто-Рико)

Др. Арне Юнгквист (Швеция)

Морис Николас (Сингапур)

Роберт Стинсон (Великобритания)

Игорь Тер-Ованесян (Россия)

Генеральный секретарь - Роберт Фазуло (США)

Заместитель генерального секретаря - Пьер Вайс (Франция)

Под общей редакцией:

Валентина Балахничева

Вадима Зеличенка

Бориса Фадеева

Перевод Музы Дементьевой

Консультант Александр Полунин

**Издательство "Терра-Спорт", 2000 г.**

---

**Эта книга посвящена памяти Президента ИААФ  
Примо Небиоло (14 июля 1923 - 7 ноября 1999)**

Д-р Примо Небиоло, Президент ИААФ с 1981 года, скончался 7 ноября в Риме в возрасте 76 лет от сердечного приступа. До последнего момента рядом с ним была его жена Джованна.

Смерть Небиоло стала невозместимой утратой для мировой легкой атлетики, которой он посвятил всю свою жизнь. Его творческая и самоотверженная деятельность вкупе с присущей ему интуицией и способностью к бескомпромиссным поступкам стала залогом успешного развития ИААФ. Его заслуги были признаны на Конгрессе ИААФ в Севилье,

где представители 210 федераций — членов ИААФ единодушно избрали Небиоло Президентом ИААФ на шестой срок подряд.

Небиоло начал свою карьеру спортивного администратора полвека назад в Турине, где он родился 14 июля 1923 года и готовился к получению ученой степени в сфере права и политики. В трудные послевоенные годы он внес свой вклад в дело социального возрождения Турина, создав университетский спортивный клуб «КУС Турин». Он сохранял трогательную привязанность к этому клубу и продолжал возглавлять его на протяжении своей жизни. Легкая атлетика и университетский спорт были двумя большими страстями Небиоло. В свое время он активно занимался спортом и любил вспоминать о том, как в молодости участвовал в соревнованиях по прыжкам в длину. Этот опыт, накопленный за время учебы в школе и университете, лег в основу его страстной любви к спорту и желания служить ему во благо. Трагические годы второй мировой войны и участие в антифашистском Сопротивлении сформировали у Небиоло убеждение в необходимости предпринять какие-то действия для примирения молодых людей всего мира, независимо оттого, в какой политической системе они проживают. Это и сыграло решающую роль в создании им Международной федерации университетского спорта (ФИСУ), президентом которой он стал в 1961 году, успешно объединяя студентов из университетов стран Западного и Восточного блока. Единственной целью деятельности Небиоло в сфере легкой атлетики было развитие спортивного движения и предоставление возможности развиваться молодым людям, независимо от их социального или национального происхождения. Эта мощная идея позволила реализовать все инициативы, сделав ИААФ одной из самых прогрессивных международных спортивных федераций. Эта деятельность Небиоло получила всеобщее признание и была особенно высоко оценена президентом МОК Х.-А.Самаранчем, включившим Примо Небиоло в число членов МОК «за особые заслуги».

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

#### **ГЛАВА 1: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАРАФОНСКОГО БЕГА**

- 1.1. Выработка энергии
- 1.2. Центральные и периферийные аэробные компоненты
- 1.3. Анаэробная лактатная система
- 1.4. Типы мышечных волокон
- 1.5. Бег с разной скоростью
- 1.6. Техника бега и энергостойкость
- 1.7. Потребление углеводов и жиров во время марафонского бега
- 1.8. «Пятый резервуар»
- 1.9. Температурный и водный баланс
- 1.10. Факторы, лимитирующие достижение спортивного результата на марафонской дистанции

#### **ГЛАВА 2: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРЕНИРОВКИ**

- 2.1. Почему тренировка способствует улучшению спортивного результата?
- 2.2. Как выбрать адекватные средства тренировки
- 2.3. Совершенствование центральных аэробных компонентов
- 2.4. Увеличение потребления кислорода в мышечных волокнах
- 2.5. Тренировка развития способностей мышц использовать лактат
- 2.6. Скорость потребления липидов (жиров)
- 2.7. Воздействие бега разного типа

#### **ГЛАВА 3: КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ**

- 3.1. Как определить наиболее подходящий темп для отдельного бегуна-марафонца
- 3.2. Тест Конкони
- 3.3. Как использовать уровень лактата в крови для определения аэробного и анаэробного порога у спортсмена
- 3.4. Марафонская скорость
- 3.5. Оценка аэробной липидной (жировой) мощности спортсмена

#### **ГЛАВА 4: СРЕДСТВА ТРЕНИРОВКИ В МАРАФОНСКОМ БЕГЕ**

- 4.1. Непрерывный бег в постоянном темпе
- 4.2. Непрерывный бег с чередованием темпа
- 4.3. Повторный бег
- 4.4. Бег в гору
- 4.5. Упражнения на улучшение общей физической подготовленности
- 4.6. Использование различных средств тренировки

#### **ГЛАВА 5: ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН ТРЕНИРОВКИ БЕГУНА-МАРАФОНЦА**

- 5.1. Разные типы бегунов-марафонцев
- 5.2. Периодизация тренировки
- 5.3. Втягивающий период
- 5.4. Основной период
- 5.5. Специальный период

#### **БИБЛИОГРАФИЯ**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эта книга предназначена для тренеров и бегунов, занимающихся марафонским бегом, в особенности для марафонцев высокого класса. Такой подход напрямую отразился как на содержании, так и на построении книги. Хотя ссылки на физиологию и делаются в публикациях по спортивной тренировке, однако, очень часто без прямой связи между физиологией и тренировкой. В данном же случае физиология рассматривается как средство для понимания того, каким образом можно достичь рациональной методики тренировки бегунов в марафонском беге. Поэтому результаты научных исследований в области физиологии упоминаются в книге в связи с тем, что авторы стремились получить не простой набор правил в отношении того, **как нужно тренировать марафонцев, а хотели объяснить, каким образом данные средства тренировки влияют на организм и вызывают специфическое воздействие, приводящее к повышению специальной работоспособности, имеющей большое значение для марафонцев, и в то же время к улучшению результата в беге на дистанцию 42,195 км.**

С учетом вышеизложенного авторы сначала объясняют, что происходит в организме спортсмена в процессе марафонского бега (глава 1). Затем они указывают, на какие функции организма можно позитивно повлиять посредством определенного типа стимулов (глава 2) и далее переходят к объяснению, каким образом можно выявить с помощью специальных тестов характерные особенности методики тренировки, лучше всего подходящей для отдельного спортсмена (глава 3). Они также перечисляют более известные средства тренировки и их воздействие (глава 4) и, наконец, предлагают критерии, которые можно использовать для выбора типа подготовки в зависимости от индивидуальных характеристик спортсмена и от периода тренировки (глава 5).

Кое-кому может показаться, что подобный подход — объяснение спортивной тренировки с позиций физиологии — ведет к неоправданной сложности. Это не так. Он может показаться более сложным поначалу, поскольку включает изучение таких аспектов, которые не особенно интересны для многих тренеров. Тем не менее, он дает более четкое представление о спортивной тренировке.

Данная книга — плод совместной работы Энрико Арселли — врача, ученика знаменитого физиолога Родолфо Маргариа, являющегося автором ряда публикаций по бегу на средние и длинные дистанции, и Ренато Канова, главного тренера по бегу на средние и длинные дистанции федерации легкой атлетики Италии. Это известный тренер, чьи воспитанники завоевывали медали на чемпионатах мира и Европы, а также на Кубках мира и Европы. В книге успешно сочетается теория с практикой.

## **ГЛАВА 1: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАРАФОНСКОГО БЕГА**

**В этой главе дается объяснение процессов, происходящих в организме спортсмена во время марафонского бега:**

- **каким образом мышцы находят требуемую энергию;**
- **основные характеристики мышечных волокон;**
- **расход энергии;**
- **какие молекулы, получаемые из пищи, используются для производства энергии;**
- **проблемы, которые могут возникнуть, особенно, в определенных погодных условиях, когда температура тела у спортсмена повышается и происходит обильное потоотделение;**
- **факторы, которые могут ограничить достижение спортивного результата у марафонца и т.п.**

### **1.1.Выработка энергии**

Мышцы — двигатель бегуна — могут растягиваться и сокращаться. Сухожилия связывают окончания мышц, участвующих в двигательных актах во время бега, с двумя разными костями таким образом, что при изменении длины мышцы изменяется и угол между двумя сегментами тела. Упорядоченная последовательность растягиваний и сокращений вызывает изменения угла между сегментами тела (например, в голеностопном или тазобедренном суставе), что позволяет спортсмену бежать.

Чтобы выполнять работу, т.е. растягиваться или сокращаться, мышцам нужна энергия. Точнее говоря, им нужно очень специфичное «горючее» — АТФ. Точно также как некоторые двигатели работают только на бензине, дизельном топливе или керосине, наши мышцы могут использовать только АТФ для выработки необходимой им энергии.

С этой точки зрения мы можем говорить, что мышцы сходны с двигателями в том плане, что они превращают химическую энергию в кинетическую энергию, т.е. движение.

Мышцы не только **используют** энергию, но и **производят** ее. Более того, в случае марафонского бега почти все требуемое количество АТФ образуется во время самого забега, что имеет ряд преимуществ. Подсчитано, что чтобы пробежать дистанцию 42,195 км, спортсмен «сжигает» около 0,7 кг АТФ на один килограмм массы тела, то есть спортсмену с массой тела 70 кг требуется около 50 кг АТФ. Если бы это количество АТФ имелось бы у него до старга, то масса тела была бы значительно большей. В нашем примере она бы равнялась 120 кг.

Таким образом, мышцам необходимо вырабатывать АТФ во время бега. Они могут это делать, так как АТФ при расщеплении выделяет энергию, превращаясь в АДФ. Ряд

химических реакций позволяет мышцам снова превращать АДФ в АТФ, в результате чего топливо, которое они могут использовать в качестве источника энергии, восполняется.

### 1.1.1. АТФ

АТФ означает сокращение от **аденозинтрифосфат**. Эта молекула состоит из четырех простых молекул — одной молекулы аденозина и трех молекул фосфата — и может быть изображена в следующем виде:



Как можно заметить из этой формулы, связь молекулы фосфата (P), расположенной ближе всех к аденозину, отличается от остальных связей, обозначаемых в виде --\*--. Их можно назвать «энергообразующими», поскольку при своем расщеплении они выделяют значительное количество энергии. Как правило, расщепляется только одна, удаленная от аденозина связь, и выделяет энергию, которая может быть использована мышцами. Эту реакцию можно представить в следующем виде:



Молекула, состоящая из аденозина и двух фосфатов (один с энергообразующей связью и один с нормальной связью) называется **аденозиндифосфат** или **АДФ**.

Мышцы накапливают лишь очень небольшое количество АТФ, которого хватило бы для пробегания лишь первых двух метров марафонской дистанции. Чтобы мышцы могли продолжить работу, им необходимо производить большее количество АТФ. Они это осуществляют, используя то, что осталось от предыдущих реакций. Иными словами, мышцы вырабатывают свое топливо из АДФ и фосфата (P).

Такой процесс возможен благодаря тому, что сложная система ферментов, имеющаяся в мышце или, лучше сказать, в каждом мышечном волокне, может использовать энергию, содержащуюся в других молекулах, большей частью углеводов и жиров, получаемых из пищи.

Ресинтез АТФ осуществляется, преимущественно, тремя способами. Речь идет о трех энергосистемах. Все эти способы вызывают реакцию между АДФ и фосфатом (P) с воссозданием второй энергообразующей связи и таким образом молекулы АТФ:



Различие между этими энергосистемами заключается в источнике энергии, используемой для связывания АДФ и фосфата с образованием новой молекулы АТФ. Основными характеристиками этих трех энергосистем являются:

1. **анаэробная алактатная** система. Здесь в реакции не участвует кислород и не образуется молочная кислота. Процесс накопления энергии посредством образования АТФ вызывается еще одной молекулой, содержащей энергообразующую связь — **креатинфосфата**;
2. **анаэробная лактатная** система. Здесь в реакции кислород не участвует, но образуется молочная кислота. Энергия посредством образования АТФ поступает из расщепляющихся молекул сахара. Во время этой реакции образуется молочная кислота;

3. **аэробная** система требует кислорода и «топлива», которым могут быть сахара, жиры и ограниченное количество белков. В результате биохимической реакции между кислородом и этим топливом образуется энергия, необходимая для образования АТФ.

Для марафонского бега **аэробная** система является, несомненно, самой важной в количественном отношении. С точки зрения тренировочного процесса здесь, нужно подчеркнуть, существует различие в рамках аэробной системы между потреблением углеводов и потреблением липидов. Однако тренерам по марафону не следует пренебрегать анаэробной лактатной системой (также известной под названием лактатная система или гликолитическая система), поскольку она тоже играет существенную роль во время марафонского забега.

### 1.1.2. АНАЭРОБНАЯ АЛАКТАТНАЯ СИСТЕМА (АТФ—Креатин)

Эта система типична для кратковременных усилий, например, для первой половины бега на дистанцию 100 м. Если мы стартуем внезапно из состояния покоя, наши мышцы начинают расходовать небольшое количество АТФ, накопленной в мышечных волокнах, а затем АТФ образуется благодаря креатинфосфату (КрФ), содержащему одну молекулу креатина и одну молекулу фосфата, которые соединены с помощью энергообразующей связи (--\*--):

Креатин --\*--P

При разрыве этой связи выделяется энергия, используемая для ресинтеза АТФ из АДФ и фосфата.

Эта система называется **анаэробной**, поскольку в ресинтезе не участвует кислород, и алактатной, поскольку молочная кислота не образуется. Количество АТФ, которое может образоваться в этом случае (примерно в четыре раза больше запаса АТФ), ограничено, так как запасы креатинфосфата в мышечных волокнах невелики. Эта система не очень важна для тренеров по марафону в виду того, что образуемого в ней количества АТФ будет достаточно лишь для прохождения самого начала марафонской дистанции.

### 1.1.3. АНАЭРОБНАЯ ЛАКТАТНАЯ СИСТЕМА (гликолитическая)

Она также известна под названием **анаэробная гликолитическая система**, поскольку молекулы сахара расщепляются без участия кислорода. Молекулы сахара, точнее говоря молекулы **глюкозы**, расщепляются не полностью, а лишь до образования молочной кислоты. Мышца фактически содержит не молекулы молочной кислоты, а отрицательно заряженный ион лактата ( $LA^-$ ) и положительно заряженный ион водорода ( $H^+$ ), а также энергию, необходимую для образования АТФ из АДФ и фосфата:

Глюкоза  $\Rightarrow LA^- + H^+ + \text{энергия}$

Оба этих иона могут рассматриваться как ненужные, служащие помехой для мышц. Они также могут попасть из мышцы в кровь даже во время работы мышцы, если эта работа будет достаточно продолжительной, как в случае марафонского бега.

Принято считать, что мышца прибегает к анаэробной лактатной системе в том случае, когда интенсивность выполняемой работы такова, что запрос АТФ в минуту будет превышать количество АТФ, образуемое за счет аэробной системы. Анаэробная лактатная

система важна в беге на дистанции 400м, 800м и даже на более длинную дистанцию 1500м. Однако она важна в определенной степени и для марафонского бега. В дальнейшем мы увидим, что здесь обычно участвует не вся мышца, а лишь часть ее волокон.

#### 1.1.4. АЭРОБНАЯ СИСТЕМА

В этой системе энергия, используемая для образования АТФ, также может быть получена из молекул глюкозы. Однако в этом случае они полностью расщепляются за счет сложной цепочки биохимических реакций с участием кислорода до образования двуокиси углерода и воды. Эти реакции могут происходить также с жирными кислотами, которые превращаются в двуокись углерода и воду. Эти реакции можно представить в следующем виде:

Глюкоза + кислород => двуокись углерода + вода + энергия

Жирные кислоты + кислород => двуокись углерода + вода + энергия

Как и в остальных системах, под «энергией» подразумевается энергия, используемая для образования АТФ из АДФ и фосфата. В данной, третьей по счету системе, обе реакции с глюкозой и жирными кислотами протекают с участием кислорода. Он берется из атмосферного воздуха и транспортируется к работающей мышце, точнее говоря, к митохондриям мышечных волокон. В марафонском беге (как и в беге на дистанцию 10000м, полумарафоне, спортивной ходьбе и беге на лыжах на длинные дистанции) результат спортсмена зависит в значительной степени от количества кислорода, подводимого в минуту к мышечным волокнам, и от количества кислорода, которое может быть эффективно использовано мышцами. Обратите внимание на то, что небольшое количество энергии, производимое анаэробной системой, образуется за счет соединения кислорода с аминокислотами, простейшими молекулами белков.

## 1.2. Центральные и периферийные аэробные компоненты

Для выбора адекватных методов тренировки, целесообразно различать следующие два компонента аэробной системы:

1. **центральные аэробные компоненты.** Это органы и функции организма, посредством которых кислород транспортируется к мышцам;
2. **периферийные компоненты.** Они находятся внутри мышечных волокон и позволяют им использовать более или менее адекватный процент подводимого к ним кислорода;

### 1.2.1. ЦЕНТРАЛЬНЫЕ АЭРОБНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Благодаря **центральным** аэробным компонентам содержащийся в атмосферном воздухе (он содержит примерно 21% кислорода) кислород транспортируется к мышечным волокнам. Воздух поступает в легкие в процессе дыхания. В легочных альвеолах он поступает в кровь, где вступает в соединение с гемоглобином (особая молекула, содержащая железо), находящимся в красных кровяных тельцах. Кровь, содержащая кислород, перекачивается сердцем в артерии — крупные разветвляющиеся сосуды, диаметр которых постепенно уменьшается до тех пор, пока они не становятся капиллярами. Каждая мышца окружена сетью капилляров. Стенки этих сосудов такие тонкие, что кислород может проникать через них в мышцы.

Как можно заметить, в этом процессе задействовано достаточное количество органов и функций: дыхательная система, кровяная и сердечно-сосудистая системы. Большинство физиологов считает, что у здорового, хорошо тренированного спортсмена, выступающего на длинной дистанции, любое возможное ограничение количества кислорода, подводимого к мышцам в минуту, не может зависеть от **легочной вентиляции** (т.е. количества вдыхаемого — выдыхаемого воздуха легкими в минуту) или от **диффузии кислорода** в кровь из воздуха, содержащегося в легочных альвеолах.

Принято считать, что существует предел в транспорте кислорода, т.е. количества кислорода, которое может быть транспортировано из легких в мышцы. Это зависит от следующих факторов:

1. Кровь. Молекулы гемоглобина могут объединяться в цепочки для переноса кислорода. Для людей, страдающих анемией, характерен дефицит гемоглобина. Количество поставляемого к мышцам кислорода в минуту у них снижено, а вследствие этого снижено и образование АТФ посредством анаэробной системы. Увеличение количества кислорода в крови (например, посредством запрещенных технологий типа переливания крови или приема эритропоэтина) способствует увеличению способности крови к транспорту кислорода. Тем не менее, до сих пор еще не установлено, способствует ли этот факт увеличению количества АТФ, образуемого посредством аэробной системы во время нагрузки типа марафонского бега, в особенности, если значительно увеличивается количество красных кровяных телец и вследствие этого концентрация крови;
2. Сердечный выброс равен ЧСС (число сердечных сокращений в минуту), умноженной на ударный объем крови (количество крови, перекачиваемой во время каждого сокращения сердечной мышцы из левого желудочка в аорту). Было обнаружено, что у марафонцев разного класса показатели максимальной ЧСС и ЧСС на уровне анаэробного порога были сходными (иногда даже на уровне аэробного порога). Поэтому весьма вероятно, что ограничивающим фактором в отношении количества крови (а для аналогичных уровней гемоглобина в отношении количества кислорода), которое может быть транспортировано из легких к мышцам, является большей частью ударный объем крови.

### 1.2.2. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ АЭРОБНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

**Периферийные** аэробные компоненты можно описать вкратце как компоненты, делающие мышечные волокна способными извлекать кислород из крови и использовать этот кислород для образования АТФ.

В этом плане **распределение крови** к мышцам, непосредственно участвующим в выполняемой работе (в нашем случае — в марафонском беге), имеет очень большое значение, равно как и **потребление кислорода**, т.е. способность мышечных волокон эффективно потреблять кислород.

Что касается **распределения крови**, то тренированные спортсмены вырабатывают разные механизмы для обеспечения транспортировки крови, главным образом, к рабочим мышцам. Тем не менее, заметьте себе, что иногда может наступить так называемая «кража крови», когда значительное количество крови, и, следовательно, кислорода транспортируется, например, к кожному покрову, особенно в жаркую погоду, или в систему пищеварения во время переваривания пищи.

С другой стороны, тренировка приводит к образованию сети капилляров, окружающих волокна всех мышц, непосредственно участвующих в работе. Мышца ноги марафонца в разрезе, к примеру, обнаруживает наличие значительно большего количества капилляров, чем у нетренированного индивида.

Что касается **потребления кислорода**, то способность мышечных волокон потреблять большое количество кислорода для сжигания сахаров и липидов зависит от энзимов, обнаруживаемых в митохондриях. Эти частицы представляют собой небольшие «станции», специализирующиеся в производстве АТФ с помощью аэробной системы. Количество кислорода, потребляемого волокнами, а следовательно, и количество АТФ, образуемого за счет аэробной системы, будет прямо пропорционально активности этих энзимов.

### **1.2.3. ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В МИНУТУ**

Мышцы, участвующие в работе, связанной с прохождением марафонской дистанции 42,195 км, используют почти исключительно АТФ, производимую аэробной системой. Поэтому можно говорить, в первом приближении, что энергия, получающая доступ к этим мышцам, а следовательно, и максимальная постоянная скорость, которую марафонец может поддерживать какое-то время (несколько минут подряд) коррелирует напрямую с **МПК**. Этот показатель измеряется физиологами на протяжении ряда лет. Он показывает максимальное количество кислорода, которое организм в состоянии потребить за минуту.

Заметим, что МПК обычно выражают в абсолютных величинах в л/мин (количество литров кислорода, потребляемого в минуту) или же в относительных величинах в мл/кг/мин, учитывающих массу тела и выражающих количество миллилитров кислорода, потребляемого на килограмм массы тела в минуту. Второй показатель в большей мере подходит для марафонцев, поскольку энергозатратность перемещения тела спортсмена прямопропорциональна его массе тела.

В последующем изложении мы рассмотрим другие физиологические показатели, важные для марафонского бега.

## **1.3. Анаэробная лактатная система**

Существует мнение, что между молочной кислотой и марафонским бегом почти или вообще нет никакой связи. Однако это не так. Действительно, в конце 400-метровой и 800-метровой дистанции уровень лактата в крови у бегуна может превышать в 20 или даже 35 раз «базальную величину» (т.е. показатель в состоянии покоя, который равен примерно 1 ммоль/л). У марафонцев высокого класса этот показатель достигает только 2 ммоль/л как в конце дистанции 42,195 км, так и во время ее пробегания, если только не меняется существенно темп бега или прилагаются усилия при беге в гору. Тем не менее, даже это небольшое количество лактата может иметь большое значение во время марафонского забега.

### **1.3.1. ОБРАЗОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ И ВО ВРЕМЯ МАРАФОНСКОГО ЗАБЕГА**

Многие люди не знают, что наш организм и в состоянии покоя вырабатывает очень небольшое количество молочной кислоты. Такие небольшие количества молочной кислоты могут быть легко удалены из организма, однако они служат объяснением того, почему всегда имеются следы лактата в крови у человека.

Во время марафонского бега количество молочной кислоты, образуемой в секунду мышцами спортсмена (и выделяемого в кровь) увеличивается, когда спортсмен делает ускорение. Вплоть до определенной скорости бега, которая будет выше у элитных спортсменов, организм может выделять в кровь всю молочную кислоту. Обычно она поглощается другими мышцами или другими мышечными волокнами той же самой мышцы, которая вырабатывает эту субстанцию, а также сердцем, печенью или почками. Таким образом, уровень лактата в крови всегда остается близким к базальной величине.

С увеличением скорости бега количество лактата, поступающего в кровь, будет превышать количество лактата, которое может быть поглощено. Тогда его уровень будет выше базальной величины. Ранее мы уже упоминали, что в крови у марафонцев содержится около 2 миллимоль лактата. Это вовсе не означает, что у них в состоянии покоя образуется в два раза большее количество лактата. У бегунов-марафонцев образуется гораздо большее количество лактата, чем этот показатель, но их организм способен поглотить большую часть его.

Молочная кислота представляет собой во многих отношениях ненужную субстанцию, мешающую организму. Тем не менее, ее молекулы содержат энергию, поэтому важно, чтобы рабочие мышцы учились использовать этот источник энергии.

### 1.3.2. ОБРАЗОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

Молочная кислота вырабатывается мышцами и затем выделяется в кровь, где можно измерить ее концентрацию. Она присутствует как в мышечных волокнах, так и в крови в виде двух ионов, соответственно одной молекулы и одного электрически заряженного атома. Первый ион — это отрицательно заряженный **ион лактата** ( $LA^-$ ). Уровень этой субстанции в крови может быть, в частности, измерен. Второй ион — это положительно заряженный **ион водорода** ( $H^+$ ). Именно второй ион вызывает большой дискомфорт, т.к. повышает уровень молочной кислоты в мышцах. Более того, он даже может нарушить надлежащую работу мышц. Уменьшение работоспособности мышц мы ощущаем после бега с высокой скоростью. Оно вызвано, большей частью, как раз повышением уровня молочной кислоты. Когда этот уровень превысит определенную величину, в мышечных волокнах происходят разные изменения (например, изменение митохондрий), которые могут сохраняться в течение нескольких часов (даже дней у индивидов, не привыкших выполнять нагрузки, связанные с образованием молочной кислоты). Восстановительные механизмы организма человека постепенно реконструируют состояние до нагрузки, в ряде случаев состояние, которое позволяет индивиду переносить высокий уровень молочной кислоты в крови.

Возвращаясь к тому, что происходит в организме спортсмена непосредственно после образования молочной кислоты, заметим, что ионы водорода служат помехой не только мышцам, но и мозгу как только они поступят в кровь, они достигают и ликвора (жидкость, окружающая мозг) Именно поэтому образование большого количества молочной кислоты негативно влияет на ясность ума, координацию и рефлекторные реакции. Все эти эффекты могут быть отчасти вызваны аммиаком, который также образуется в мышцах.

### 1.3.3. УРОВЕНЬ ЛАКТАТА В КРОВИ

Ниже перечислены общепринятые показатели уровня лактата в крови. Заметьте, что при использовании разных методов измерения могут иметься незначительные расхождения в полученных показателях.

1. около 1 ммоль/л: в состоянии покоя и при беге в медленном темпе;
2. около 2 ммоль/л: во время марафонского бега в постоянном темпе или со скоростью на уровне аэробного порога;
3. около 4 ммоль/л: у большинства бегунов это будет показатель, измеренный при беге со скоростью на уровне анаэробного порога или же при беге со скоростью, которую спортсмен в состоянии поддерживать в течение одного часа при беге в постоянном темпе по ровной поверхности;
4. около 18-20 ммоль/л: у спортсменов высокого класса после достижения лучшего личного результата на дистанции 400м или 800м; у элитных спортсменов этот показатель может быть больше 25 ммоль/л;

### 1.3.4. АНАЭРОБНЫЙ ПОРОГ И АЭРОБНЫЙ ПОРОГ

Энрико Арселли (1996) дает следующее определение **анаэробного порога**:

**«Самая высокая интенсивность, при которой еще сохраняется равновесие между количеством производимой и поглощаемой молочной кислоты. Если спортсмен не превысил анаэробный порог, то количество образуемого мышцами и выделяемого в кровь лактата увеличивается, однако организм в состоянии удалить его. Таким образом, имеется лишь небольшое повышение или вообще не имеется повышения уровня лактата в крови, сохраняющегося постоянным даже в случае, если нагрузка длится в течение нескольких минут. Интенсивность, при которой существует это равновесие, обозначается как анаэробный порог и соответствует, в среднем, концентрации лактата в крови около 4 ммоль на литр крови».**

Разработаны различные тесты для определения **анаэробного порога** у спортсмена. Этот показатель выражается в л/мин или мл/кг/мин — также, как и показатель **МПК**.

Ранее было упомянуто (см. параграф 1.2.3), что наиболее вероятно, что спортсмен с высоким показателем **МПК** достигнет хороших результатов в марафонском беге. Однако здесь существует высокая корреляция между средней скоростью на дистанции 42,195 км и **анаэробным порогом**, которая увеличивается в случае, когда скорость бега соответствует анаэробному порогу. Этот показатель известен под названием **скорость на уровне анаэробного порога**, на которую влияют и другие факторы:

1. как правило, **скорость на уровне анаэробного порога** увеличивается прямо пропорционально **МПК**; у элитных марафонцев она превышает 20 км/ч;
2. **скорость на уровне анаэробного порога** возрастает по мере уменьшения энергостойкости бега;

Корреляция между скоростью на уровне аэробного порога, которая соответствует уровню лактата в крови 2 ммоль/л, и средней скоростью будет еще более тесной в марафоне.

**Скорость на уровне аэробного порога** будет, очевидно, ниже, чем **скорость на уровне анаэробного порога**, которая соответствует, в среднем, уровню лактата в крови 4 ммоль/л.

## 1.4. Типы мышечных волокон

Наши мышцы состоят из волокон разного типа. Они располагаются близко друг с другом вроде побегов аспарагуса, и подобно им разнятся по диаметру и цвету. Обычно различают следующие типы мышечных волокон:

1. **тип I** — известны под названием «**медленные, красные или медленно сокращающиеся волокна (ST)**», так как больше всего пригодны для продолжительных усилий. Они содержат большое количество митохондрий, окружены густой сетью капилляров и способны потреблять большое количество кислорода в минуту. Вследствие этого они используют аэробную систему для образования энергии, требуемой для выполнения мышечной работы;
2. **тип II** — известны под названием «**быстрые, белые или быстро сокращающиеся волокна (FT)**», так как больше всего пригодны для краткосрочных усилий, однако обладают низкой выносливостью. Они используют анаэробную лактатную систему, которая способствует образованию молочной кислоты. Эти волокна имеют два подтипа:
3. **тип IIa** — известны под названием «**быстрые окислительные или быстро сокращающиеся окислительные волокна (FTO)**», поскольку они могут потреблять значительное количество кислорода. С этой точки зрения адекватная тренировка может сделать их весьма сходными с волокнами типа 1. Тренировка на выносливость оказывает наибольшее влияние на эти волокна, способствуя увеличению в них запасов жира;
4. **тип IIb** — известны под названием «**быстрые гликолитические или быстро переключающиеся гликолитические волокна (FTG)**», поскольку они используют гликолиз, т.е. анаэробную систему, которая способствует образованию молочной кислоты. На эти волокна нельзя воздействовать таким образом, чтобы они использовали аэробную систему, в которой участвует кислород.

Еще одним типом мышечных волокон, который часто упоминается, являются **промежуточные волокна или подтип IIc**. Они занимают промежуточное положение между типом I и типом II.

Характеристики мышечных волокон индивида большей частью заданы генетически. Однако считают, что тренировка может привести к существенным изменениям. В частности, продолжительная тренировка с аэробной направленностью и достаточной интенсивностью, согласно ряду исследователей, трансформирует часть волокон типа IIb в волокна типа IIa, часть волокон типа IIa в волокна типа IIc, часть волокон типа IIc(промежуточные волокна) в волокна типа I (см. рис. 1) Следует отметить, что такие изменения происходят, главным образом, с помощью метаболизма, т.е. содержания энзимов, которое преимущественно соответствует той или иной энергетической системе. Однако эти изменения носят и структурный характер, поскольку модифицируются некоторые характеристики сократительных белков. Такие модификации будут, с большой долей вероятности, обратимыми в случае, если тренировка прерывается, к примеру, из-за травмы спортсмена (см. рис. 1).



## 1.5. Бег с разной скоростью

Бег приводит к возникновению ряда специфических состояний в организме индивида, которые значительно различаются в зависимости от того, с какой скоростью он бежит. Рассмотрим случай с двумя бегунами на средние или длинные дистанции, показывающими спортивные результаты разного уровня:

1. один — это элитный бегун, пробегающий дистанцию 1500м за 3.33 или марафонскую дистанцию за 2:10. На промежуточных дистанциях (5000м, 10000м, полумарафон) он показывает адекватные результаты;
2. другой — это бегун среднего класса, пробегающий дистанцию 1500 м примерно за 3.55 или марафонскую дистанцию за 2: 25.

Теперь представим себе, как реагирует их организм, когда они бегут с разной скоростью (рассмотрим 6 скоростей, обозначенные индексами от «А» до «F»), сохраняя постоянный темп бега до тех пор, пока они в состоянии это делать. У элитного бегуна скорость, очевидно, всегда будет выше, чем у бегуна среднего класса.

**Таблица 1**  
**БЕГ С РАЗНОЙ СКОРОСТЬЮ**

		Скорос ть А	Скорос ть В	Скорост ь С	Скорость Д	Скорос ть Е	Скорост ь F
<b>Элитный спортсмен</b>	Темп	~4,45 мин/км	~4,00	~3,05	~2,54	~2,38	~2,22
	Скорость	~12,6 км/ч	~15	~19,5	~21	~22,8	~25,4
<b>Спортсмен регион. уровня</b>	Темп	~5,15 мин/км	~4,30	~3,25	~2,14	~2,55	~2,37
	Скорость	~11,4 км/ч	~13,3	~17,5	~19	~20,6	~22,9
	Задействованные мышечные волокна	Только медленные	Только медленные	Некоторые FTO	Некоторые FTO	Также и FTG	Большой частью FTG
	% использованных углеводов	Менее 35%	Менее 50%	Около 50%	Около 75%	100%	100%
	Лактат в крови	~1 ммоль/л	~1 ммоль/л	~2 ммоль/л	~4 ммоль/л	Увеличивается	Увеличивается
	Образование калорий	~0,17-0,19 ккал/кг/мин	~0,17-0,19 ккал/кг/мин	~0,26-0,29 ккал/кг/мин	~0,29-0,32 ккал/кг/мин	~0,31-0,34 ккал/кг/мин	~0,17-0,19 ккал/кг/мин
	Макс. продолжительность	Несколько часов	Несколько часов	Также и марафон	Также и п/марафон	Около 5 км	Несколько минут

1. **Скорость «А» — очень медленная, равная примерно 4,45 мин/км у элитных спортсменов и 5,15 у спортсменов среднего уровня.** Уровень мышечной силы довольно низкий. Задействованы только **мышечные волокна типа 1 (медленные)**. Энергозапрос низкий. Мышцы используют смесь липидов и сахаров, где процент липидов выше у тех индивидов, которые привыкли к очень длительным тренировочным нагрузкам. Молочная кислота образуется в незначительном количестве. Уровень лактата в крови близок к базальной величине (1 ммоль/л), а иногда и ниже, поскольку медленные волокна используют лактат. Спортсмены,
  1. которые привыкли к длительным тренировочным нагрузкам;
  2. мышцы которых приучены к потреблению большого количества липидов;
  3. которые принимают с регулярным интервалом питание, могут сохранять эту скорость очень длительное время. Производимое **рабочими** мышцами в единицу времени тепло будет довольно легко удаляться, за исключением, когда имеются особые погодные условия — жаркое солнце и высокая влажность воздуха.
2. **Скорость «В» — все еще довольно медленная (4.00 мин/км у элитных спортсменов и 4.30 у спортсменов среднего уровня).** Несмотря на увеличение скорости, ситуация существенно не меняется. Задействованы **только волокна типа 1 (медленные)**. Молочная кислота образуется по-прежнему в небольшом количестве. Уровень лактата в крови близок к базальной величине (1 ммоль/л). Спортсмены, которые привыкли к длительным тренировочным нагрузкам, могут сохранять эту скорость очень длительное время. При этой скорости используется более высокий процент углеводов по сравнению со скоростью «А». При беге со скоростью «А» тренированные спортсмены получают большую часть необходимой энергии из липидов. В данном случае требуемая энергия, скорее всего, образуется в равной мере за счет липидов и углеводов. Процент липидов, очевидно, превышает 50% у специализирующихся в беге на длинные дистанции и будет меньше 50% у других спортсменов. Этот факт служит одной из причин того, что для индивидов, не привыкших к сжиганию липидов, свойственно использовать гликоген на ранней стадии. Вследствие этого у них понижена автономность.
3. **Скорость «С» — близка к скорости на уровне аэробного порога. Это соответствует уровню лактата в крови, в среднем, 2 ммоль/л (мы считаем это эквивалентным 3.05 мин/км у элитных спортсменов и 3.25 у спортсменов среднего уровня).** Такой темп бега способствует образованию молочной кислоты в значительно большем количестве, чем в состоянии покоя. Существует равновесие между выделяемым в кровь и поглощаемым количеством молочной кислоты. Такое равновесие типично для ситуации, когда уровень лактата в крови равняется 2 ммоль/л. Здесь задействован небольшой процент волокон **типа II (быстрые волокна), в особенности, быстросокращающихся окислительных волокон (FTO)**. Тренированные марафонцы получают около 75% требуемой энергии из углеводов, а для бегунов на средние дистанции характерна тенденция к увеличению этого процентного показателя. Запасы гликогена в мышцах расходуются быстрее, что не позволяет спортсмену сохранять этот темп в течение длительного времени. Марафонцы могут сохранять скорость бега на уровне аэробного порога на протяжении всей дистанции 42,195 км, а бегуны на средние дистанции — не могут.

4. **Скорость «D» — близка к скорости на уровне анаэробного порога (мы считаем это эквивалентным 2.53 мин/км у элитных спортсменов и 3.10 у спортсменов среднего уровня).** Это дальнейшее повышение скорости способствует вовлечению в работу большого процента **волокон типа II (быстрые)**, большей частью **быстрсокращающихся окислительных волокон (FTO)**. Образование молочной кислоты в единицу времени также возрастает, но все еще сохраняется равновесие (максимально возможное) между выделяемым в кровь и поглощаемым количеством молочной кислоты. Уровень лактата в крови равняется, в среднем, около 4 ммоль/л. Тренированные спортсмены могут сохранять такой темп бега в течение примерно одного часа, а не привыкшие к таким нагрузкам индивиды сжигают большее количество гликогена в минуту, истощая тем самым запасы гликогена.
5. **Скорость «E» — близка к результату на дистанции 5000 м (2.38 мин/км у элитных спортсменов и 2.55 у спортсменов среднего уровня).** Здесь существует существенное различие в интенсивности нагрузки. Одна лишь аэробная система не в состоянии удовлетворить энергозапрос. Поэтому участвует анаэробная система, способствуя образованию довольно существенного количества молочной кислоты. Выделяемое в кровь количество молочной кислоты превышает количество, которое может быть удалено из крови. Уровень лактата в крови возрастает с каждой минутой. В конце работы (или сразу после ее завершения) уровень лактата в крови значительно выше уровня анаэробного порога. Задействован определенный процент **волокон типа II (быстрые)**, как **быстрсокращающихся окислительных волокон (FTO)**, так и **быстрых гликолитических или быстро переключающихся гликолитических волокон (FTG)**. Максимальная продолжительность этого типа усилий соответствует, в среднем, времени, необходимому индивиду, чтобы пробежать дистанцию 5 км. Постепенное повышение концентрации ионов водорода приводит к повышению уровня молочной кислоты до тех пор, пока мышцы не прекратят работу с такой интенсивностью. Иными словами, спортсмен не может сохранять этот темп. Он должен либо замедлить скорость, либо прекратить бег. Опытные спортсмены умеют распределять свои силы таким образом, что концентрация лактата достигает у них максимума на финишной прямой.
6. **Скорость «F» — близка к результату на дистанции 1000 м (2.22 мин/км у элитных спортсменов и 2.37 у спортсменов среднего уровня).** Энергозапрос в единицу времени возрастает пропорционально увеличению скорости бега. Поскольку мы говорим здесь о двух тех же самых условных спортсменах, у которых аэробная система не в состоянии выработать большее, чем указанное количество топлива (АТФ) в единицу времени, то большее количество энергии должно быть произведено за счет анаэробной лактатной системы. Молочная кислота будет образовываться быстрее, поэтому кислотность мышц будет увеличиваться (рН будет уменьшаться), причем значительно быстрее, чем при скорости «E». Кислотный уровень является фактором, ограничивающим продолжительность приложения мышечных усилий, соответствующих этой скорости. Здесь задействован значительно больший процент **быстрых гликолитических волокон (FTG)**, а также **быстрсокращающихся окислительных волокон (FTO)** и **медленносокращающихся волокон (ST)**.

## 1.6. Техника бега и энергостоймость

Недавно проведенное научное исследование подтвердило значимость эффективной техники бега. Однако результаты исследования носят все-таки ограниченный характер, когда речь идет о факторах, более или менее четко определяющих энерготраты и, в частности, взаимосвязь между энергетической стоимостью бега и техникой бега.

### 1.6.1 УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГОСТОЙМОСТЬ

Существует мнение, что у всех бегунов, начиная от элитных и кончая новичками, удельная энергостоймость одинакова. Термин «**удельная энергостоймость**» означает количество энергии, расходуемое на килограмм массы тела на километр. Фактически, индивид с массой тела 100 кг будет расходовать в два раза больше энергии, чем индивид с массой тела 50 кг, в то время как из двух индивидов с одинаковой массой тела тот, кто пробегает в два раза большую дистанцию, будет расходовать в два раза больше энергии. Это явление не наблюдается в плавании или лыжных гонках на длинные дистанции, где энерготраты значительно варьируют от индивида к индивиду, причем спортсмены с лучшей техникой тратят значительно меньше энергии, чем новички. Тем не менее, даже в беге различия между отдельными спортсменами довольно существенны. Два шведских исследователя, В. Sjödin и J.Svedenhag (1985), определяли энергостоймость бега у 35 марафонцев с разным уровнем спортивных достижений. Они выявили нижеследующие показатели удельной энергостоймости (выражаемой в миллилитрах кислорода, расходуемых на один километр дистанции, пробегаемой со скоростью 15 км/ч):

1. БЕГУНЫ ВЫСОКОГО КЛАССА (результат на марафонской дистанции, в среднем — 2:21)
  1. Удельная энергостоймость, в среднем — 181,6 мл/кг/мин
  2. Диапазон показателей энергостоймости — 165,2 — 197,6 мл/кг/мин
  
2. БЕГУНЫ СРЕДНЕГО КЛАССА (результат на марафонской дистанции, в среднем — 2:37)
  1. Удельная энергостоймость, в среднем — 194,4 мл/кг/мин
  2. Диапазон показателей энергостоймости — 174,4 — 206,4 мл/кг/мин
  
3. БЕГУНЫ НИЗКОГО КЛАССА (результатна марафонской дистанции, в среднем — 3:24)
  1. Удельная энергостоймость, в среднем — 205,6 мл/кг/мин
  2. Диапазон показателей энергостоймости — 190,0 — 240,0 мл/кг/мин

Эти данные свидетельствуют о наличии довольно существенных различий в энерготратах. Самый медленный из бегунов низкого класса расходует, к примеру, 240,0 мл/кг/мин. Это превышает не менее чем на 45% показатель энерготрат у самого лучшего из элитных бегунов.

Различие между спортсменами высокого класса также довольно существенно и составляет 19,6% при сравнении бегунов с меньшим (165,2 мл/кг/мин) и большим (197,6 мл/кг/мин) показателями энерготрат. Это, в свою очередь, означает, что при расходовании одинакового количества "топлива" спортсмен с самой эффективной техникой бега

пробегают каждый километр за 3,20, в то время как спортсмен с самой энергоемкой техникой бега пробегает каждый километр за 4,00. Все вышесказанное наводит на определенные размышления. Тренерам бегунов на средние и длинные дистанции следовало бы рассмотреть эти данные особенно тщательно.

Что касается факторов, влияющих на удельную энергостоимость, то целый ряд научных исследований показывает, что этот показатель немного ниже у женщин, чем у мужчин (Padilla с соавторами, 1992).

Также было замечено, что **удельная энергостоимость** имеет тенденцию к понижению у спортсменов с большей массой тела. Так, индивид с массой тела 100 кг вовсе не расходует в два раза больше энергии, чем индивид с массой тела 50 кг. Этот присущий спортсменам с меньшей массой тела недостаток в отношении **удельной энергостоимости** объясняет, в частности, почему дети не показывают результаты, соответствующие их показателям МПК. Однако по мере их взросления показатель энергостоимости бега на килограмм/на километр имеет тенденцию к снижению и спортивные результаты приближаются к ожидаемым. Согласно Bergh с соавторами (1991), удельную энергостоимость следует рассчитывать, используя не простой показатель массы тела, а возведенный в степень 0,75.

### **1.6.2. УВЕЛИЧЕНИЕ ЭНЕРГОСТОИМОСТИ НА ПОСЛЕДНЕМ ОТРЕЗКЕ МАРАФОНСКОЙ ДИСТАНЦИИ**

Не нужно быть выдающимся тренером, чтобы заметить, что очень часто, особенно у менее тренированных бегунов, энергозатраты на последнем отрезке марафонской дистанции заметно возрастают. Di Prampero с соавторами (упомянуто в работе Bruckner, 1996) были первыми, кто реально измерил это увеличение энергостоимости. Они предложили 10 бегунам-марафонцам с лучшими личными результатами в диапазоне от 2:36 до 3:08 пробежать 15 км, 32 км и полную марафонскую дистанцию на беговой дорожке с интервалом в несколько дней. Удельную энергостоимость измеряли до и после каждого забега. Было замечено, что у пяти из этих спортсменов удельная энергостоимость не изменялась никогда, а у остальных пяти она значительно возрастала после пробегания дистанции 32 км и еще более увеличивалась после марафона. Это увеличение происходило, вероятно, вследствие ухудшения координации движений (вызванного общим утомлением) и, отчасти, утомлением некоторых рабочих мышц, возможно, за счет уменьшения запасов гликогена. Адекватная тренировка может, безусловно, уменьшить общее и локальное утомление.

### **1.6.3. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЭНЕРГОСТОИМОСТЬЮ И ТЕХНИКОЙ БЕГА**

Исследования, посвященные этому вопросу, не выявили корреляции между техникой бега и увеличением или уменьшением удельной энергостоимости. Некоторые тренеры, тем не менее, верят в возможность обучения рациональной технике бега и высказывают целый ряд идей в отношении этой проблемы. Техника бега выходит за рамки данной работы, однако нижеследующие характеристики техники бега марафонцев следует все же упомянуть:

1. избегать вертикальных колебаний тела;
2. уменьшать «тормозящее» действие стопы в фазе касания с поверхностью;
3. следить за тем, чтобы движения рук были максимально плавными;
4. избегать сокращения неработающих или минимально задействованных мышц;

5. не допускать чрезмерно длинных беговых шагов и беговых шагов с низкой частотой.

## 1.7. Потребление углеводов и жиров во время марафонского бега

Углеводы, которые использует бегун-марафонец в качестве источника энергии, представляют собой, большей частью, следующее:

1. гликоген, имеющийся в мышцах в начале марафонской дистанции. Каждое мышечное волокно содержит капельки гликогена, из которых оно отщепляет молекулы глюкозы и использует их для образования энергии с помощью аэробной системы или анаэробной лактатной системы; запасы гликогена в мышцах обеспечивают образование энергии в количестве порядка 1500 ккал (O'Brien с соавторами, 1993);
2. гликоген, накопленный в печени, в начале марафонской дистанции; молекулы глюкозы поступают в кровь и транспортируются к рабочим мышцам; запасы гликогена в печени обеспечивают энергопродукцию порядка 400 ккал (O'Brien с соавторами, 1993);
3. углеводы, поглощенные во время марафонской дистанции; при необходимости, особенно это касается сахарозы и мальтодекстрина, они расщепляются на элементарные составляющие, обычно глюкозу и фруктозу, затем поступают в кровь и транспортируются к рабочим мышцам; тем не менее, большинство бегунов во время марафонского забега принимают только очень небольшое количество углеводов — несколько граммов, а иногда и вообще не принимают ничего;
4. суммарное количество энергии, образуемое из углеводов, удовлетворяет значительную часть энергозапроса для марафонской дистанции (от двух третей до трех четвертых), но не весь энергозапрос. Поэтому мышцам приходится сжигать определенное количество липидов.

Спортсмен с массой тела 70 кг получает порядка 1900 ккал из запасов гликогена в мышцах и печени (O'Brien с соавторами, 1993). Суммарный энергозапрос для всей марафонской дистанции будет значительно большим. В. Sjodin и J. Svedenhag (1995) заметили, что среди исследуемых ими элитных марафонцев те, кто имели самую экономичную технику бега, расходовали 0,816 ккал на километр и на килограмм массы тела. Марафонцы с более высокими показателями энергостойкости расходовали 0,988 ккал. Энерготраты составляли, в среднем, 0,908 ккал/кг/км. С помощью этой величины можно теперь рассчитать суммарные энерготраты спортсмена с массой тела 70 кг для всей марафонской дистанции:

$$0,908 \text{ ккал/кг/км} \times 70 \text{ кг} \times 42,2 \text{ км} = 2682 \text{ ккал}$$

Аналогично можно рассчитать суммарные энерготраты у спортсменов с очень эффективной техникой бега (они составят 2400 ккал) и у спортсменов с высокими показателями энергостойкости (они составят 2900 ккал). Эти цифровые показатели не учитывают такие факторы, как бег в вверх или вниз со склона, скорость ветра и т.п. Мы рассмотрим усредненные показатели для расчета количества энергии, которое должно быть произведено за счет потребления липидов. Поскольку прием углеводов на дистанции ограничен, то можно предположить, что энергия, образуемая за счет липидов, будет равна

разности между показателем суммарных энергозатрат (около 2700 ккал) и энергией, вырабатываемой за счет запасов гликогена в мышцах и печени (около 1900 ккал), т.е.:

$$2700 \text{ ккал} - 1900 \text{ ккал} = 800 \text{ ккал}$$

Один грамм липидов дает около 9 ккал. Это значит, что спортсмен будет сжигать 90 г липидов. В последнем столбце **таблицы 2** приведены показатели потребления липидов в минуту у спортсмена с усредненной единицей энергозатратности. Отметим, что если все остальные параметры будут сходны, в особенности, потребление кислорода, то спортсмен с высоким показателем удельной энергозатратности сможет бежать с низкой скоростью, и поэтому он будет подвергаться риску преждевременного истощения запасов гликогена.

**Таблица 2**

Суммарный энергозатрат (второй столбец — в килокалориях в минуту) для результатов в марафонском беге в диапазоне от 2:10 до 3:00; энергия, образуемая в минуту посредством гликолиза (третий столбец) и за счет жирных кислот (четвертый столбец — в килокалориях в минуту; последний столбец — в граммах в минуту).

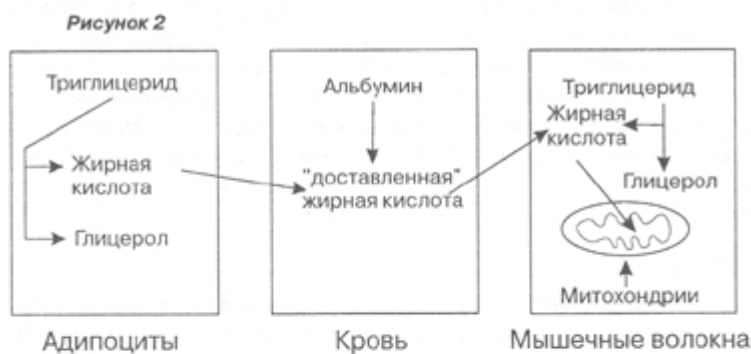
Результат в марафоне, ч/мин	Энергозатрат, ккал/мин	Выработка энергии за счет гликогена, ккал/мин	Потребление жира, ккал/мин	Потребление жира, г/мин
2:10	20,62	14,62	6,00	0,67
2:20	19,14	13,57	5,57	0,62
2:30	17,87	12,67	5,13	0,57
2:40	16,75	11,88	4,87	0,54
2:50	15,76	11,18	4,56	0,51
3:00	14,88	10,56	4,32	0,48

### 1.7.2. ИСТОЧНИК ЛИПИДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ МЫШЦАМИ

Липиды, используемые мышцами во время марафонского забега поступают, главным образом, из двух источников:

1. триглицериды (рис.2) находятся в виде капелек в мышечных волокнах спортсмена в начале прохождения дистанции; количество триглицеридов в мышцах у хорошо тренированных спортсменов будет большим? в особенности в мышечных волокнах типа II, чем у нетренированных индивидов;
2. триглицериды находятся в адипоцитах, т.е. в жировых клетках, которые имеются во всем теле человека, но больше всего их в подкожной ткани и между органами, находящимися в брюшной полости; это наиболее важные жировые депо в теле человека; даже у худых спортсменов они имеются в количестве, достаточном для удовлетворения энергозатраты не только на марафонской дистанции, но и на более длинных дистанциях.

Большая часть жиров, используемых мышцами бегуна-марафонца, поступает из адипоцитов. Триглицериды сами по себе не могут покинуть жировые ткани, но в начале выполнения физических упражнений, например, во время предсоревновательной разминки, уровень специальных гормонов (адреналин, норадреналин, глюкагон, соматоморфин) в крови повышается, в то время как уровень прочих гормонов (инсулина) снижается, способствуя липолизу, т.е. расщеплению молекул триглицерида на четыре



элементарных молекулы — одну молекулу глицерола и три молекулы жирной кислоты. В этот момент свободные жирные кислоты могут покинуть адипоциты (рис. 3), перенесены в кровь молекулой белка (альбумин) и затем к рабочим мышцам. Здесь они расщепляются на два атома углерода, связанных в ко-энзим «А», и поступают в митохондрии (станции по производству мышечной энергии). Здесь они сжигаются и выделяют часть энергии, необходимой рабочим мышцам. Эти жирные кислоты используются, главным образом, мышечными волокнами типа I.

### 1.7.3. ВЫСОКАЯ СКОРОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЛИПИДОВ (ЖИРА)

Рассмотрим случай с двумя бегунами, имеющими одинаковые высшие личные достижения в беге на дистанцию 10 000 м и в полумарафоне (два вида соревнований, в которых скорость потребления кислорода не является лимитирующим фактором) и сходными показателями скорости потребления кислорода. Однако у одного будет более низкий показатель **аэробной жировой мощности**, чем у другого. Вследствие этого спортсмен с низкой скоростью потребления жира был бы не в состоянии не отставать от другого спортсмена, поскольку если бы он попытался бежать с одинаковой скоростью, то слишком быстро бы израсходовал запасы гликогена и испытывал бы дефицит гликогена.

В настоящее время все еще остается открытым вопрос о том, что является решающим фактором, влияющим на скорость потребления жира, т.е. на **аэробную жировую мощность**. Ясно лишь одно: тренировка со специализацией в марафонском беге развивает эту способность точно так же, как и увеличивает запасы триглицерида в мышцах, особенно в волокнах типа IIa.

Самым эффективным средством для увеличения **аэробной жировой мощности** является бег не только очень длительный, но и со скоростью, при которой будет самая высокая скорость потребления жира.

Заметим, что если скорость слишком высокая, например, близкая к **скорости на уровне анаэробного порога** (у элитных спортсменов — это скорость, с которой они бегут полумарафон, а у прочих спортсменов — это скорость, которую они в состоянии

сохранять примерно в течение часа), то потребление гликогена будет очень высоким, так что используется лишь небольшой процент жира. Скорость потребления жира близка к своей максимальной величине при марафонской скорости, т.е. примерно скорости на уровне аэробного порога. Максимальные величины достигаются при немного меньшей скорости, примерно равной **85 — 90% от скорости на уровне анаэробного порога**.

Бегуны-марафонцы пользовались этим средством в течение какого-то времени, но в прошлом они не знали, для чего это нужно. Сейчас же мы можем сказать, что это повышает **аэробную жировую мощность**. Заметим, что скорость потребления жира при скорости бега меньшей, чем вышеупомянутая, уменьшается, так что аналогичное влияние на аэробную жировую мощность, по всей вероятности, не имело бы места.

## 1.8. «Пятый резервуар»

В предыдущем параграфе мы упомянули, что энергия, требуемая для пробегания марафонской дистанции, обеспечивается, большей частью, четырьмя источниками энергии:

1. запасы гликогена в рабочих мышцах;
2. глюкоза, поступающая в кровь из печени;
3. жиры, имеющиеся в мышцах в начале марафонского забега;
4. жирные кислоты, поступающие из жировых депо организма (жировые клетки). Они соединяются с альбумином и доставляются кровью к рабочим мышцам.

Очень важно учитывать, что существует еще то, что мы можем назвать «пятым резервуаром»: энергия, содержащаяся в молочной кислоте. Она используется мышцами, задействованными при марафонском беге, но вырабатывается другими мышечными волокнами.

### 1.8.1. ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ МАРАФОНА

Как было сказано выше, большая часть энергозапроса в марафоне обеспечивается аэробной системой. Но мы также отметили, что часть энергии производится лактатной системой. Попробуем оценить значение этой второй системы.

Согласно Di Prampero (1985), если исключить начальную фазу (длится всего несколько секунд), во время которой потребление кислорода еще не достигло равновесия, то можно считать, что уровень лактата в крови является показателем количества энергии, образуемой лактатной системой. Действительно, увеличение лактата на 1 ммоль/л во время бега соответствует потреблению 2,8 мл кислорода на килограмм массы тела (**энергетический эквивалент содержания лактата крови**). Эта величина обычно равняется примерно 3 мл/кг.

В конце марафонской дистанции концентрация лактата в крови обычно равняется 2 ммоль/л, т.е. на 1 ммоль/л больше базальной величины. Поэтому окончательный баланс, или энергия, образуемая лактатной системой, будет составлять примерно 3 мл/кг. У бегуна с массой тела 70 кг это равняется 210 мл кислорода. Поскольку один литр кислорода расходуется на образование примерно 5 ккал, то это означает, что лактатная система данного спортсмена производит 1 ккал. Суммарные энерготраты (см. параграф

1.7) составляют примерно 2400-2900 ккал. Таким образом, вклад лактатной системы составляет не более 0,034 — 0,041%!

Хотя этот процентный показатель очень низок (у элитных спортсменов он выше 70% в беге на дистанцию 400 м и примерно равен 40% в беге на дистанцию 800 м), однако это не означает, что марафонцам не следует тренировать лактатную систему. Вышеназванный процентный показатель относится к балансу в целом. Если бы мы отслеживали поминутно всю дистанцию марафона, то мы бы заметили, что благодаря адекватной тренировке некоторые мышцы непрерывно образуют значительное количество молочной кислоты, и точно такое же количество ее поглощается.

### **1.8.2. КАКИМ ОБРАЗОМ МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА ТИПА I ИСПОЛЬЗУЮТ ЛАКТАТ, ОБРАЗУЕМЫЙ МЫШЕЧНЫМИ ВОЛОКНАМИ ТИПА II**

Brooks (1987) описал «челночный эффект» лактата для объяснения того, каким образом выделение лактата мышечными волокнами, в которых он образовался, может быть интерпретировано как попытка мобилизации и распределения определенного количества энергии, которое в противном случае не было бы использовано. В случае марафона очень важно обеспечить, чтобы образуемая во время забега молочная кислота действительно полностью использовалась бы рабочими мышцами, а не «воровалась» бы другими органами. Если все прочие параметры будут сходными, то усредненная скорость в марафоне может быть немного выше, если непосредственно задействованные во время забега мышцы будут способны использовать большое количество этого лактата. Иными словами, если этот «пятый резервуар» будет больше.

Исходя из вышесказанного, неверно считать, как все еще считают многие, что молочная кислота только вредит спортсмену. Во многих случаях, лактат — это вовсе бесполезная вещь. Он содержит довольно значительное количество энергии, которое может оказаться достоянием (истинный дар небес) для мышц, непосредственно участвующих в работе, в особенности волокон **типа I (медленные)**, которые должны работать прямо с самого начала забега и поэтому могут после примерно 20 км дистанции исчерпать свои запасы гликогена. Поскольку определенное количество углеводов (накопленное в мышцах в виде гликогена) нужно для сжигания жиров, то волокна, израсходовавшие весь гликоген, будут не способны продолжать работу.

Это тот случай, когда лактат приобретает большое значение. Эти волокна могут извлекать лактат из крови и использовать его как источник энергии. Для этого волокна **типа I (медленные)** должны содержать высокую концентрацию H-LDH-энзимов, которые реагируют с молекулами лактата, образуя молекулы пуриновой кислоты, которая может быть использована для образования АТФ, т.е. используемого мышцами топлива. Во время марафонского бега происходит следующее:

1. содержание гормона (в особенности, повышение содержания адреналина) способствует образованию молочной кислоты в мышцах, причем и в тех, которые лишь минимально задействованы в работе. Молочная кислота образуется, главным образом, в мышечных волокнах **типа II (быстрые)**, которые меньше всего пригодны для продолжительных усилий;
2. молочная кислота выделяется в кровь и поглощается мышцами, которые непосредственно участвуют в работе;

3. непосредственно участвующие в работе мышечные волокна также образуют молочную кислоту (главным образом **волокна типа II**). Однако внутри этих мышц лактат используется **волокнами типа I**.

## 1.9. Температурный и водный баланс

Во время марафонского забега ряд факторов может вызвать повышение температуры тела у спортсмена, однако специальные системы организма позволяют рассеивать тепло. Это явление называется **температурным балансом**.

Термин **водный баланс** определяет равновесие между потерями жидкости во время забега, в частности, за счет потоотделения, и компенсацией этих потерь, например, путем приема жидкости. Чрезмерная потеря жидкости может привести к обезвоживанию организма.

### 1.9.1.ТЕМПЕРАТУРНЫЙ БАЛАНС

Температура тела у здорового человека равняется примерно 37° С. Достаточно интенсивные и продолжительные физические нагрузки — такие, как марафонский бег, вызывают повышение температуры тела. Небольшое повышение температуры тела, примерно на один градус Цельсия, способствует улучшению спортивного результата. Однако температура тела выше 40 — 41° С может повредить здоровью спортсмена.

**Метаболическое тепло**, образуемое рабочими мышцами, является одним из факторов, способствующих повышению температуры тела у спортсмена. На него приходится примерно 90% суммарных энергозатрат, которые в марафонском беге составляют примерно 2700 ккал для спортсмена с массой тела 70 кг и усредненным показателем удельной энергозатратности (см. параграф 1.7.).

Если марафон проводится в жару и/или на шоссе, то спортсмены получают значительное количество тепла (несколько килокалорий) за счет **теплоизлучения**.

Всего лишь небольшое количество метаболического тепла, порядка 50 ккал, вызывает повышение температуры тела на 1°С. Если температура тела не достигает опасной величины после пробегания всего нескольких километров дистанции, то это происходит благодаря специфическому механизму, позволяющему организму рассеивать тепло. Более важными механизмами терморегуляции являются следующие:

1. **конвекция** — температура тела выше температуры атмосферного воздуха (если только марафон не проводится в особенно неблагоприятных условиях). Тонкий слой воздуха, находящийся ближе всего к кожному покрову тела спортсмена, нагревается, а кожа при этом охлаждается. Количество тепла, рассеиваемого таким способом, будет увеличиваться при увеличении разности температур воздуха и кожного покрова. Заметим, что при увеличении температуры тела возрастает и приток крови к коже, поэтому температура тела повышается, способствуя рассеиванию тепла за счет конвекции;
2. **потоотделение** — пот представляет собой соляной раствор, выделяемый потовыми железами. Каждый грамм испаренного пота рассеивает 0,6 ккал. Не испарившийся пот (впитываемый одеждой или упавшие на землю капли пота) бесполезен с точки зрения теплорассеивания и, аналогично испарившемуся поту, выводит жидкости и соли из организма. При высокой влажности воздуха потоотделение пропорционально затрудняется, что приводит к уменьшению теплорассеивания;

3. **теплопроводение** происходит при контакте тела с жидкостью, температура которой ниже температуры тела, обмывании или приеме холодных напитков.

Чтобы сохранить температурный баланс, т.е. рассеивать избыточное тепло, сумма **метаболического тепла** и тепла, получаемого за счет **теплоизлучения**, не должна превышать количество тепла, рассеяного путем **конвекции, потоотделения и теплопроводения**. Этот баланс иногда трудно сохранить, особенно при неблагоприятных погодных условиях (высокая температура окружающей среды и высокая влажность воздуха), когда конвекция и испарение пота становятся затруднительными.

### 1.9.2. ВОДНЫЙ БАЛАНС

У спортсменов, не привыкших к бегу в трудных погодных условиях (высокая температура окружающей среды, высокая влажность воздуха и жаркое солнце), снижается работоспособность (поэтому они бегут более медленно) даже при потере 2% массы тела (вследствие потоотделения), что составляет менее 1,5 кг для спортсмена с массой тела 70 кг. У спортсменов, привыкших к бегу в трудных погодных условиях, работоспособность снижается после потери 3% массы тела, т.е. свыше 2 кг.

Заметим, что при неблагоприятных погодных условиях потеря жидкости у спортсмена может составлять 30-50 мг в минуту, а прием жидкости, даже идеальной, может обеспечить поступление в организм не более чем 25 мг жидкости в минуту. Время оккупации желудка определяет время, требуемое организму для абсорбирования этой жидкости. Процесс ускоряется, если напиток содержит менее 5% сахара. Напитки, которые целесообразнее всего принимать спортсменам, содержат также электролиты, в частности, соду, хлор, магний и калий.

Спортсменам, которым предстоит выступать в трудных погодных условиях, следует пройти надлежащую акклиматизацию. Им также необходимо научиться принимать питье во время выполнения физической нагрузки и при этом попытаться определить, сколько жидкости они в состоянии выпить (адекватного напитка, содержащего небольшое количество минеральных солей и менее 5% сахара), не испытывая дискомфорта вследствие распухания желудка. Во время самого забега они должны выпивать это количество жидкости в каждом пункте питания.

Даже если погодные условия не особенно неблагоприятны, всегда лучше принимать питье во время забега, по возможности, на каждом из пунктов питания.

Усредненное количество принимаемой жидкости во время марафонского забега невозможно определить, поскольку потоотделение сильно варьируется от индивида к индивиду. Фактически, оно не постоянно даже у одного и того же индивида.

## 1.10. Факторы, лимитирующие достижение спортивного результата на марафонской дистанции

Почему некоторые спортсмены пробегают марафонскую дистанцию за 2:10, а другим требуется значительно больше времени для этого? Что определяет результат на финише дистанции 42,195 км?

На результат спортсмена, безусловно, влияют внешние факторы — сильный ветер или пролегание маршрута по холмистой местности. Высокая температура окружающей среды,

высокая влажность воздуха или жаркое солнце также отрицательно влияют на спортивный результат в марафоне.

Что касается индивидуальных результатов, то здесь будут очень важны, в любом случае, несколько физиологических параметров. Прежде всего, это **наличие энергии**, а также ее **использование**. Образно говоря, очень важно не только иметь кучу «денег», но и знать, как их тратить.

Под **наличием энергии** мы понимаем способность снабжать мышцы, участвующие в выполнении беговых движений, определенным количеством энергии, АТФ, в единицу времени. Если мышцы могут продуцировать большее количество АТФ, они могут работать с большей интенсивностью и позволять, при неизменности всех прочих факторов, спортсмену сохранять более высокую скорость бега.

**Использование энергии** означает, что полученная энергия может быть использована мышцами более или менее эффективно. В марафонском беге самым важным фактором является низкая энергозатратность бега, причем не только на первой половине дистанции, но и к ее концу, когда неизбежно наступает утомление. Очень важно также правильное распределение усилий. Спортсмены высокого класса показывают свои лучшие результаты, когда им удается сохранить постоянный темп на протяжении всей дистанции или даже сделать ускорение к ее концу.

### 1.10.1. СКОРОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

Как уже говорилось в параграфе 1.7, мышцы, позволяющие спортсмену пробежать 42,195 км, используют преимущественно энергию, образуемую аэробной системой, где кислород соединяется с топливом — углеводами или жирами. Мы также упоминали термин **МПК** — максимальное количество кислорода, которое может быть использовано организмом в минуту. Обычно скорость бега, которую может поддерживать спортсмен на протяжении нескольких часов, возрастает пропорционально увеличению **МПК**, но только в том случае, если этот показатель выражен не в абсолютных единицах измерения (литр кислорода в минуту), а соотнесен с массой тела (миллилитры кислорода, используемого на килограмм массы тела в минуту, мл/кг/мин). Энерготраты пропорциональны массе тела.

Значимость этого показателя подтверждается тем фактом, что если мы сравниваем марафонцев с очень разным уровнем результатов, то мы обнаружим, что лучшие результаты достигаются спортсменами, имеющими самые высокие показатели **МПК**. Sjodin и Svedenhag (1985), к примеру, выявили, что у спортсменов, пробежавших марафонскую дистанцию за 2:21, усредненный показатель МПК равнялся 71,8 мл/кг/мин. У спортсменов, пробежавших марафонскую дистанцию за 2:37, усредненный показатель МПК равнялся 65,6 мл/кг/мин. У спортсменов, пробежавших марафонскую дистанцию за 3:24, усредненный показатель МПК равнялся 58,7 мл/кг/мин.

Если рассмотреть эти результаты более пристально, сравнив индивидуальные показатели спортсменов, имеющих сходные результаты, можно обнаружить, что в одной и той же группе спортсменов с самым высоким показателем МПК не всегда показывал лучший результат. Спортсмен с самым высоким показателем МПК может иметь самый плохой результат, а спортсмен с самым низким показателем МПК может показать самый лучший результат.

Австралийский бегун Дерек Клейтон, к примеру, имел МПК менее 70 мл/кг/мин (Costill, 1972), в то время как бегуны со значительно более слабыми результатами имели МПК более 80 мл/кг/мин. Несмотря на это, Клейтон оказался первым марафонцем, который пробежал эту дистанцию менее чем за 2:12 и удерживал высшее мировое достижение в марафоне в течение 14 лет, сначала с результатом 2:09.36,4 (4 декабря 1967 года), а затем — с результатом 2:08.33,6 (30 мая 1969 года).

### 1.10.2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕГА

Клейтон, тем не менее, имел один выдающийся показатель — очень низкую энергозатратность — меньше 180 мл/кг/мин, так же, как и норвежка Грета Вайц, удерживавшая высшее мировое достижение с 1977 по 1983 год. Судя по данным параграфа 1.6, эти показатели действительно низкие и характерны для чемпионов.

Полученные данные подтверждают тем, что после нескольких лет надлежащей тренировки для спортсменов свойственна тенденция иметь низкие показатели удельной энергозатратности. Однако различия в этих показателях наблюдаются и у хорошо тренированных спортсменов. Sjodin и Svedenhag (1985), к примеру, отмечали, что различие в величине удельной энергозатратности у спортсменов с более экономичным и менее экономичным бегом составляет 17% при скорости бега 19 км/ч и 21% при скорости бега 14 км/ч. Эти цифры свидетельствуют, что спортсмены с высоким показателем удельной энергозатратности расходуют 50 миллилитров кислорода в минуту на килограмм, чтобы пробежать 1 км за 4 минуты, в то время как спортсмены с низким показателем удельной энергозатратности расходуют такое же количество энергии, чтобы пробежать 1 км за 3:30. В конце бега различие составляет уже более 20 минут.

У спортсменов, имеющих хорошие кондиции в начале марафонской дистанции, суммарные энергозатраты зависят не только от их показателей удельной энергозатратности, но и от способности сохранять подобный показатель на протяжении всего забега. В нескольких научных исследованиях (см. параграф 1.6) было выявлено, что удельная энергозатратность имеет тенденцию к увеличению к концу дистанции, особенно у менее тренированных спортсменов.

### 1.10.3. ЖИРОВАЯ МАССА ТЕЛА

Ранее уже упоминалось, что МПК является более точным показателем, будучи выраженным не в абсолютных величинах, а соотношенным с массой тела. У спортсмена с массой тела 70 кг и МПК, равным 60 мл/кг/мин, в абсолютных величинах этот показатель будет равняться:

$$60 \text{ мл/кг/мин} \times 70 \text{ кг} = 4,2 \text{ л/мин}$$

Если у этого спортсмена масса тела увеличится до 75 кг, то относительный показатель МПК будет:

$$4,2 \text{ л/мин} : 75 \text{ кг} = 56 \text{ мл/кг/мин}$$

Увеличение массы тела на 5 кг приводит к уменьшению МПК на 4 мл/кг/мин, что оказывает негативное влияние на скорость бега спортсмена.

Спортсмены с избыточным весом пытаются избавиться от жировой массы, не изменяя прочие компоненты массы тела. Фактически, процент жировой массы тела является одним

из параметров, который может обозначить диапазон возможных улучшений результата марафонца.

#### 1.10.4. АНАЭРОБНЫЙ ПОРОГ И АЭРОБНЫЙ ПОРОГ

**Анаэробный порог** является, безусловно, очень важным параметром для бегунов на длинные дистанции. Он может быть выражен, как и МПК, в л/мин и мл/кг/мин, поэтому мы можем рассчитать процент первого показателя по отношению ко второму.

У бегунов на средние и длинные дистанции часто измеряют скорость на уровне анаэробного порога. Если этот термин используется для обозначения скорости, соответствующей уровню лактата в крови 4 ммоль/л, и если имеется постоянная разность, выраженная в процентах, двух скоростей (5%), то мы можем, к примеру, сказать, что скорость бега на марафонской дистанции будет ниже **скорости на уровне анаэробного порога на:**

1. 0,219 м/с (или 0,789 км/ч) для спортсменов, показывающих результат в марафоне менее 2:49. Это означает, что спортсмены бегут марафон со скоростью 15 км/ч (4.00 мин/км) и имеют скорость на уровне анаэробного порога 15,789 км/ч (3.48 мин/км);
2. около 0,247 м/с (или 0,888 км/ч) для спортсменов, показывающих результат в марафоне порядка 2:30. Эти спортсмены бегут марафон со скоростью 16,878 км/ч (3.33 мин/км) и имеют скорость на уровне анаэробного порога 17,776 км/ч (3.22,6 мин/км);
3. 0,285 м/с (или 1,026 км/ч) для спортсменов, показывающих результат в марафоне порядка 2:10. Эти спортсмены бегут марафон со скоростью 19,474 км/ч (3.04,8 мин/км) и имеют скорость на уровне анаэробного порога 20,5 км/ч (2.55 мин/км).

Относительная **скорость на уровне анаэробного порога** (выражают в мл/кг/мин) будет, аналогично **МПК**, уменьшаться при увеличении жировой массы тела и увеличиваться при уменьшении массы тела в целом. Аналогичное влияние оказывается и на **скорость на уровне анаэробного порога**.

#### 1.10.5. ГЛИКОГЕН И ЖИРЫ (ЛИПИДЫ)

Результат спортсмена зависит не только от потребления кислорода, но и от наличия углеводов и/или от количества жиров, которые мышцы могут сжечь. В параграфе 1.7 уже отмечалось, что суммарного количества энергии, получаемого из углеводов, будет недостаточно для удовлетворения энергозапроса для всей марафонской дистанции. Это положение верно и для спортсменов, которые не только потребляют адекватное количество углеводов во время забега, но и придерживаются в течение нескольких дней перед соревнованиями диеты, способствующей увеличению запасов гликогена в мышцах и печени.

Разность между суммарным энергозапросом на дистанции марафона и суммарным количеством энергии, получаемой из углеводов, восполняется почти исключительно за счет липидов (жиров). Заметим, что это всегда лучше, чем обеспечение большого процента энергии за счет углеводов. Однако поскольку определенная часть энергозапроса должна восполняться в любом случае за счет липидов, то тренировка должна быть также направлена на улучшение способности организма спортсмена сжигать большое

количество липидов в минуту, увеличивая тем самым **аэробную жировую мощность** (см. параграф 1.7).

### 1.10.6. ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ

На **рис. 4** показано, каким образом тренировка может улучшить многие параметры, влияющие на результат в марафонском беге. Адекватная тренировка, безусловно, увеличивает показатели **МПК**, **анаэробного и аэробного порогов**. У хорошо тренированных марафонцев **скорость на уровне аэробного порога** будет очень близка к **скорости на уровне анаэробного порога**, а анаэробный порог будет, в свою очередь, ближе к **МПК**. Тренировка будет также повышать эффективность бега как в начале, так и в конце дистанции, а также увеличивать способность марафонца сохранять постоянный темп бега. Она также приводит к увеличению запасов гликогена и скорости сгорания жиров. У хорошо тренированных спортсменов возникает меньше проблем с сохранением температурного и водного баланса во время забега.

Рисунок 4



## ГЛАВА 2: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРЕНИРОВКИ

В основе того, что все спортсмены, независимо от избранной ими спортивной дисциплины, тренируются по определенным программам, лежит их стремление улучшить свои спортивные результаты или, что в особенности характерно для спортсменов более старшего возраста, не дать результатам снизиться. Рациональная тренировка действительно приводит к улучшению (или предупреждению ухудшения) спортивной техники, тактики, а также многих психологических и физических характеристик. В этой главе основное внимание уделяется последним

ввиду их чрезвычайной значимости для таких спортивных дисциплин, как марафонский бег.

В связи с этим мы рассмотрим, каким образом организм реагирует на тренировочные стимулы путем изменения некоторых функций и структур, иными словами, посредством специфических процессов адаптации, способствующей улучшению спортивных результатов. Мы также рассмотрим параметры, характеризующие средства тренировки, которые вызывают желаемые адаптации у марафонца, как, например, совершенствование центрального и периферического компонентов (способность сердца перекачивать больший объем крови за единицу времени и способность мышц использовать большее количество кислорода), улучшение способности мышц использовать лактат, образуемый во время нагрузки.

## 2.1. Почему тренировка способствует улучшению спортивного результата?

Тренировочное занятие может быть рассмотрено как средство для возбуждения биологического сигнала, который, в свою очередь, влечет за собой целую цепь событий. В результате этих событий некоторые структуры организма претерпевают хронические изменения (**адаптации**), служащие объяснением улучшения результата.

### 2.1.1. НАСТРОЙКА И АДАПТАЦИЯ

При выполнении физической нагрузки в самом начале происходит ряд изменений в организме. Так, когда марафонец начинает бежать дистанцию, у него повышается ЧСС и температура тела, а также уровень содержания ряда гормонов в крови. Когда нагрузка прекращается, то обычно через несколько минут эти показатели возвращаются почти полностью к своим донагрузочным уровням. Такие временные изменения называют **настройкой**.

**Адаптация** также вызывается тренировкой, но в отличие от настройки она устойчива и продолжительна во времени подобно увеличению мышечной массы у занимающегося бодибилдингом или уменьшению ЧСС в состоянии покоя у бегунов. Следует сразу же подчеркнуть, что адаптация подразумевает синтез новых белков.

Возможная адаптация мышечных волокон варьирует значительно:

1. мышцы у специализирующихся в беге на 400 м способны производить большое количество энергии за счет анаэробной лактатной системы благодаря увеличению концентрации гликолитических энзимов в цитоплазме;
2. мышцы у толкателей ядра становятся сильнее вследствие того, что они содержат больше актина и миозина — энзимов, управляющих мышечными сокращениями;
3. мышцы у марафонца способны использовать большое количество кислорода в минуту благодаря увеличению объема и количества митохондрий — частичек, находящихся в мышечных волокнах, отвечающих за образование энергии с помощью аэробной системы.

Заметим, что каждое мышечное волокно обладает потенциальной возможностью синтезировать большое разнообразие белков, так как клеточные ядра содержат информацию, позволяющую им создавать бесчисленные паттерны. Эффективным, т.е. вызывающим изменения, является такой тип тренировки, который приводит к выбору

правильного паттерна и вследствие этого к синтезу требуемого специфического белка. Если бы тренировка марафонца была бы направлена на достижение адаптации, характерной для бегуна на 400 м (увеличение энзимов лактатной системы) или для толкателя ядра (увеличение мышечной массы), то не только не происходило бы улучшение его результата на дистанции 42,195 км, но наблюдалось бы его явное ухудшение.

### 2.1.2. КАКИМ ОБРАЗОМ СПЕЦИАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА ВОЗБУЖДАЕТ ЗАДАННЫЙ «БИОЛОГИЧЕСКИЙ СИГНАЛ»

Чтобы понять, как происходит синтез белков после тренировочного занятия, важно знать, что представляет собой **катаболизм** и **анаболизм**.

**Катаболизм** означает процессы, посредством которых крупные молекулы расщепляются на более мелкие. Так, во время длительного бега от молекул гликогена отщепляется глюкоза и одновременно молекулы триглицерида расщепляются (липолиз) на четыре более мелких молекулы — три молекулы жирных кислот и одну молекулу глицерола. Молекулы белков могут также расщепляться на простые аминокислоты, из которых они состоят.

**Анаболизм** означает противоположный процесс: простые молекулы соединяются и образуют более крупные молекулы, как в случае восстановления гликогена в мышцах и печени или триглицеридов в жировых клетках или синтеза новых белков.

Если будет преобладать **катаболизм**, то повышается уровень **катаболических гормонов** в крови, как, например, кортизола, а уровень **анаболических гормонов**, как, например, тестостерона, уменьшается. Это сочетание высокого уровня **катаболических гормонов** и низкого уровня **анаболических гормонов** определяет превалирование **катаболизма** над **анаболизмом** во время тренировочного занятия, причем даже спустя несколько часов в случае очень высокой интенсивности тренировочного занятия.

Наоборот, когда нагрузка прекращается, состояние организма изменяется, причем обычно с ориентацией в сторону анаболизма. В этой фазе в организме образуются молекулы не только вследствие необходимости восполнить потери, имевшие место при воздействии нагрузки, но (в случае правильной и целенаправленной работы) и чтобы достичь адаптации, являвшейся целью тренировочного занятия. Синтез белка происходит только в присутствии **анаболических гормонов**, подводимых с кровью к органам, на которые должно быть оказано воздействие, включая мышцы.

Чтобы четко объяснить, каким образом **анаболические гормоны** и **биологический сигнал** вызывают синтез белка, можно отметить, что каждое мышечное волокно имеет **специальные рецепторы** разного типа, причем для каждого вида белка, которые способны синтезировать мышцы. Особый биологический сигнал будет модифицировать один из этих рецепторов (как при незакрытой крышкой штепсельной розетке) и позволяет ему соединиться с **анаболическим гормоном**.

**Анаболический гормон** становится способным проникать в ядро мышечного волокна. Специальный рецептор обеспечивает как транспорт, так и пропуск, позволяющие гормону достичь ядра, где они найдут в архивах ДНК требуемые данные для синтеза новых молекул. Сочетание гормон — рецептор делает возможным выбор данных, необходимых для синтеза требуемой молекулы белка, и копирования их благодаря особой молекуле

РНК. В этот момент паттерн будет готов, и новые молекулы будут синтезироваться специальными частичками, находящимися в цитоплазме.

Одним из показателей «перетренированности» спортсмена является превалирование **катаболических гормонов** над **анаболическими гормонами**, проще говоря, молекулы расщепляются, но не ресинтезируются.

Чтобы тренировка была эффективной, необходимо очень тщательно подбирать средства тренировки, которые возбуждают правильный в количественном и качественном отношении **биологический сигнал**.

Тренерам, работающим с бегунами-марафонцами, хорошо известен тот факт, что тренировочные занятия их подопечных должны быть продолжительными. Продолжительность работы определенного типа, вполне возможно, очень важна для возбуждения специфического **биологического сигнала** в мышечных волокнах. Например, уже всего лишь после пробегания нескольких километров ряд мышечных волокон «выйдет из строя», а остальные волокна начнут участвовать в работе, и поэтому только в этот момент эти волокна получают **биологический сигнал**.

На **рис. 5** показано, каким образом может позитивно повлиять на эти характеристики адекватная диета, особенно, запасы гликогена, температурный и водный баланс, наличие углеводов. Тренировка может оказать частичное воздействие и на психологические факторы, которые, безусловно, важны для достижения спортивного результата.

**Рисунок 5**



## 2.2. Как выбрать адекватные средства тренировки

Наиболее наглядным способом (и в то же время наиболее простым и естественным) выбора является моделирование соревнований. Однако бегунам — марафонцам слишком хорошо известно, что улучшения спортивного результата невозможно достичь путем пробегания 42,195 км или даже продолжительного бега с той же скоростью, с какой спортсмен бежал бы дистанцию марафона, а также, особенно в некоторых случаях, путем включения в тренировку других типов работы.

Другой возможностью является копирование тренировочного плана чемпионов, но при этом учитывая, что поскольку все индивиды различны, то тренировочный план, разработанный для одного спортсмена, вряд ли будет идеально подходить для другого спортсмена, и не только в отношении интенсивности и количества отдельных тренировочных средств.

Наиболее рациональным, по нашему мнению, является начать с «физиологической модели». Именно поэтому в первой главе мы охарактеризовали процессы, происходящие в организме спортсмена во время марафонского забега, и подробно описали мышечные волокна, участвующие в работе, а также энергосистемы, используемое топливо, принцип работы сердца и т.д.

Уже все это должно наводить на мысль о типе работы, которая будет определять биологический сигнал, характеристики которого сочетаемы с желаемой адаптацией. Это означает, что:

1. работа должна быть направлена соответствующим образом на специфические структуры. Если выбранное средство вызывает локальную адаптацию рук (например, увеличение потребления кислорода в мышцах рук), то это будет, безусловно, бесполезно для бегунов-марафонцев;
2. средство должно содержать стимул, который «озадачивает» биологическую систему, управляющую целевой характеристикой. Работа большой интенсивности, во время которой к примеру, используется почти только один гликоген, не будет способствовать увеличению **аэробной жировой мощности**;

В то же время очень важно помнить о прошлом опыте, то есть в нашем случае, о средствах и методах тренировки, используемых обычно в тренировке бегунов-марафонцев для улучшения заданных характеристик, и пытаться понять, каким образом они могли бы вызвать адаптацию организма.

Рисунок 6



На **рис. 6** дано описание процесса мышления, имеющего целью получение ответа на вопрос «Какое средство тренировки лучше всего подходит отдельному спортсмену, в организме которого мы хотим вызвать **заданный биологический сигнал**, приводящий к специфическим адаптациям, которые, в свою очередь, приводят к улучшению спортивного результата?»

Этот метод обычно позволяет нам исключить неадекватные средства тренировки, как, например, описанные выше, которые вызывают адаптацию в мышцах рук, а также такие, которые воздействуют на мышцы ног, способствуя образованию большого количества лактата. Средства тренировки, выбранные с помощью этой процедуры, являются правильными.

В следующих параграфах мы перейдем от теоретических размышлений к более практическим и исследуем общие характеристики специальных средств тренировки, которые вызывают заданную адаптацию.

### **2.3. Совершенствование центральных аэробных компонентов**

Обширная непрекращающаяся дискуссия по поводу факторов, которые могут ограничить МПК и распределение доставки кислорода к рабочим мышцам во время нагрузки, в нашем случае во время бега, не привела к единодушному мнению. Это очень интересные вопросы, однако их подробное рассмотрение вывело бы нас за рамки данной публикации. В любом случае можно предположить, что если все прочие факторы будут сходными, включая гематические параметры, то увеличение ударного объема крови (объема крови, перекачиваемого при каждом сокращении сердца) при высокой и стабильной ЧСС будет отвечать за увеличение МПК и улучшение центральных аэробных компонентов.

Многие настаивают на том, что увеличение МПК и улучшение центральных аэробных компонентов может быть достигнуто посредством работы с высокой интенсивностью, вследствие которой ЧСС достигает своего максимального уровня или близка к нему — ниже его примерно на 8 -10 ударов/мин.

На наш взгляд, работа, вызывающая быстрое увеличение ЧСС, будет значительно более эффективной. Немецкий физиолог профессор Reindell более пятидесяти лет тому назад изучал метод интервальной тренировки. Типовой нагрузкой был бег на отрезках 200 м с интервалом в 45 — 90 сек, позволяющим ЧСС восстановиться до уровня около 120 ударов/мин. Чтобы объяснить, каковы преимущества этого метода тренировки, он показал, что ЧСС увеличивалась очень быстро во время пробегания первой половины дистанции 200 м, и это служило стимулом для увеличения ударного объема крови.

Несколько лет тому назад мы наблюдали, что если повторный бег построить в виде бега вверх на отрезках 60 и 100 м (уклон не меньше 15%), выполняемого почти с максимальной интенсивностью, то ЧСС будет возрастать значительно быстрее. Одно тренировочное занятие может включать несколько серий из 10 повторений. Интервал между пробежками должен быть достаточным, чтобы позволить ЧСС уменьшиться примерно до 130-120 ударов/мин.

Дистанция, выбираемая для данного типа работы, не должна быть слишком длинной, поскольку продолжительность каждой пробежки должна быть меньше 15 сек, чтобы избежать образования большого количества молочной кислоты. Выполнение такой работы во время ПЕРИОДА СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ способствует специфическому стимулированию нервно-мышечной сферы.

## 2.4. Увеличение потребления кислорода в мышечных волокнах

Свыше 20 лет тому назад Benzi с соавторами (1975) выявили, что увеличение активности энзимов митохондрий в мышечных волокнах, и, следовательно, увеличение потребления кислорода в мышцах, может происходить за счет работы, выполняемой с интенсивностью, при которой образуется небольшое количество молочной кислоты.

Такой вывод может показаться, на первый взгляд, парадоксальным, поскольку указывает на то, что если тренировка должна быть направлена на развитие аэробной системы, то она фактически вынуждена вовлекать в работу другую систему, лактатную. В действительности, это часто имеет место в случае биологических явлений: чтобы развить энзимную систему, необходимо ее «озадачить». Для аэробной системы это означает увеличение интенсивности усилий до тех пор, пока она перестанет быть способной поставлять требуемую энергию, и ей придется привлечь лактатную систему.

С точки зрения практики, исследования, проведенные Benzi с соавторами (1975), выявили, что очень медленное пробегание отрезков дистанции, не приводящее к увеличению уровня лактата выше базальной величины, не является решающим фактором для увеличения потребления кислорода в рабочих мышцах и что необходима более высокая скорость бега для улучшения аэробных характеристик у спортсмена.

Наблюдалось, что наиболее эффективными были пробежки, выполняемые на скорости близкой к скорости на уровне анаэробного порога, в особенности, при скорости в диапазоне от 97% до 103-105% от скорости на уровне анаэробного порога. Они могут выполняться в виде непрерывного бега продолжительностью около часа или в виде повторного бега на отрезках длиной менее одного километра или нескольких километров. **Скорость на уровне анаэробного порога** может быть определена с помощью тестов, типа описанных в **главе 3**, которые позволяют рассчитать скорость, соответствующую уровню лактата в крови 4 ммоль/л. Различные исследователи, включая Mader (1976), установили, что этот уровень лактата в крови соответствует в большинстве случаев **анаэробному порогу**.

Во время соревнований темп, соответствующий анаэробному порогу, может непрерывно поддерживаться около часа. В среднем, после часового бега (полумарафон для спортсменов высокого класса) уровень лактата в крови равняется около 4 ммоль/л, что соответствует скорости бега свыше 20 км/ч у элитных спортсменов.

Заметим, что короткие отрезки с повторениями, выполняемые с высокой интенсивностью, способствующей образованию значительного количества лактата (например, бег на отрезке 300 м, выполняемый со скоростью близкой к максимальной), не влияют на улучшение периферийных аэробных компонентов. Они даже могут иметь негативные последствия, так как помимо стимулирования синтеза энзимов, типичного для лактатной системы, происходит ингибирование энзимов аэробной системы.

С учетом этих соображений, можно предположить, что биологический сигнал возбуждается в заданных мышечных волокнах, когда концентрация молочной кислоты будет немного больше нормальной величины, и это приведет к увеличению концентрации митохондрий и энзимов аэробной системы в том же самом мышечном волокне.

Нагрузка в беге со скоростью на уровне анаэробного порога (или немного ниже или немного выше) на протяжении нескольких минут подряд повлияет на достаточное количество мышечных волокон, вследствие чего будут способны потреблять большее

количество кислорода в секунду, а аэробная система будет вырабатывать больше АТФ. Разные скорости бега, но всегда в вышеуказанном диапазоне величин, связаны с разным процентом вовлечения в работу разных мышечных волокон. Если скорость бега будет выше, к примеру, скорости на уровне анаэробного порога, то в работу будет вовлечен больший процент **быстрых волокон** (большой частью быстрых окислительных волокон **FTO**). Эти волокна будут улучшать свои аэробные характеристики. Если скорость бега будет ниже, то влияние будет оказываться, главным образом, на **медленные волокна**.

В случае марафонского бега длительность стимула (т.е. пробегаемое расстояние при непрерывном беге или сумма отрезков при повторном беге) особенно важна, поскольку по мере увеличения километража в работу вовлекается все большее количество новых мышечных волокон взамен истощивших себя. Тренировочное занятие будет вызывать в этих новых мышечных волокнах полезные для марафонского бега адаптации, в процессе которых происходит чередование участия в работе волокон.

Бег в гору может также быть полезным с этой точки зрения, поскольку фаза отталкивания в каждом беговом шаге требует приложения более высокого уровня силы, чем при беге по ровной местности, приводя к изменению соотношения участвующих в работе разных типов волокон. По мере увеличения уровня усилий, приложенных группой мышц, в работу вовлекается более высокий процент **быстрых волокон**, начиная, главным образом, с **быстрых окислительных волокон (FTO)**, а затем все большее количество **быстрых гликолитических волокон (FTG)**. Бег в гору, выполняемый в виде однократного усилия продолжительностью около часа или в виде повторного пробегания отрезков, продолжительностью несколько минут каждый, влияет на мышечные волокна, на которые, по всей вероятности, не оказывалось бы влияние при беге по ровной местности с аналогичной интенсивностью (определяемой с помощью ЧСС или потребления кислорода).

## 2.5. Тренировка развития способностей мышц использовать лактат

В параграфе 1.8 упоминалось, что способность мышц использовать лактат зависит от активности специальных энзимов, известных под названием H-LDH, или изоэнзимы H-дегидрогеназы лактата. Количество лактата, которое использует мышечное волокно в секунду, прямо пропорционально степени активности этих энзимов.

В случае непрерывного бега, наиболее подходящая для стимулирования активности этих энзимов в мышечных волокнах (преимущественно медленных) скорость, приводящая к увеличению количества молочной кислоты, которое они способны использовать, находится в диапазоне от **скорости на уровне аэробного порога до скорости на уровне анаэробного порога** (что соответствует уровню лактата в крови, в среднем, от 2 ммоль/л до 4 ммоль/л, соответственно). С этой точки зрения бег продолжительностью около часа и больше со скоростью в диапазоне от марафонской скорости до скорости на уровне анаэробного порога может быть особенно полезным.

Другим полезным (или даже еще более полезным) видом упражнений на развитие способности мышц поглощать лактат является повторный бег со скоростью, равной или немного большей, чем скорость на уровне анаэробного порога, и бегом в медленном темпе в интервалах. Скорость восстановительного бега может быть сначала очень низкой, увеличиваясь по мере приближения даты соревнований, и, в особенности, по мере прогресса результатов спортсмена, вплоть до марафонской скорости (или скорости на уровне анаэробного порога). Спортсмены высокого класса и опытные спортсмены могут

выполнять восстановительный бег со скоростью, очень близкой к скорости повторного бега.

В любом случае, во время повторного бега мышцы вырабатывают определенное количество лактата, который может или оставаться в мышцах (в волокнах, которые его выработали, или во внеклеточной жидкости), или же поступить в кровь. Во время восстановительного бега рабочие мышцы, а точнее мышцы, непосредственно участвующие в работе при таком темпе, преимущественно медленные мышечные волокна, учатся использовать лактат. Вот почему полагают, что большая часть лактата используется мышцами, в которых он был выработан, а также волокнами, отличными от волокон, которые его выработали.

При таком типе работы продолжительность нагрузки также является важным фактором, потому что, чтобы начать использовать лактат, волокна должны проработать достаточно долго и частично истощить свои запасы гликогена.

Количество использованного лактата возрастает как вследствие того, что в той же самой мышце некоторые волокна используют лактат, вырабатываемый соседними волокнами, так и вследствие того, что лактат, находящийся в крови, используется с большей скоростью. Отсюда следует, что если количество образованного лактата остается неизменным, то уровень лактата в крови уменьшается.

Это является одной из причин того, что у адекватно тренированного бегуна-марафонца скорость на уровне аэробного порога очень близка к скорости на уровне анаэробного порога.

## 2.6. Скорость потребления липидов (жиров)

Термин **аэробная липидная (жировая) мощность** (Arcelli и La Torre, 1994) показывает, какое количество липидов в минуту используется мышцами для выработки энергии. Этот термин не следует путать с процентом используемых липидов.

Если спортсмены высокого класса бегут медленно, например, пробегая один километр за 5 минут, мышцы сжигают смесь сахаров и липидов, в которой процент жиров будет превышать 50%. По мере увеличения скорости процент жиров постепенно уменьшается и приближается к нулю (мышцы сжигают почти исключительно сахар), если скорость равна или немного ниже скорости на уровне анаэробного порога. Поэтому именно величина потребления липидов, выражаемая в процентах от суммарных энергозатрат, более высокая при низкой скорости бега, уменьшается очень быстро по мере увеличения спортсменами скорости бега и приближается к нулю, когда их скорость будет близкой к скорости на уровне анаэробного порога.

Другая величина, **аэробная липидная (жировая) мощность**, служит показателем скорости, при которой сжигаются липиды. Было замечено, что у бегунов-марафонцев потребление жиров в минуту достигает максимума при скорости бега, близкой к марафонской скорости. По мере постепенного уменьшения скорости бега скорость потребления липидов медленно уменьшается. Когда спортсмен делает ускорение, уменьшение происходит быстрее, начиная от марафонской скорости (максимальная **аэробная липидная мощность**) и выше, и скорость потребления достигает минимальной величины при скорости на уровне анаэробного порога подобно проценту потребления липидов.

Значительный объем работы, выполненной в темпе, соответствующем или близком к максимальной скорости потребления (обычно немного ниже скорости, соответствующей уровню лактата в крови 2 ммоль/л или марафонской скорости у тренированных спортсменов) является, по всей вероятности, наилучшим способом повышения **аэробной липидной (жировой) мощности**.

Чтобы понять, почему нагрузка должна быть длительной, если хотят увеличить **аэробную липидную мощность**, надо усвоить себе, что биологическим сигналом, способствующим увеличению каждым мышечным волокном скорости потребления липидов, является, вероятно, наличие в небольшом количестве жирных кислот (или фрагментов жирных кислот, которые сжигаются в митохондриях) атомов углерода. Это наличие зависит как от количества свободных жирных кислот, подводимых к волокнам кровью, так и от запасов липидов в каждом мышечном волокне. Волокно поэтому значительно уменьшается только после пробегания спортсменом нескольких километров, когда мышечные запасы (которые обеспечивают большее количество липидов в единицу времени) полностью истощаются, и мышечное волокно может использовать только жирные кислоты, подводимые кровью. Более того, длительная нагрузка также приводит к снижению запасов гликогена, ускоряя потребление липидов.

Если как интенсивность, так и продолжительность тренировочного занятия будут выбраны правильно, то можно наблюдать появление прочих важных эффектов, в частности, увеличение запасов триглицеридов в мышечных волокнах (главным образом, в волокнах типа II), а также повышение активности специальных энзимов, как находящихся в мышечных волокнах, так и за их пределами, включая липолизные энзимы жировых клеток.

Таким образом, типичным средством для развития **аэробной липидной (жировой) мощности** является бег в постоянном темпе продолжительностью около часа со скоростью на уровне 92-100% от скорости марафонского бега. С этой точки зрения, пробежки будут неэффективными, если скорость будет выше марафонской скорости, хотя и не превышая скорость на уровне анаэробного порога, поскольку скорость потребления липидов будет слишком низкой, а запасы липидов в мышцах истощаются за время, превышающее время, в течение которого спортсмен может поддерживать такой темп. Бег в очень медленном темпе также неэффективен, если только пробегаемое спортсменом расстояние не будет достаточно длинным.

Бег с постепенно возрастающей скоростью или бег в переменном темпе может также позитивно повлиять на скорость потребления липидов до тех пор, пока большая часть рабочей нагрузки будет оставаться в пределах вышеупомянутого диапазона скоростей. Бег в медленном темпе, выполняемый перед таким упражнением или в промежутке между такого типа упражнениями и после них, будет полезным, потому что он способствует истощению запасов липидов (и гликогена) в мышцах. В случае, если спортсмены только начинают тренировки в марафонском беге, увеличение аэробной жировой мощности может быть достигнуто даже с помощью длительного бега с интенсивностью ниже 92%. По мере прогресса результатов спортсмена скорость должна увеличиваться.

## 2.7. Воздействие бега разного типа

Цель изложенного в этой главе состоит в том, чтобы указать, какие характеристики беговых упражнений разного типа надо различать для того, чтобы достичь желаемых адаптаций у бегунов-марафонцев и, таким образом, позволить им улучшить результат в беге на 42,195 км.

Мы подчеркнули, что при выборе темпа для выполнения каждого вида беговых упражнений может оказаться полезным обратиться к разным параметрам — таким как ЧСС, уровень лактата в крови и темп, поддерживаемый во время соревнований, особенно длительностью около часа, и марафона. Каждый темп бега будет оказывать, безусловно, разные и специфические воздействия на организм отдельного спортсмена по сравнению с воздействиями, вызываемыми значительно более высоким или более низким темпом. Важно подчеркнуть, тем не менее, что диапазон скоростей, в рамках которого могут иметь место эти воздействия, часто четко не определяется. В любом случае, заданный диапазон скорости всегда оказывает свыше одного воздействия, вызывая разные типы адаптации.

Мы часто подчеркивали, что продолжительность нагрузки является важным фактором. Для возбуждения желаемого **биологического сигнала** или распространения желаемого воздействия на возможно большее число мышечных волокон, упражнение должно выполняться длительное время.

В таблице 3 обобщены основные характеристики, характерные для разного типа работы, а также специальные средства тренировки, применяемые в зависимости от желаемой адаптации, которая считается полезной для отдельного спортсмена.

**Таблица 3**

Основные отличительные характеристики разных типов работы и соответствующие специальные средства тренировки, зависящие от адаптации, которая считается полезной для отдельного спортсмена.

<b>Желаемая адаптация</b>	<b>Требуемые характеристики нагрузки</b>	<b>Типичные средства тренировки</b>
улучшить распределение кислорода	должна вызвать быстрое увеличение ЧСС	повторный бег в гору продолжительностью 8-10 с, выполняемый с максимальной интенсивностью
увеличить потребление кислорода в мышечных волокнах	должна привести к образованию ограниченного количества молочной кислоты и продолжаться несколько минут	непрерывный или повторный бег со скоростью равной или немного большей скорости на уровне анаэробного порога
увеличить скорость потребления липидов	должна привести к максимальной скорости потребления липидов и продолжаться длительное время	непрерывный бег с интенсивностью чуть ниже уровня анаэробного порога
увеличить скорость потребления лактата	должна привести к потреблению лактата, образуемого во время выполнения предшествующей нагрузки	бег с чередованием усилий, выполняемых со скоростью выше скорости на уровне анаэробного порога, с усилиями, выполняемыми со скоростью ниже скорости на уровне анаэробного порога.

## ГЛАВА 3: КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Уже несколько раз было показано, что продолжительность заданной нагрузки важна в том отношении, что очень часто именно она является одним из факторов, возбуждающих биологический сигнал в мышечных волокнах (и в ряде других функциональных системах организма) и вызывающих адаптацию, которая в конечном счете ведет к улучшению спортивного результата. Другим первостепенным фактором является то, что все упражнения должны выполняться в специальном темпе, определяемом на основе индивидуальных характеристик спортсмена в соотношении с разного уровня скоростями бега.

Самым важным фактором является темп бега. Ряд параметров позволяет нам вычислить скорость, с которой спортсмен, прошедший адекватную подготовку, должен, по теории, быть способным пробежать дистанцию марафона, даже если данный спортсмен никогда до этого ее не пробегал.

Другие уровни скорости можно вычислить более или менее точно (скорости, соответствующие анаэробному порогу, аэробному порогу, максимальному потреблению липидов и т.д.), исходя из марафонской скорости или спортивных результатов. Их можно также определить с помощью более или менее сложных тестов.

Эта глава посвящена, главным образом, этим тестам. Они позволяют тренеру не только определить тренировочный темп, рекомендуемый в разных ситуациях, но и отслеживать тренировочный процесс и лучше представлять себе, какой результат может показать спортсмен на дистанции 42,195 км и, следовательно, темп, который должен поддерживать спортсмен прямо с самого начала забега. Другие тесты, которые здесь не рассматривались, также могут оказаться полезными, в особенности те, которые позволяют рассчитать энергозатраты или скорость, соответствующую МПК.

### 3.1. Как определить наиболее подходящий темп для отдельного бегуна-марафонца

Если марафонец планирует достичь максимально возможный спортивный результат, то многое будет зависеть от опыта тренера и наличия у него здравого смысла.

Однако часто необходимо обратиться к цифровым показателям, причем очень специфичным. Это делается тогда, когда нам нужно определить разные уровни скорости у спортсмена. Иногда будет достаточно только расчетов, в других случаях требуется проведение специальных тестов. Эти уровни скорости позволяют тренеру оценивать потенциал спортсмена, отслеживать тренировочный процесс и, что более важно, выбирать правильный темп тренировки.

#### РАСЧЕТ, ИСХОДЯ ИЗ РЕЗУЛЬТАТА В ПОЛУМАРАФОНЕ

Быстрым методом вычисления возможного результата в марафоне, базируясь на результате, показанном в полумарафоне, является принятие во внимание того факта, что спортсмен, прошедший адекватную подготовку для выступления в марафоне, будет пробегать каждый километр за время, на 10 секунд большее, чем в полумарафоне.

Теоретически результат в марафоне будет, таким образом, равняться помноженному на два результату в полумарафоне плюс 7 минут 15 секунд. Этот метод не очень точен и может применяться для расчета результатов лучших бегуний, а также бегунов, имеющих результат в полумарафоне порядка 1:07. Полученный расчетный результат будет, по всей вероятности, слишком высоким для мужчин, пробегающих полумарафон примерно за один час, и слишком низким для мужчин и женщин, пробегающих полумарафон примерно за 1:20. Более точный расчет может быть получен, если учитывать, что адекватно подготовленный бегун-марафонец пробежит дистанцию со средней скоростью на 5% ниже, чем средняя скорость на дистанции полумарафона (см. табл. 4). Это означает, что спортсмен, пробегающий полумарафон со скоростью 3 мин/км (т.е. 20 км/ч; результат 1:03.17,5) будет способен пробежать марафонскую дистанцию за 3.09,5 мин/км (19 км/ч; результат 2:13.15), если он адекватно подготовлен для выступления на этой дистанции.

**Таблица 4**

Результаты в марафоне, рассчитанные на основании результатов в полумарафоне. Предполагается, что спортсмен, адекватно подготовленный для выступления в марафоне, пробежит марафон со средней скоростью, которая будет на 5% меньше средней скорости, сохраняемой на дистанции полумарафона.

**РЕЗУЛЬТАТЫ В МАРАФОНЕ, РАССЧИТАННЫЕ, ИСХОДЯ ИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПОЛУМАРАФОНЕ**

Часы, минуты, секунды	Часы, минуты, секунды
1:00.00	2:06.19
1:00.30	2:07.22
1:01.00	2:08.25
1:01.30	2:09.29
1:02.00	2:10.32
1:02.30	2:11.35
1:03.00	2:12.38
1:03.30	2:13.41
1:04.00	2:14.44
1:05.00	2:16.50
1:06.00	2:18.57
1:07.00	2:21.03
1:08.00	2:23.09
1:09.00	2:25.16
1:10.00	2:27.22
1:11.00	2:29.28
1:12.00	2:31.15
1:13.00	2:33.41
1:14.00	2:35.47
1:15.00	2:37.54

**РЕЗУЛЬТАТЫ В МАРАФОНЕ, РАССЧИТАННЫЕ, ИСХОДЯ ИЗ СКОРОСТИ НА УРОВНЕ АЭРОБНОГО ПОРОГА**

Поскольку большинство спортсменов пробегает марафонскую дистанцию (см параграф 1.10.4.) со скоростью, соответствующей скорости на уровне аэробного порога (т.е. уровню лактата в крови 2 ммоль/л), то таблица 4 может быть использована для расчета

результатов спортсмена в марафоне, базируясь на его скорости на уровне аэробного порога. Для бегунов, не показывающих этот результат, часто характерен недостаток аэробной липидной мощности.

**Таблица 5**

<b>Скорость, км/ч</b>	<b>1000 м</b>	<b>Марафон</b>
15,0	4.00,0	2:48.46,8
15,2	3.56,8	2:46.33,6
15,4	3.53,8	2:44.23,8
15,6	3.50,8	2:42.17,3
15,8	3.47,8	2:40.14,1
16,0	3.45,0	2:38.13,9
16,2	3.42,2	2:36.16,7
16,4	3.39,5	2:34.22,3
16,6	3.36,9	2:32.30,7
16,8	3.34,3	2:30.41,8
17,0	3.31,8	2:28.55,4
17,2	3.29,3	2:27.11,5
17,4	3.26,9	2:25.30,0
17,6	3.24,5	2:23.50,8
17,8	3.22,2	2:21.38,0
18,0	3.20,0	2:20.39,0
18,2	3.17,8	2:19.06,3
18,4	3.15,7	2:17.35,5
18,6	3.13,5	2:16.07,8
18,8	3.11,5	2:14.39,9
19,0	3.09,5	2:13.14,8
19,2	3.07,5	2:11.51,6
19,4	3.05,6	2:10.30,0
19,6	3.03,7	2:09.10,1
19,8	3.01,8	2:07.51,8
20,0	3.00,0	2:06.35,1
20,2	2.58,2	2:05.19,9
20,4	2.56,5	2:04.06,2
20,6	2.54,8	2:02.53,9
20,8	2.53,1	2:01.43,0
21,0	2.51,4	2:00.33,4
21,2	2.49,8	1:59.25,2
21,4	2.48,2	1:58.18,2
21,6	2.46,7	1:57.12,5
21,8	2.45,1	1:56.08,0

**РАСЧЕТ, ИСХОДЯ ИЗ СКОРОСТИ ДЕФЛЕКСИИ, ИЗМЕРЕННОЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕСТА КОНКОНИ, ИЛИ РАССТОЯНИЯ, ПРОБЕГАЕМОГО СПОРТСМЕНОМ ЗА ОДИН ЧАС**

В **таблице 6** приведены расчетные результаты, соответствующие скорости дефлексии, измеренной с помощью теста Конкони. Если спортсмен не подвергался этому тесту, то

надо учитывать, что скорость дефлексии очень близка к средней скорости при часовой беговой нагрузке с соревновательной интенсивностью. Эта таблица может быть использована и для расчета результатов в марафоне.

**Таблица 6**

Существует возможность использовать скорость дефлексии, измеренную с помощью теста Конкони (скорость дефлексии очень близка к средней скорости при часовой беговой нагрузке с соревновательной интенсивностью), для расчета процента этой скорости, которую может сохранять спортсмен на дистанции 42,195 км, и его время на финише (Arcellim 1998). Можно увидеть, что у элитного спортсмена разница в процентах между скоростью дефлексии и марафонской скоростью составляет порядка 5% и поэтому близка к величине, используемой для расчетов в **таблице 5**. У спортсменов с более низкой скоростью эта разница будет больше, достигая 9% у тех, кто имеет скорость дефлексии 12 км/ч.

Скорость дефлексии в тесте Конкони, км/ч	% скорости на дистанции 42,195 км	Расчетный результат в марафоне
12	90,9	3:52,01
13	91,6	3:32,38
14	92,2	3:16,10
15	92,7	3:02,06
16	93,2	2:49,51
17	93,6	2:39,08
18	94,0	2:29,35
19	94,4	2:21,08
20	94,8	2:13,34
21	95,1	2:06,46

**Таблица 7**

Показатели скорости для разных средств тренировки (последний столбец), вычисленные в виде процента от марафонской скорости (первый столбец). Во втором и третьем столбцах приведены тренировочные скорости двух элитных спортсменов - Джелиндо Бордина и Орнеллы Феррара.

Марафонская скорость, %	Борден, мин/км	Феррара, мин/км	Средства тренировки
Более 110%	Более 2,43	Более 3,10	* Короткие отрезки с интервалами (10 x 500, отдых 1 мин 30 с + 10 x 40, отдых 1 мин)

110-108%	2,43 / 2,46	3,10 / 3,16	* Интенсивная специальная выносливость 10/12 км (1000-3000 м)
108-105%	2,46 / 2,52	3,16 / 3,20	* Интенсивно-экстенсивная специальная выносливость 12 / 16 км (2000-5000 м) * Быстрый бег в постоянном темпе (20 мин - 40 мин)
105-103%	2,52 / 2,56	3,20 / 3,25	* Экстенсивная специальная выносливость 15/21 км (3000-7000 м) * Быстрые пробежки в постоянном темпе (20 мин - 40 мин)
Марафонская скорость 100-97%	3,01 3,01 / 3,06	3,31 3,31 / 3,37	* Марафонская скорость (Р.М. 18-21-25 км) * Прогрессивный бег в умеренном темпе (45 мин - 1 ч 20 мин) * Специальный экстенсивный бег (32-36 км)
97-95%	3,06 / 3,10	3,37 / 3,42	* Пробежки в постоянном умеренно-быстром темпе (1 ч 20 мин - 1 ч 30 мин) * Специальный экстенсивный бег (32-26 км)
95-92%	3,10 / 3,16	3,37 / 3,42	* Прогрессивный бег в умеренном темпе (1 ч - 1 ч 30 мин). * Специальный экстенсивный бег (36-45 км)
92-90%	3,16 / 3,20	3,48 / 3,52	* Бег в умеренном темпе (1 ч - 1 ч 30 мин) * Специальный очень экстенсивный бег (40-52 км)
90-85%	3,20 / 3,30	3,52 / 4,00	* Марафонская выносливость (2 ч - 3 ч)
85-80%	3,30 / 3,40	4,00 / 4,10	* Медленные пробежки
Менее 80%	Менее 3,40	Менее 4,10	* Восстановление

**Таблица 7** позволяет определить скорость спортсмена соответственно для каждого средства тренировки путем расчета ее в виде процента от марафонской скорости. В ней также приводятся соответствующие показатели скорости у двух элитных спортсменов — Джелиндо Бордина (мужчина) и Орнеллы Феррара (женщина).

### 3.2. Тест Конкони

Тест Конкони (Conconi с соавторами, 1982) базируется на показателях ЧСС спортсмена, измеренных путем измерения ЧСС при различной скорости бега.

Эти величины изображены в виде графика (см. рис. 7), где по абсциссе отложены показатели скорости бега, а по ординате — ЧСС. Сначала на графике наблюдается рост этих показателей по прямой линии, указывая на то, что ЧСС увеличивается прямо пропорционально увеличению скорости. Точка, в которой прямая линия переходит в кривую указывает скорость бега, при которой ЧСС увеличивается медленнее, чем скорость. Эта величина, называемая **скоростью дефлексии**, равна или очень близка к скорости на уровне анаэробного порога.

Тест Конкони должен выполняться на беговой дорожке. После адекватной разминки к спортсмену прикрепляют монитор ЧСС, с которым он пробегает несколько километров,

меняя скорость на каждом 200-метровом отрезке. В начале скорость будет очень медленной (10-12 км/ч), постепенно увеличиваясь примерно на полкилометра в час после каждого 200-метрового отрезка. Прикрепленный к грудной клетке датчик передает электрические сигналы от сердца к запоминающему устройству для автоматического считывания показаний ЧСС и времени. Спортсмену требуется всего лишь нажимать на кнопку после пробегания каждого отрезка. В противном случае это придется делать какому-то лицу, находящемуся в конце каждого отрезка дистанции.

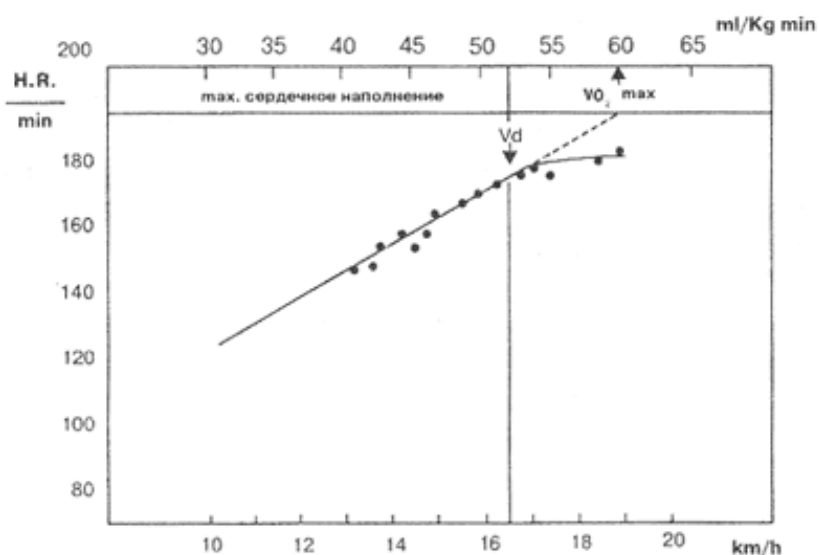
Для составления графика спортсмену будет достаточно пробежать 12-16 раз 200-метровый отрезок (т.е. 6-8 кругов по беговой дорожке). Специальная компьютерная программа будет выполнять построение графика автоматически. В противном случае придется откладывать по абсциссе показатели скорости вычисленной по времени пробегания каждого 200 метрового отрезка, а по ординате — соответствующие показатели ЧСС. График будет сходным с графиком, изображенным на рис. 7. На нем четко видна точка дефлексии, а, следовательно, и скорость дефлексии. Если точка дефлексии плохо различима, то было бы хорошо знать скорость, которую спортсмен способен сохранять на протяжении часа в ситуации, сходной с соревновательной. Если несколькими неделями раньше выполнялся еще один тест, то будет достаточно знать величину ЧСС, соответствующую точке дефлексии в этом случае, поскольку ЧСС не имеет тенденции к резкому изменению за такой промежуток времени.

Увеличение скорости дефлексии при более низких величинах ЧСС для сходной скорости бега (прямая линия на графике смещается вправо) служит показателем эффективности тренировки спортсмена.

Скорость дефлексии может также быть использована для расчета скорости, с которой спортсмен должен выполнять некоторые упражнения, в особенности упражнения для развития аэробной мощности или центральных аэробных компонентов или потребления кислорода мышечными волокнами.

**Рисунок 7**

**ТЕСТ КОНКОНИ**



По горизонтали — скорость (км/ч); по вертикали — ЧСС уд/мин

На основании показателей ЧСС в минуту в функции от скорости (км/ч) можно определить скорость дефлексии ( $V_d$ ). Она равна 16,7 км/ч. При ЧСС 189 уд/мин, можно определить графически  $VO_{2max}$  у спортсмена (~60 мл/кг/мин). Эту величину можно считать на второй абсциссе (расположенная выше на графике). Из графика видно, что при скорости бега 12 и 18 км/ч ЧСС спортсмена соответственно равняется 133,8 и 180,5 уд/мин. С помощью уравнения Конкони можно вычислить математически  $VO_{2max}$  у спортсмена: 59,7 мл/кг/мин.

При скорости дефлексии ( $V_d$ ) потребление кислорода будет равно 51,6 мл/кг/мин. Процент использованного кислорода при скорости дефлексии ( $V_d$ ) будет, таким образом, равен 86,4%.

### **3.3. Как использовать уровень лактата в крови для определения аэробного и анаэробного порога у спортсмена**

Один из полевых тестов, часто используемых для расчета спортивного результата спортсмена, основан на динамике изменения уровня лактата в крови в соотношении со скоростью бега.

Спортсмену нужно выполнять повторные пробежки (обычно не менее четырех) на определенной дистанции в строго постоянном темпе. Скорость постепенно увеличивается в каждой пробежке. Сразу же после пробегания данного отрезка берется проба крови из мочки уха или из пальца для измерения уровня лактата в крови (см. рис. 8). Монитор ЧСС также необходим для записи ЧСС спортсмена во время всех пробежек. На основании этих данных строится график (см. рис. 9), изображающий тренд изменения уровня лактата в крови и ЧСС в зависимости от скорости бега.

Пробежки обычно выполняются на беговой дорожке на отрезке 2000 м. Продолжительность каждой пробежки (6-8 мин) является минимальным временем, необходимым для установления метаболического равновесия, необходимого для оценки уровня лактата в крови. Более длинные дистанции (например, 3000м или 4000м) неизбежно потребовали бы уменьшения количества пробежек, в то время как, особенно для первых тестов, всегда предпочтительнее иметь данные, связанные с более широким диапазоном скоростей.

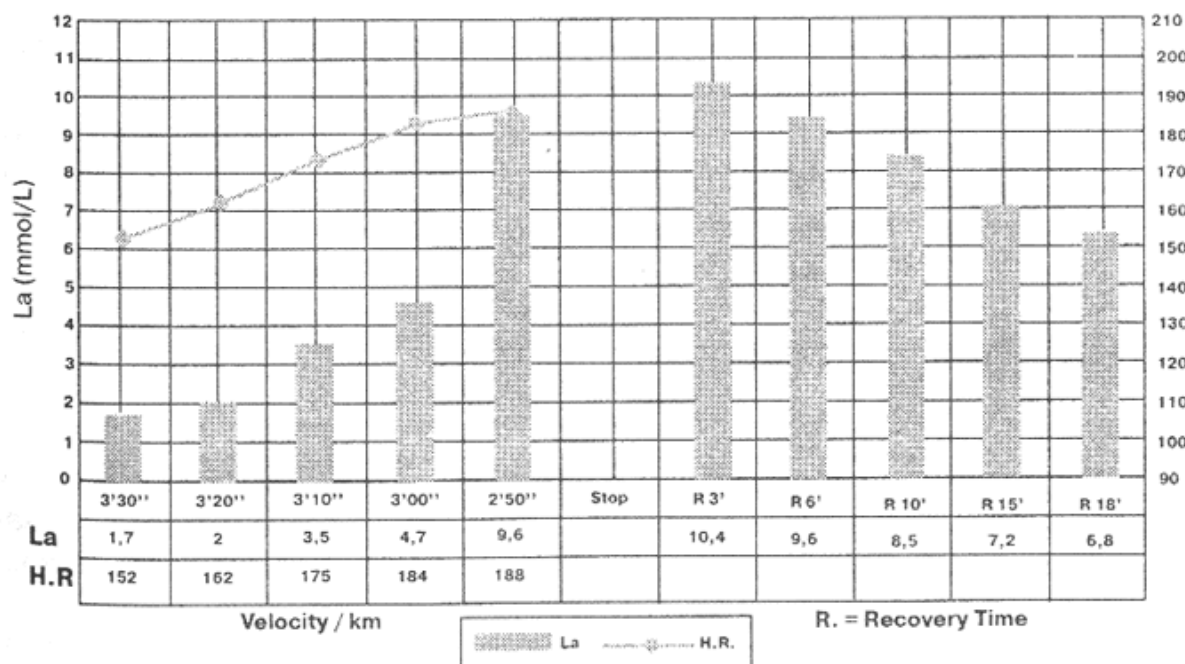
Чрезвычайно важной характеристикой теста является то, что увеличение скорости в следующей пробежке должно быть очень небольшим — не более 0,15-0,30 км/ч (2,5-5 секунд на каждый километр и 5-10 секунд для 2000 м). Диапазон выбранных для теста скоростей пробежек должен варьировать от скорости чуть-чуть ниже марафонской скорости и до скорости чуть выше скорости на уровне анаэробного порога, которая, как уже ранее говорилось, близка к марафонской скорости у спортсменов высокого класса.

Использование свистка или тому подобных акустических устройств для задания ритма будет помогать спортсмену сохранять постоянный темп на всем отрезке.

Другим важным аспектом является необходимость проведения тестирования только по прошествии не менее 48 часов после тяжелой тренировки (по интенсивности нагрузки и/или длительности), потому что возможное истощение запасов гликогена или утомление может изменить реакции организма, а вследствие этого и результаты теста

Рисунок 8

**ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ УРОВНЕМ ЛАКТАТА В КРОВИ И СКОРОСТЬЮ БЕГА (5 X 2000М)**



Условные обозначения: R — время восстановления; H.R. — ЧСС; La — лактат

В данном контексте более важными по значению можно считать два уровня скорости: **скорость на уровне анаэробного порога** и **марафонская скорость**.

Если известна **скорость на уровне анаэробного порога** спортсмена, то можно вычислить темп, в котором спортсмен должен выполнять пробежки (непрерывный бег продолжительностью несколько четвертей часа или повторный бег на отрезке длиной от нескольких сотен метров до нескольких километров) с целью увеличения своей **аэробной мощности** и в особенности увеличения количества аэробных энзимов в мышечных волокнах. Согласно Lenzi, все остальные тренировочные скорости можно вычислить по скорости на уровне анаэробного порога.

Тренировочные скорости можно вывести проще всего, исходя из **марафонской скорости** (см. табл. 3). В любом случае, каждая из этих двух скоростей (**скорость на уровне анаэробного порога** и **марафонская скорость**) приблизительно определяют одна другую.

Третья величина — **скорость, соответствующая максимальной аэробной липидной (жировой) мощности**, может быть очень полезной для определения тренировочной скорости, способствующей увеличению скорости потребления жиров. Однако до сих пор существуют трудности, связанные с определением этой скорости с известной степенью точности, поскольку для этого требуется очень дорогостоящая аппаратура и/или лабораторные тесты.

**Скорость на уровне анаэробного порога** также может быть полезной. Иногда она очень близка к марафонской скорости (около 95%), однако в большинстве случаев именно разность между двумя этими величинами дает важную информацию в отношении

наиболее эффективных методов тренировки. По мере приближения даты проведения марафонского забега **скорость на уровне аэробного порога** будет постепенно приближаться к **скорости на уровне анаэробного порога**.

В некоторых странах **максимальная аэробная скорость**, соответствующая МПК, также считается важным показателем.

Целый ряд других тестов может также оказаться важным для тренировки марафонцев. Это, в частности, тесты для определения энерготрат, процента жировой ткани, анализы крови и психологические тесты.

### 3.4. Марафонская скорость

**Таблица 8**

Основные отличительные характеристики разных типов работы и соответствующие специальные средства тренировки, применяемые в зависимости от адаптации, которая считается целесообразной для отдельного спортсмена.

**Таблица 8** показывает, исходя из результата спортсмена на марафонской дистанции, его усредненную скорость (км/ч) и разные скорости (в минутах и секундах на километр). Этих данных будет достаточно для определения адекватной скорости для разных средств тренировки.

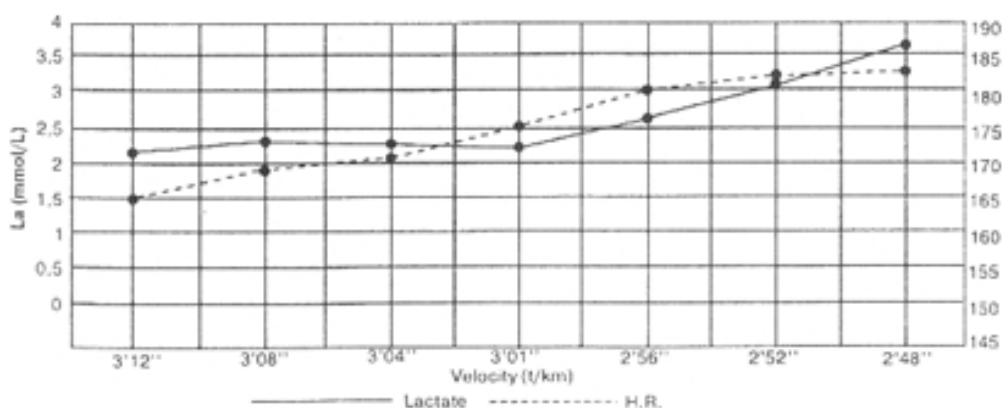
<b>Желаемая адаптация</b>	<b>Требуемые характеристики нагрузки</b>	<b>Типичные средства тренировки</b>
Улучшить распределение кислорода	Должна вызвать быстрое увеличение ЧСС	Повторный бег в гору продолжительностью 8-10 с, выполняемый с максимальной интенсивностью
Увеличить потребление кислорода в мышечных волокнах	Должна привести к образованию ограниченного количества молочной кислоты и должна продолжаться несколько минут	Непрерывный бег или повторный бег со скоростью равной или немного большей скорости на уровне анаэробного порога
Увеличить скорость потребления липидов	Должна привести к максимальной скорости потребления липидов и должна продолжаться длительное время	Непрерывный бег с интенсивностью чуть ниже уровня анаэробного порога
Увеличить скорость потребления лактата	Должна привести к потреблению лактата, образуемого во время выполнения предшествующей нагрузки	Бег с чередованием усилий, выполняемых со скоростью выше скорости на уровне анаэробного порога, с усилиями, выполняемыми со скоростью ниже скорости на уровне анаэробного порога

В случае, если спортсмен никогда не бегал марафонскую дистанцию, а самой длинной дистанцией у которого был полумарафон, другие теоретические данные позволяют

рассчитать теоретически его результат на дистанции 42,195 км при разной скорости бега. Эти величины изображены в виде графика (см. рис. 7), где по абсциссе отложены показатели скорости бега, а по ординате — ЧСС. Сначала на графике наблюдается рост этих показателей по прямой линии, указывая, что ЧСС увеличивается пропорционально увеличению скорости. Точка, в которой прямая линия переходит в кривую, указывает скорость бега, при которой ЧСС увеличивается медленнее, чем скорость. Эта величина, называемая **скоростью дефлексии**, равна или очень близка к скорости на уровне анаэробного порога.

**Рисунок 9**

**НАПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ЛАКТАТА В КРОВИ И ЧСС  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ БЕГА**



Условные обозначения: прямая линия — изменение лактата; Пунктирная линия — изменение ЧСС

На **рис. 9** показаны типичные результаты тестирования бегуна-марафонца. Обычно марафон бегут со скоростью, соответствующей уровню лактата в крови 2 ммоль/л по результатам теста, проведенного за несколько дней до соревнований. Этот тест обеспечивает хорошие оценки результатов соревнований и может быть также использован для отслеживания тренировочного процесса: по мере приближения намеченной даты проведения состязаний в марафоне кривая уровня лактата в крови должна смещаться вправо, свидетельствуя об эффективности тренировки (см. **рис. 9**) Если этого не происходит, или кривая смещается влево, то это свидетельствует о неадекватности тренировочной программы.

Рисунок 10

Процент различных типов волокон у двух разных спортсменов: «выносливого марафонца» и «быстрого марафонца»



Согласно данным Foerenbach, Mader и Holmann (1987), марафонская скорость соответствует уровню лактата в крови 2,5 ммоль/л. Согласно данным Fiorella (1987), результаты тестирования бегунов-марафонцев показывают диапазон скоростей, в пределах которого уровень лактата в крови существенно не меняется. Самая высокая скорость, при которой сохраняется равновесие, часто соответствует соревновательной скорости с максимальной погрешностью 1-2 с на километр. Преимуществом ссылки на лактатное равновесие (обычно между 2 и 3 ммоль/л), а не на точный показатель, состоит в том, что это позволяет сравнивать тесты, выполняемые на различной аппаратуре, дающей немного отличающиеся результаты.

### 3.5. Оценка аэробной липидной (жировой) мощности спортсмена

Скорость потребления липидов обычно вычисляется с помощью дыхательного коэффициента, т.е. из соотношения выделенного количества двуокиси углерода к количеству использованного кислорода, измеренного в процессе лабораторных испытаний на тредбане или во время испытаний в полевых условиях, проводимых с помощью специальной аппаратуры типа K4 (Dalmonte, 1995). Если молочная кислота не образуется, белки не потребляются, а спортсмен находится уже в начальной фазе нагрузки (когда потребление кислорода продолжает увеличиваться), то дыхательный коэффициент будет равняться 0,7—1. Коэффициент, равный 1, указывает на то, что спортсмен сжигает только углеводы. Это происходит при быстром беге, обычно начиная со скорости немного выше скорости на уровне анаэробного порога. Коэффициент 0,7 означала бы, что спортсмен сжигает только липиды, однако этого никогда не происходит. Величина коэффициента вряд ли бывает даже меньше 0,8. В любом случае дыхательный коэффициент позволяет нам вычислить процент использованных липидов. Поскольку один грамм липидов дает 9 ккал, то если мы знаем суммарные энергозатраты спортсмена, мы можем вычислить потребление липидов в минуту, или **аэробную липидную (жировую) мощность**.

Заметим, что этот метод не является очень точным, потому что дыхательный коэффициент, даже измеряемый с помощью очень сложной аппаратуры, никогда не будет точным показателем, так что даже самая незначительная погрешность может привести к

довольно значительным вариациям скорости потребления липидов. В научном центре в итальянском городе Кастелланца проводятся различные исследования по марафонскому бегу и спортивной ходьбе со спортсменами различной квалификации. В ряде случаев наблюдалось, что при проведении тестов за несколько недель или несколько дней до состязаний по марафонскому бегу скорость потребления липидов у данного спортсмена при беге со скоростью на уровне аэробного порога (уровень лактата в крови составляет 2 ммоль/л) была ниже скорости, необходимой для сохранения этой скорости на дистанции 42.195 км (в отношении величин, стоящих в последнем столбце **таблицы 2**). Данный спортсмен был бы не в состоянии пробежать марафон со скоростью на уровне аэробного порога (как большинство марафонцев). Причина заключалась в том, что поскольку этот спортсмен был не в состоянии использовать достаточное количество липидов в минуту, он был вынужден потреблять большое количество углеводов, начиная использовать гликоген уже в начале дистанции.

## **ГЛАВА 4: СРЕДСТВА ТРЕНИРОВКИ В МАРАФОНСКОМ БЕГЕ**

**Большая часть, а иногда и вся тренировка бегунов-марафонцев состоит из бега, точнее говоря, из беговых упражнений разного типа. В этой главе рассматриваются более часто применяемые виды этих упражнений. Сначала они оцениваются, исходя из их основных характеристик: дается описание непрерывного бега в постоянном темпе, непрерывного бега с вариациями темпа (постепенно возрастающий темп или же чередование быстрого и медленного темпа), повторный бег и бег в гору. Затем описываются реакции организма спортсмена на эти нагрузки в зависимости от их интенсивности и продолжительности. Разные средства тренировки могут давать аналогичный эффект. Также рассматриваются вкратце средства тренировки, отличные от беговых упражнений.**

### **4.1. Непрерывный бег в постоянном темпе**

Нижеследующие параграфы посвящены разным видам непрерывного бега по ровной поверхности с постоянной скоростью с выявлением их воздействия на организм спортсмена. Различия этих видов бега базируются на двух важных параметрах: скорости бега и его продолжительности. Каждый из этих двух параметров, а точнее, всевозможные комбинации этих двух параметров вызывают специфические воздействия. Бег со скоростью, близкой к скорости на уровне анаэробного порога влияет, в основном, на потребление кислорода в мышцах, а также на их способность удалять лактат. Более продолжительный бег со скоростью, близкой к марафонской скорости, в большей мере предназначен для тренировки марафонцев. Он воздействует, главным образом, на скорость потребления жиров, энерготраты и потребление лактата.

Бег со скоростью ниже соревновательной скорости максимум на 10%, особенно очень продолжительный, способствует увеличению скорости потребления липидов. Прямые воздействия бега в медленном темпе (со скоростью на 80% ниже марафонской скорости) на факторы, определяющие спортивный результат, довольно ограничены и постепенно нивелируются с уменьшением продолжительности и темпа бега. Тем не менее, эти упражнения могут быть полезны как часть тренировочной программы в целом.

Однако подчеркнем еще раз, что все средства тренировки оказывают более одного вида воздействия и вызывают более одного вида адаптации.

#### **4.1.1. НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ СО СКОРОСТЬЮ, БЛИЗКОЙ К СКОРОСТИ НА УРОВНЕ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА**

Более типичным видом нагрузки в этой группе беговых упражнений является БЫСТРЫЙ НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ: скорость равна или немного ниже скорости на уровне анаэробного порога (обычно в диапазоне 97-100%). Продолжительность нагрузки составляет от 20 до 40 минут. У спортсменов высокого класса скорость составляет 104-107% от марафонской скорости. Эти упражнения применяются обычно для увеличения потребления кислорода в мышцах и выполняются более часто задолго до состязаний. Они также вызывают адаптацию, способствующую увеличению потребления лактата в мышцах.

У спортсменов высокого класса объем беговой нагрузки, соответствующий данному типу упражнений, составляет 7-14 км. Поэтому иногда он может быть полезен для составления графика бега по пересеченной местности или бега по шоссе на аналогичную дистанцию в рамках тренировочной программы марафонцев.

#### **4.1.2. НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ С МАРАФОНСКОЙ СКОРОСТЬЮ**

Это более специальный вид беговых упражнений. После того как прочие средства тренировки вызовут требуемые адаптации в организме спортсмена, применение этих упражнений будет способствовать достижению спортсменом максимально возможного спортивного результата.

Можно сказать, что бег на очень длинные дистанции (длиннее марафонской) со скоростью ниже марафонской скорости наверняка будет позитивно воздействовать на разные факторы, особенно на скорость потребления липидов, однако сам по себе он не позволит спортсмену достичь хороших результатов в марафоне. Точно также бег на более короткие дистанции в более быстром темпе, хотя и будет улучшать транспорт кислорода к мышцам и увеличивать потребление кислорода, однако это вовсе не означает, что спортсмен сможет бежать очень долго, как это имеет место в марафоне. Это обусловлено, в частности, тем, что близкая к скорости на уровне анаэробного порога или более высокая скорость бега имеет тенденцию увеличивать процент потребления кислорода.

Для того, чтобы спортсмен смог пробежать дистанцию как можно лучше, ему необходимо выработать особое чувство ритма и уметь различать темп марафонского бега от темпа, который может быть быстрее или медленнее него всего на несколько секунд на километр.

У спортсменов высокого класса разница в несколько секунд на километр означает, что темп, близкий к темпу на уровне анаэробного порога, увеличивается до величины выше скорости на уровне анаэробного порога. Подобная ошибка во время забега может иметь серьезные последствия для результата на финише. Идеальный диапазон скоростей довольно ограничен. При более низкой скорости спортсмен не использует полностью весь потенциал организма (и вероятно, не имеет возможности наверстать упущенное время на остальной части дистанции). При более высокой скорости у спортсмена нарушалось бы равновесие функций организма, и он подвергал бы себя риску стресса и изнеможения.

Спортсмену важно приобрести это чувство ритма, чтобы поддерживать заданную скорость и, что более важно, уметь справляться с экстремальными условиями (сильный ветер, резкие отклонения трассы или тактические приемы), когда хронометра недостаточно.

Другим важным фактором является техника бега с марафонской скоростью. Спортсмену необходимо научиться сохранять максимальную эффективность и надлежащее напряжение мышц при выполнении всех движений.

Исходя из этого, непрерывный бег с марафонской скоростью (или в МАРАФОНСКОМ РИТМЕ) и бег с немного более высокой или немного более низкой скоростью, составляющий примерно 97-103% от марафонской скорости, становится более важным средством тренировки по мере приближения даты проведения состязаний. Более подробно методика использования этого средства изложена в параграфе 5.5 применительно к СПЕЦИАЛЬНОМУ ПОДГОТОВИТЕЛЬНУМУ ПЕРИОДУ.

### **4.1.3. НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ СО СКОРОСТЬЮ НИЖЕ МАРАФОНСКОЙ СКОРОСТИ**

Практика показала, что недельный объем беговой нагрузки у бегунов высокого класса должен составлять 230-250 км с пиковыми нагрузками 280-300 км, а у бегуний — не менее 190-230 км. Большую часть этой нагрузки составляет бег со скоростью примерно на 10% ниже марафонской скорости. Частое применение этих нагрузок, даже если дистанция бега будет не очень длинной, может быть полезным для поддержания высокой скорости потребления липидов, вызывая адаптацию как в жировых клетках, так и в некоторых мышечных волокнах, особенно в тех, где запасы жира не восстановились в промежутке между тренировочными занятиями.

Что касается беговых упражнений со скоростью 80% от марафонской скорости, они наверняка не повлияют на факторы, определяющие спортивный результат у спортсменов, достигших хорошей спортивной формы. Однако они могут использоваться в качестве разминки перед тренировочным занятием, для восстановления в конце тренировочного занятия, для увеличения недельного объема беговой нагрузки и ускорения восстановления после особенно тяжелых тренировок.

## **4.2. Непрерывный бег с чередованием темпа**

Характерной чертой этого средства тренировки является существенное варьирование темпа бега. При этом различают две основных разновидности беговых упражнений: прогрессивный бег (скорость увеличивается в процессе одного тренировочного занятия) и бег с чередованием темпа (чередование быстрых усилий с медленными усилиями).

### **4.2.1. «ПРОГРЕССИВНЫЙ И БЕГ»**

Термин «ПРОГРЕССИВНЫЙ БЕГ» означает непрерывный бег, при котором скорость бега не постоянна, а возрастает постепенно во время выполнения данного упражнения. Обычно дистанция бега делится на 2, 3 или 4 отрезка, каждый из которых спортсмен пробегает в постоянном темпе, но с более высокой скоростью, чем предыдущий отрезок. Суммарная продолжительность бега — до одного часа. Продолжительность пробега или длина каждого отрезка могут быть одинаковыми (например, по 10-30 минут или по 3-7 км каждый отрезок). Иногда второй отрезок будет короче первого, но длиннее третьего.

В некоторых случаях может быть полезным после одного-двух отрезков непрерывного бега по ровной местности перейти к повторному бегу по ровной местности, один раз пробежать несколько километров в гору или же варьировать темп во время непродолжительного бега в гору (несколько сот метров).

#### 4.2.1.1. РАЗНОВИДНОСТИ «ПРОГРЕССИВНОГО БЕГА»

Из всех разновидностей прогрессивного бега мы выбрали следующие:

1. «ПРОГРЕССИВНЫЙ БЕГ» В БЫСТРОМ ТЕМПЕ. Продолжительность — 20-40 минут. Скорость составляет 102% от марафонской скорости в начале и увеличивается до 108% от марафонской скорости. Примером для бегуна-марафонца с лучшим личным результатом 2:08.00 мог бы быть бег на дистанцию 12 км, разделенной на четыре отрезка по 3 км каждый, пробегаемые соответственно за 9.05, 8.55, 8.45 и 8.35 с суммарным временем 35.20;
2. «ПРОГРЕССИВНЫЙ БЕГ» В УМЕРЕННО-БЫСТРОМ ТЕМПЕ. Продолжительность — 45-60 минут. Скорость составляет 95—105% от марафонской скорости. Примером для бегуни-марафонки с лучшим личным результатом 2:28.00 мог бы быть бег с суммарным временем 55.00, разделенным на отрезки 20.00, 20.00 и 15.00, пробегаемые соответственно со скоростью 3.40 мин/км, 3.30 и 3.20.
3. «ПРОГРЕССИВНЫЙ БЕГ» В УМЕРЕННОМ ТЕМПЕ. Продолжительность — 60-90 минут. Скорость составляет 85—100% от марафонской скорости. Этот тип бега не требует интенсивных усилий. Он может быть полезным во время общего подготовительного периода. Примером для бегуна-марафонца с лучшим личным результатом 2:08.00 мог бы быть бег с суммарным временем 1,5 часа, разделенным на три отрезка по 30 мин, пробегаемые соответственно со скоростью 3.30 мин/км, 3.20 и 3.10;

Другой разновидностью прогрессивного бега является так называемый СПЕЦИАЛЬНЫЙ БЛОК. Спортсменам нужно выполнять одно и то же упражнение дважды в один и тот же день — утром и во второй половине дня. В первой части упражнения скорость составляет 85-90% от марафонской скорости. Во второй части (примерно 10-15 км) скорость равна или немного выше марафонской скорости. Ниже приведены три примера СПЕЦИАЛЬНЫХ БЛОКОВ, имеющих разные цели, в зависимости от характерных особенностей трех разных спортсменов:

**1. ИНТЕНСИВНО-ЭКСТЕНСИВНЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ БЛОК.** Скорость во второй части упражнения равнялась 105-110% от марафонской скорости:

- Спортсменка МАРИА КУРАТОЛО (непосредственно перед тем, как она завоевала серебряную медаль на чемпионате Европы 1994 года в Хельсинки)
  - утром: 10 км за 39.24 + 10 км за 33.38
  - во второй половине дня: 10 км за 40.17 + 10 x 1000 м (в среднем, за 3.11,2); отдых 2 мин;

**2. ЭКСТЕНСИВНО-ИНТЕНСИВНЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ БЛОК.** Скорость во второй части упражнения равнялась марафонской скорости

- Спортсмен ДАВИД МИЛЕСИ (непосредственно перед Кубком мира 1995 года в Афинах, где он занял третье место)
  - утром: 10 км за 34.40 + 15 км за 46.33
  - во второй половине дня: 10 км за 34.16+15 км за 46.19;

**3. ЭКСТЕНСИВНЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ БЛОК.** Скорость во второй части упражнения равнялась 98% от марафонской скорости

- Спортсменка ОРНЕЛЛА ФЕРРЕЙРА (непосредственно перед тем, как она завоевала бронзовую медаль на чемпионате мира 1995 года в Гетеборге)

- утром: 15 минут легкий бег + 24 км с скоростью 3.36,6 мин/км
- во второй половине дня: 15 минут легкий бег + 24 км с скоростью 3.34,2 мин/км.

#### **4.2.1.2. ВОЗДЕЙСТВИЯ «ПРОГРЕССИВНОГО БЕГА»**

«ПРОГРЕССИВНЫЙ БЕГ» полезен, в первую очередь, для улучшения ощущения изменения ритма бега у спортсмена и подготовки его к возможным изменениям интенсивности во время состязаний. Что касается воздействий на организм спортсмена, то они составляют нечто большее, чем простую сумму воздействий тех же самых беговых упражнений, выполняемых в отдельности, плюс выгоду от выполнения довольно значительного объема беговой нагрузки. Эти упражнения являются особенно эффективным средством, способствующим увеличению потребления кислорода в значительном количестве **быстрых волокон**.

Такое улучшение очень важно для марафонца. Проще говоря, можно сказать, что в первой части марафонской дистанции преимущественно участвуют в работе **медленные волокна**. Спустя несколько километров эти волокна будут вынуждены «выйти из игры», поскольку они исчерпали свои запасы гликогена. Им на смену приходят быстрые волокна, сначала **быстрые окислительные**, а потом **быстрые гликолитические волокна**.

Эти беговые упражнения — в динамике — направлены на увеличение количества **быстрых волокон** путем ускорения замены работающих мышечных волокон. Ускорение необходимо, с одной стороны, вследствие того, что в процессе выполнения первой части упражнения довольно большое количество **медленных волокон** исчерпало свой запас гликогена и поэтому должно быть заменено другими. С другой стороны, увеличение самой скорости требует вовлечения в работу большего количества **быстрых волокон**.

#### **4.2.2. БЕГ С ИЗМЕНЕНИЕМ ТЕМПА**

При выполнении этого упражнения чередуют бег на отрезках с высокой скоростью с бегом на отрезках с низкой скоростью. В некоторых случаях скорость на «быстрых» отрезках постепенно увеличивается. Интенсивность упражнения определяется суммарным объемом работы и расстоянием, пробегаемым на «быстрых» отрезках. Если отрезки будут короткими, то скорость на отрезках будет выше, стимулирование лактатной системы будет значительным, но суммарный объем работы будет меньше. Если отрезки будут длиннее, темп снижается, анаэробная лактатная система будет задействована только минимально или вообще не будет задействована, а суммарный объем работы будет значительно больше. Иногда работа будет очень сходной с повторным бегом как по типу, так и по воздействию на организм спортсмена.

По мере совершенствования спортсмена отрезки с восстановительным бегом («медленные» отрезки) должны быть короче и пробегаться быстрее. Это свидетельствует об увеличении способности мышц удалять лактат, который образовался во время пробегающего предшествующего «быстрого» отрезка.

Обратите внимание на следующие примеры:

**1. ДЛИННЫЕ ОТРЕЗКИ.** Суммарное расстояние 15-21 км. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков: 5 — 7 км и 103-107% от марафонской скорости. Примером для бегуни-марафонки с лучшим личным результатом 2:28.00 могло бы быть чередование пробега трех отрезков по 5000 м (17.15, 17.00, 16.45) с 2-3-минутным медленным бегом между повторениями.

**2. СРЕДНИЕ ОТРЕЗКИ.** Суммарное расстояние 12-15 км. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков: 3-5 км и 105-108% от марафонской скорости. Примером для бегуна-марафонца с лучшим личным результатом 2:08.00 могло бы быть чередование пробега трех «быстрых» отрезков 5000, 4000 и 3000 м (14.30, 11.25, 8.20) отдых в паузах — 2-3-минутный бег с медленной скоростью.

**3. КОРОТКИЕ ОТРЕЗКИ.** Суммарное расстояние 10-12 км. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков: 1000-3000 м и 106-110% от марафонской скорости. Примером для бегуна-марафонца с лучшим личным результатом 2:08.00 могло бы быть чередование пробега трех отрезков 10x1000 м за 7.45, отдых в паузах — 2-3 минутный бег с медленной скоростью.

**4. СМЕШАННЫЕ ОТРЕЗКИ.** Суммарное расстояние 10-12 км. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков: 400-3000 м и 107—112% от марафонской скорости. Примером для бегуна марафонца с лучшим личным результатом 2:08.00 могло бы быть чередование пробега трех отрезков: 3000 м за 8.15, отдых 4 мин; 2000 м за 5.35, отдых 3 мин; 10 x 400 м, отдых в паузах — 1 минута бега с медленной скоростью.

**5. ДЛИТЕЛЬНЫЙ БЕГ С КОРОТКИМИ ВАРИАЦИЯМИ ТЕМПА.** Суммарная продолжительность бега от 1:45.00 до 2:15.00. Скорость на «медленных» отрезках составляет около 80% от марафонской скорости. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков : 500-1000 м и 103—105% от марафонской скорости. Примером для бегуна-марафонца могло бы быть чередование часового бега в постоянном темпе + 10x90 с в быстром темпе с 90-секундным бегом в медленном темпе + 30 минутный бег в постоянном темпе.

**6. ДЛИТЕЛЬНЫЙ БЕГ С ДЛИТЕЛЬНЫМИ ВАРИАЦИЯМИ ТЕМПА.** Суммарная продолжительность бега от 1:45.00 до 2:15.00. Скорость на «медленных» отрезках составляет около 80% от марафонской скорости. Длина и скорость пробега «быстрых» отрезков: 3 — 7 км с марафонской скоростью. Примером для бегуна-марафонца могло бы быть чередование получасового бега в постоянном темпе + 3 «быстрых» отрезка длиной 7000 м, 5000 м и 3000 м с марафонской скоростью с 10-минутным бегом в медленном темпе + 20-40 мин в постоянном темпе.

### 4.3. Повторный бег

Среди разновидностей повторного бега по ровной местности наиболее важными для бегуна-марафонца представляются следующие:

1. повторный бег на отрезках длиной несколько сотен метров со скоростью значительно выше скорости на уровне анаэробного порога;
2. повторный бег на отрезках длиной 1000—3000 м со скоростью, близкой к скорости на уровне анаэробного порога;

- повторный бег на отрезках длиной 3—7 км со скоростью, близкой к марафонской скорости (или немного выше) с восстановительным бегом с незначительно меньшей скоростью.

#### **4.3.1. БЫСТРЫЙ ПОВТОРНЫЙ БЕГ**

Эти упражнения обычно выполняются на дистанции 300-500 м. Максимальная скорость превышает на 10% скорость на уровне анаэробного порога. Минимальная скорость превышает на 10% марафонскую скорость. Этот вид беговых упражнений можно назвать **НЕПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ ИНТЕРВАЛЬНЫЙ БЕГ**. Он направлен на увеличение ЧСС до величины близкой к максимуму с целью совершенствования центральных аэробных компонентов (т.е. увеличения количества «перекачиваемого» сердцем кислорода) и увеличения МПК. Спортсмены высокого класса выполняют обычно довольно большое число повторений (даже более 15-20) с отдыхом 60-90 с между повторениями.

#### **4.3.2. ПОВТОРНЫЙ БЕГ СО СКОРОСТЬЮ, БЛИЗКОЙ К СКОРОСТИ НА УРОВНЕ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА**

Эти упражнения обычно выполняются на дистанции 1000-3000 м. Расчетная скорость должна допускать образование молочной кислоты лишь в ограниченном количестве — чуть-чуть больше показателя в состоянии покоя. Цель этих упражнений состоит в том, чтобы увеличить число аэробных энзимов, находящихся в мышечных волокнах (в митохондриях), и тем самым улучшить потребление кислорода. Скорость для дистанции 1000 м обычно составляет 100-105% от скорости на уровне анаэробного порога.

Скорость для дистанции 2000 м обычно составляет 100-103% от скорости на уровне анаэробного порога и соответственно 97-100% для дистанции 3000 м. В интервалах между повторениями обязательно выполняется восстановительный бег, поскольку во время него мышцы удаляют лактат, образовавшийся в процессе пробегания предыдущего отрезка. Это заставляет медленные мышечные волокна использовать лактат.

Здесь очень важен суммарный объем беговой нагрузки. Он должен составлять около 20 км, включая восстановительный бег.

Может оказаться полезным выполнять перед повторениями продолжительный непрерывный бег для того, чтобы часть запасов гликогена в мышцах была бы уже использована перед выполнением повторений.

#### **4.3.3. ПОВТОРНЫЙ БЕГ СО СКОРОСТЬЮ, БЛИЗКОЙ К МАРАФОНСКОЙ СКОРОСТИ**

Эти упражнения, которые можно обозначить как **ПОВТОРНЫЙ БЕГ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ**, делятся на две группы: преимущественно экстенсивные повторения и преимущественно интенсивные повторения. Этот тип работы представляет собой во многом естественное развитие предыдущего упражнения — повторный бег со скоростью, близкой к скорости на уровне анаэробного порога — в том плане, что суммарный объем работы увеличивается, а также увеличивается и скорость, приближаясь к марафонской скорости. Это упражнение, выполняемое в виде 5 x 3000 м с восстановительным бегом на отрезке длиной 1000 м (19 км в сумме), может быть усложнено либо путем увеличения количества пробегаемых отрезков (например, 6x1000м, восстановительный бег — 1000 м), либо путем увеличения длины каждого отрезка (например, 4 x 5000 м, восстановительный бег — 1000 м; или 3 x 7000 м,

восстановительный бег — 1000 м) с соответствующим увеличением суммарного объема беговой нагрузки.

Скорость восстановительного бега должна всегда быть довольно высокой, приближаясь к марафонской скорости.

Ниже приведены примеры выполнения ЭКСТЕНСИВНОГО БЕГА ДЛЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ:

1. **ДЖЕЛИНДО БОРДИН** (непосредственно перед тем, как он завоевал золотую медаль на Олимпийских играх 1988 года в Сеуле): — 3 x 7000 м, восстановительный бег в паузах — 1000 м. Время: 20.57 — 3.10 — 20.54 — 3.08 - 20.32; суммарный объем нагрузки — 23 км за 1:08.41 при средней скорости 2.59 мин/км.
2. **ОРНЕЛЛА ФЕРРЕЙРА** (непосредственно перед тем, как она завоевала бронзовую медаль на чемпионате мира 1995 года в Гетеборге): — 4 x 6000 м, восстановительный бег в паузах — 1000 м. Время: 20.56 — 3.42 — 21.10 — 3.45 - 20.52 — 3.41 — 20.46; суммарный объем нагрузки 27 км за 1:34.45 при средней скорости 3.30,5 мин/км.

Ниже приведены два примера выполнения ИНТЕНСИВНОГО БЕГА ДЛЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ:

1. **СТЕФАНО БАЛДИНИ** (показавший тремя неделями раньше в 1997 году Лондоне результат 2:07.57): 10 x 1000 м за 2.53, восстановительный бег в паузах — 1000 м. Время диапазоне от 3.00 до 3.02; суммарный объем нагрузки 19 км за 56.23 при средней скорости 2.58 мин/км.
2. **МАРИА КУРАТОЛО** (за 19 дней до того, как она завоевала серебряную медаль на чемпионате Европы 1994 года в Хельсинки): 20 x 500 м за 1.39,5, восстановительный бег в паузах — 500 м, время в диапазоне от 1.51 — 1.52; суммарный объем нагрузки 20 км за 1:10.22 при средней скорости 3.31 мин/км.

#### 4.4. БЕГ В ГОРУ

Основные разновидности этих беговых упражнений, которые могут быть полезны для бегуна-марафонца при учете длины пробегаемого отрезка и уклона трассы, перечислены ниже:

1. НЕПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ БЕГ В ГОРУ. 60-100 м; уклон 15-25°.
2. БЕГ В ГОРУ УМЕРЕННОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ. 300-1000 м; уклон 5-10°.
3. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ БЕГ В ГОРУ. Несколько километров (6-10); уклон 3-6°.

При различных реакциях у отдельных спортсменов, можно сказать, в среднем, что при уклоне около 5° энерготраты при беге в подъем будут примерно на 20% больше, чем при беге с той же скоростью по ровной поверхности. При уклоне 10° энерготраты будут соответственно больше на 50% и при уклоне 15° — больше на 85%.

Такое значительное увеличение энерготрат обусловлено тем, что при беге в гору тело спортсмена перемещается не только поступательно (как при беге по ровной поверхности),

но одновременно перемещается и вверх. При каждом беговом шаге так называемое «упругое восстановление» также будет значительно меньшей величины. Когда спортсмен бежит в гору, то фаза полета у него будет короче. Стопа «опускается» с меньшей высоты, в фазе касания растяжение мышц ноги (особенно голени) будет меньше, поэтому они накапливают меньше упругой энергии, которая должна быть возвращена в следующей фазе отталкивания.

Прочие параметры также меняются во время бега в гору. Эти изменения используются для достижения желаемых адаптаций:

1. во время бега в гору продолжительность фазы полета уменьшается в процентном отношении, а продолжительность фазы отталкивания увеличивается. Одним из последствий этих изменений является внезапное увеличение энергозапроса даже у спортсменов, испытывающих затруднения при попадании в такую ситуацию (поскольку их мышцам не достаёт необходимых качеств) при беге по ровной поверхности. Этот эффект может быть использован **во время непродолжительного бега в гору**;
2. каждая фаза отталкивания требует больших усилий. Этот эффект может быть использован при **беге в гору средней продолжительности и при продолжительном беге в гору** для изменения количества участвующих в работе мышечных волокон. Если работа требует приложения меньших усилий, то участвуют только медленные волокна (волокна типа I). По мере роста запроса на увеличение усилий возрастает необходимость в вовлечении в работу все большего количества быстрых мышечных волокон, сначала преимущественно быстрых окислительных (FTO), а затем — быстрых гликолитических волокон (FTG).

#### 4.4.1. НЕПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ БЕГ В ГОРУ

Эти упражнения выполняются на отрезке длиной минимум 60 м и уклоном не более 15°. Интенсивность всегда должна быть близкой к максимальной. При непродолжительном беге в гору наблюдается быстрое значительное увеличение ЧСС, часто превышающее показатель, измеряемый с помощью монитора ЧСС (этот прибор даёт более точные показания в случае продолжительного бега в постоянном темпе). Разница в показаниях ЧСС в начале и конце пробегаемого отрезка может составить 100 ударов/мин. Быстрое увеличение ЧСС является наиболее эффективным стимулом для увеличения ударного объёма крови, количества подводимого к мышцам кислорода и, в конечном счёте, МПК. Выполнение этих упражнений задолго до соревновательного периода может быть очень полезным для бегунов-марафонцев «выносливого» типа (которые бегут дистанции 5000 м и 10000 м со скоростью, пропорциональной марафонской скорости — см. параграф 5.1), результаты которых достигли плато вследствие того, что, к примеру, их скорость на уровне анаэробного порога приблизилась к скорости, соответствующей их МПК.

Как и все средства тренировки, непродолжительный бег в гору имеет и другие позитивные эффекты: развивает силу и способствует выведению лактата из мышц в интервалах между повторениями, особенно когда в качестве восстановления используется бег в медленном темпе. Он также может использоваться для стимулирования нейромышечных характеристик спортсмена.

#### **4.4.2. БЕГ В ГОРУ УМЕРЕННОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ**

Продолжительность этого вида упражнений составляет от нескольких секунд до нескольких минут. Они вызывают образование небольшого количества лактата в мышцах. Количество аэробных энзимов в этих мышцах будет увеличиваться, а вследствие этого будет увеличиваться и потребление кислорода.

Эти упражнения должны планироваться на период, далеко отстоящий от соревновательного периода. Число повторений и интенсивность должны быть сходными с показателями для бега по ровной поверхности такой же продолжительности. С этой точки зрения очень полезно использовать монитор ЧСС.

Спортсмены адаптируются обычно очень быстро к этим нагрузкам. Время пробегания повторных отрезков, особенно на первых занятиях, будет значительно улучшаться от занятия к занятию. Спортсмен будет чувствовать, что его мышцы быстро привыкли к этому типу работы.

#### **4.4.3. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЙ БЕГ В ГОРУ**

Характерной чертой **продолжительного бега в гору** также является изменение процента участия в работе разных мышечных волокон. При беге по ровной местности с той же интенсивностью (например, в отношении потребления кислорода или ЧСС) потребовалось бы участие в работе только медленных волокон. Определенное количество быстрых волокон, главным образом быстрых окислительных волокон (FTO), вовлекалось бы в работу только в случае очень продолжительного усилия типа марафонского бега и только после пробегания довольно значительной дистанции (минимум 20 км — у хорошо подготовленных спортсменов), когда большая часть медленных волокон уже исчерпала свои запасы гликогена. Однако у многих спортсменов (в особенности тех, кто тренировался в беге на средние дистанции и имеет большой процент быстрых волокон) быстрые волокна не используют много кислорода. Ввиду того, что, как уже ранее упоминалось, при **продолжительном беге в гору** неизбежно будет задействовано большее количество быстрых волокон, этот тип работы стимулирует активность энзимов в этих мышцах, побуждая их производить большее количество «топлива» в минуту с использованием кислорода. Это упражнение известно под названием **НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ В ГОРУ** и обычно выполняется на дистанции 6-10 км. Оно, в частности, показано для спортсменов, имеющих тенденцию к значительному замедлению темпа в последней части дистанции, хотя в начале дистанции их темп соответствовал времени, показываемому ими на дистанции 20-25 км во время тренировочных занятий. Интенсивность должна быть сходной с интенсивностью при **БЫСТРОМ БЕГЕ ПО ДИСТАНЦИИ**.

#### **4.4.4. НЕПРЕРЫВНЫЙ БЕГ ПО ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ**

Другим примером, отличным от бега в гору, который мы сейчас рассмотрели, является бег по пересеченной местности, т.е. бег в гору и бег с горы. Это упражнение развивает силу мышц, вызывает непрерывное варьирование процента участвующих в работе различных мышечных волокон и улучшает эффективность бега. Эксцентричное сокращение мышц, происходящее во время бега вниз, имеет тенденцию улучшать умения спортсмена.

#### **4.5. Упражнения на улучшение общей физической подготовленности**

Многие бегуны-марафонцы высокого класса используют бег как единственное средство тренировки, однако нам необходимо учитывать, что некоторые мышцы, особенно не

участвующие непосредственно в беге, могут терять силу, в то время как работающие мышцы могут терять способность к растягиванию, что может привести к травмам. Работающие мышцы редко теряют силу, но даже если это и происходит, риск травматизма отсутствует.

Исходя из вышесказанного, в течение всего года должны выполняться упражнения на растягивание, особенно во время разминки перед тренировочными занятиями. Упражнения на развитие силы должны планироваться на период, далеко отстоящий от соревновательного периода, особенно на ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД, чтобы избежать снижения уровня силы и/или сбалансировать различные группы мышц. Уровень силы мышц ног должен измеряться с регулярным интервалом. Подробные сведения об этих измерительных тестах и об упражнениях на растягивание и развитие силы можно найти в специальных публикациях.

#### 4.6. Использование различных средств тренировки

В этой главе мы рассмотрели довольно большое количество средств тренировки. Однако наверняка есть и другие средства тренировки, более или менее общепринятые у бегунов-марафонцев. Некоторые спортсмены предпочитают применять очень небольшое количество средств тренировки; другие же, наоборот, стремятся использовать большое количество средств тренировки. Как правило, средства тренировки, отличные от соревнований, могут быть направлены на корректировку дефектов у отдельного спортсмена, будучи использованными задолго до намеченных соревнований, в особенности во время ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА. По мере приближения даты проведения соревнований во время СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ значительная часть рабочей нагрузки должна выполняться в темпе, равном или очень сходном с соревновательным темпом.

В таблицах **9, 10 и 11** перечислены все средства тренировки с указанием дозировки и примерами рабочих нагрузок у спортсменов высокого класса (мужчин и женщин). Они делятся на три группы: средства тренировки, используемые для увеличения **аэробной мощности**, в особенности для увеличения потребления кислорода в мышечных волокнах (**табл. 9**); средства тренировки, используемые для развития **аэробной выносливости**, т.е. направленные на увеличение потребления липидов (**табл. 10**); средства тренировки, используемые для развития **специальной выносливости** (**табл. 11**).

Таблица 9

ТРЕНИРОВКА АЭРОБНОЙ МОЩНОСТИ СРЕДСТВА ТРЕНИРОВКИ - ПРИМЕРЫ НАГРУЗОК		
СРЕДСТВА	ОБЪЕМ НАГРУЗКИ	ПРИМЕРЫ (2:08 (м) / 2:28 (ж))
Продолжительный бег в постоянном быстром темпе	Продолжительность: 20-40 мин Скорость: 104-107% R.M.	10 км за 29,00 / 29,20 (м) 10 км за 33,00 / 33,30 (ж)
Прогрессивный продолжительный бег в быстром темпе	Продолжительность: 20-40 мин Скорость: 102-108% R.M.	12 км за 35,20 (9,05 / 8,55 / 8,45 / 8,35) (м)

Интервальный бег с длительными вариациями	Дистанция: 5000-7000 м Объем нагрузки: 15-21 км Скорость: 103-107% R.M.	3 x 5000 м с нарастанием скорости (17,15 / 17,00 / 16,45) R. 3,00 (ж)
Интервальный бег с умеренными вариациями	Дистанция: 3000-5000 м Объем нагрузки: 12-15 км Скорость: 105-108% R.M.	5000 м / 4000 м / 3000 м за 14,30 / 11,25 / 8,20; R. 3,00 (м)
Интервальный бег с непродолжительными вариациями	Дистанция 1000-3000 м Объем нагрузки: 1000-3000 м Скорость: 106-110% R.M.	10 x 1000 м за 2,45; R. 2,00 (м) 5 x 2000 м за 6,30; R. 3,00 (ж)
Интервальный бег со смешанными вариациями	Дистанция: 400-3000 м Объем нагрузки: 12-15 км Скорость: 107-112% R.M.	3000 м (8,15) R. 4,00 + 2000 м (5,25) R. 3,00 + 10 x 400 м (1,02) R. 1,00 (м)
Непрерывный бег в гору	Дистанция: 6-10 км Уклон: 3-6%	8 км
Соревнования	Дистанция: 6-12 км Место: кросс/шоссе/дорожка	10000 м (дорожка) за 28,15 (м) 5000 м (дорожка) за 15,45 (ж)

Условные обозначения: R.M. - "марафонский темп"; R - "отдых"

**Таблица 10**

<b>ТРЕНИРОВКА АЭРОБНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ СРЕДСТВА ТРЕНИРОВКА - ПРИМЕРЫ НАГРУЗОК</b>		
<b>СРЕДСТВА</b>	<b>ОБЪЕМ НАГРУЗКИ</b>	<b>ПРИМЕРЫ (2:08 (м) / 2:28 (ж))</b>
Прогрессивный бег в умеренном темпе	Продолжительность: 20-40 мин Скорость: 104-107% R.M.	10 км за 29,00 / 29,20 (м) 10 км за 33,00 / 33,30 (ж)
Прогрессивный бег в умеренно-быстром темпе	Продолжительность: 20-40 мин Скорость: 102-108% R.M.	12 км за 35,20 (9,05 / 8,55 / 8,45 / 8,35 (м))
Бег в постоянном умеренном темпе	Дистанция: 5000-7000 м Объем нагрузки: 15-21 км	3 x 5000 м с нарастанием скорости (17,15 / 17,00 / 16,45) R. 3,00 (ж)
Продолжительный бег в постоянном темпе	Скорость: 103-107% R.M. Дистанция 3000-5000 м Объем нагрузки: 12-15	5000 м / 4000 м / 3000 м (14,30 / 11,25 / 8,20) R. 3,00 (м)

	км	
Продолжительный темп с непродолжительными вариациями	Дистанция: 1000-3000 м Объем нагрузки: 10-12 км Скорость: 106-110% R.M.	10x1000 м за 2,45; R. 2,00 (м) 5 x 2000 м за 6,30; R. 3,00 (ж)
Продолжительный бег с продолжительными вариациями	Объем нагрузки: 12-15 км Скорость: 107-112% R.M.	3000 м (8,15); R. 4,00 + 2000 м (5,25); R. 3,00 + 10 x 400 (1,02); R. 1,00 (м)
Непрерывный бег в гору	Дистанция: 6-10 км Уклон: 3-6%	8 км

Условные обозначения: R.M. - "марафонский темп"; R - "отдых"

**Таблица 11**

<b>СРЕДСТВА</b>		
<b>СПЕЦИАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА БЕГУНОВ-МАРАФОНЦЕВ СРЕДСТВА - ПРИМЕРЫ НАГРУЗОК</b>	<b>ОБЪЕМ НАГРУЗКИ</b>	<b>ПРИМЕРЫ (2:08 (м) / 2:28 (ж))</b>
Марафонский темп	Дистанция: 18-25 км	Соревнования в полумарафоне
Специальный экстенсивный	Дистанция: 19-30 км Пример: длительный бег (2-7 км)(100-102% R.M.) R. 1 км (85-95% R.M.)	4 x 5000 м за 15,00; R. 1000 м за 3,10,3,15
Специальный интенсивный	Дистанция: 15-23 км Пример: непродолжительный бег (0,5-1км)(103% R.M.) R. 0,5-1 км (97% R.M.)	8 x 1000 м (2,55); R. 1000 м за 3,05 (15 км) (м) 2 x 500 м за 1,42; R. 500 м (1,55) (20 км) (ж)
Специальный продолжительный	Дистанция: 30-35 км Скорость: 98-100% R.M.	32 км за 3,06 (1:39) (м) 35 км за 3,40 (2:08) (ж)
Марафонский специальный темп	Дистанция: 10 км (85% R.M. + 10-15 км (100-1003% R.M.) Нагрузка: одно и то же тренировочное занятие утром и в послеобеденное время	Утро: 10 км за 34 мин + 12 км за 36 мин Во второй половине дня: 10 км за 24 мин + 12 км за 36 мин (м)

Условные обозначения: R.M. - "марафонский темп"; R - "отдых"

## ГЛАВА 5: ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПЛАН ТРЕНИРОВКИ БЕГУНА- МАРАФОНЦА

В этой главе описываются различные научные концепции и средства тренировки с учетом характерных особенностей спортсмена и фазы тренировочного процесса. Безусловно, индивидуальные особенности спортсмена включают качества и слабые места, выявленные в предыдущие годы, но главным образом они связаны с различиями между «быстрыми» бегунами-марафонцами и «выносливыми». Что касается фазы тренировочного процесса, то во время **ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО И ОСНОВНОГО ПЕРИОДА** тренировка направлена на развитие или перестройку специальных свойств. Во время **СПЕЦИАЛЬНОГО ПЕРИОДА** важно сконцентрироваться на физической подготовке.

Хотя у бегунов-марафонцев средством тренировки является большей частью продолжительный бег, выбор адекватных средств тренировки и рабочих нагрузок будет способствовать достижению целей, характерных для разных периодов тренировочного процесса.

### 5.1. Разные типы бегунов-марафонцев

При достижении бегуном-марафонцем определенного уровня спортивных результатов процент волокон типа I (ST) в его мышцах превысит этот показатель по сравнению с теми, кто не занимается спортом, т.е. будет безусловно больше 50%. Тем не менее, этот процент будет значительно выше у одних марафонцев по сравнению с другими, причем на противоположных границах этого диапазона величин находятся два разных типа бегунов (см рис.3):

1. **«выносливые» бегуны-марафонцы**, у которых процент мышечных волокон типа I может быть близким к 90%;
2. **«быстрые» бегуны-марафонцы**, имеющие примерно две трети мышечных волокон типа I и около одной четверти мышечных волокон типа IIa, которые можно стимулировать к потреблению значительного количества кислорода.

Заметим, что эти цифры являются только ориентировочными. В любом случае ряд исследователей настаивает на том, что в результате тренировки в марафонском беге часть мышечных волокон типа II (FTO) превращается в мышечные волокна типа I (ST) и часть волокон типа II (FTG) превращается в волокна типа IIa (FTO).

**«Выносливые» бегуны-марафонцы** достигают наивысших результатов в марафонском беге и бегут в пропорциональном темпе дистанцию 10000 м.

Наоборот, **«быстрые» бегуны-марафонцы** выступают довольно успешно и на более коротких дистанциях. Этого показателя достаточно для различения двух типов бегунов-марафонцев.

Таблица 12

## ДВА ПОГРАНИЧНЫХ ТИПА БЕГУНОВ-МАРАФОНЦЕВ: ВЫНОСЛИВЫЕ И БЫСТРЫЕ

Выносливые бегуны-марафонцы	Быстрые бегуны-марафонцы
Почти 90% медленных мышечных волокон Неэффективная лактатная система	2/3 медленных мышечных волокон и 1/4 волокон типа Па Более эффективная лактатная система
Более слабые результаты в беге на дистанции 5000 м и 10000 м по сравнению с марафоном	Хорошие результаты в беге на дистанции 5000 м и 10000 м
Более предрасположены к экстенсивной работе и менее предрасположены к интенсивной работе. Предпочитают постоянную непрерывную работу. Рабочие нагрузки едва смодулированы.	Более предрасположены к интенсивной работе и менее предрасположены к экстенсивной работе. Предпочитают бег с интервалами отдыха. Рабочие нагрузки более смодулированы.
Разница менее 5% между скоростью на уровне анаэробного порога и марафонской скоростью. Быстрое восстановление после марафонского забега. Могут участвовать в 3-4 соревнованиях в марафонском беге в год.	Разница более 5% между скоростью на уровне анаэробного порога и марафонской скоростью. Более медленное восстановление после марафонского забега. Могут участвовать в 1-2 соревнованиях в марафонском беге в год.
Будучи юниорами, предпочитают состязания на длинных дистанциях и рано начинают участвовать в полумарафоне. Имеют "более ровный" беговой шаг.	Будучи юниорами, предпочитают состязания на дистанции 3000 м или более коротких дистанциях. Имеют более "упругий" беговой шаг.
Более низкий показатель МПК, но могут использовать больший процент кислорода во время забега.	Более высокий показатель МПК, но могут использовать меньший процент кислорода во время забега.

Как видно из **табл. 12**, **выносливые бегуны** предпочитают длительный бег в постоянном темпе (это, очевидно, зависит и от их условий тренировки). Темп их быстрого бега незначительно выше, чем темп их медленного бега.

**Быстрые бегуны**, наоборот, предпочитают быстрый повторный бег. Они не любят длительный бег. Когда им приходится выполнять длительные пробежки, они предпочитают сохранять более медленный темп. Темп их быстрого бега значительно выше, чем темп их медленного бега.

Другим существенным различием является разность между скоростью на уровне анаэробного порога и марафонской скоростью. У **выносливых бегунов** эта разность обычно довольно низкая — 4% у спортсменов высокого класса и 6% у спортсменов с результатом в марафоне порядка двух с половиной часов. У **быстрых бегунов** эта разность значительно больше. У них высокий показатель МПК, однако более низкий процент использования кислорода во время марафонского забега. Для **выносливых бегунов** характерно противоположное.

Восстановление после соревнований происходит быстрее у **выносливых бегунов**. **Быстрые бегуны** имеют большее количество **быстрых окислительных** волокон (типа Па). Тренировка способствует увеличению потребления кислорода в этих волокнах,

однако они остаются менее эффективными, чем **медленные** волокна (тип I) по отношению к перекисидации, т.е. они подвергаются большему воздействию со стороны радикалов. Как раз по этой причине у быстрых бегунов-марафонцев оказывается больше травм, подлежащих лечению, и они нуждаются в связи с этим в более длительном периоде восстановления.

Еще две характерные особенности отличают быстрых **бегунов-марафонцев от выносливых**. **Выносливые бегуны-марафонцы** не способны бегать на короткие дистанции (неэффективна их лактатная система). Поэтому они специализируются в беге на длинные дистанции и рано начинают бежать дистанцию полумарафона. Их беговой шаг естественно ровный, типичный для бегунов-марафонцев. **Быстрые бегуны-марафонцы**, наоборот, довольно успешно выступают в начале своей спортивной карьеры на дистанциях 3000 м и 5000 м. Для них свойственен более упругий беговой шаг, как у кенийских бегунов. Тем не менее, обе эти характерные особенности зависят в большой степени от влияния на них тренеров и от типа тренировки.

Что касается типа тренировки, то, поскольку **выносливые бегуны-марафонцы** бегут марафон со скоростью близкой к их скорости на уровне анаэробного порога, то им приходится увеличивать свой анаэробный порог, особенно при застое их результатов. Им также необходимо стремиться увеличивать свой показатель **МПК**. Это достигается посредством упражнений, способствующих, в частности, образованию небольшого количества молочной кислоты. Этот тип работы противопоказан для выносливых бегунов, поскольку волокнам **типа I**, как правило, сложно приобретать лактатные характеристики. Напротив, быстрые бегуны могут не беспокоиться об увеличении своего показателя **МПК** или своей скорости на уровне анаэробного порога, поскольку образование молочной кислоты будет способствовать усилению лактатных характеристик их мышечных волокон, что привело бы к преждевременному расходованию запасов гликогена в мышцах во время марафонского забега. Бегунам этого типа необходимо сконцентрировать свое внимание на ускорении удаления молочной кислоты и на увеличении способности их волокон типа **IIa** использовать кислород.

Иными словами, **выносливые бегуны-марафонцы**, несмотря на свою предрасположенность, должны как можно больше варьировать темп пробегания отрезков во время тренировок, в то время как быстрым **бегунам-марафонцам** особенно полезно тренироваться в беге со скоростью в диапазоне от 85% до 95-100% от скорости анаэробного порога и постепенно наращивать объем работы (см. рис. 10).

## 5.2. Периодизация тренировки

Рациональная подготовка бегунов-марафонцев базируется на принципе преемственности работы. При этом будут различаться концепции, цели и основные характеристики работы. Различают три периода тренировочного процесса:

1. **ВТЯГИВАЮЩИЙ ПЕРИОД**
2. **БАЗОВЫЙ ОБЩЕПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**
3. **СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

Если интервалы между двумя последующими выступлениями в марафоне будут незначительными, то втягивающий период может быть короче или вообще отсутствовать. Концепции, определяющие выбор метода тренировки в первые два периода (эти два вместе взятые периода могут рассматриваться как **ОСНОВНОЙ ПЕРИОД**), существенно отличаются от концепций, лежащих в основе **СПЕЦИАЛЬНОГО ПЕРИОДА**.

Действительно, физиологические цели различаются значительно, а поэтому изменяется способ достижения этих целей.

Важно понять критерии для выбора метода тренировки в разные периоды. Чтобы достичь максимально возможных результатов, нельзя оставлять один и тот же метод тренировки на протяжении всего спортивного сезона. Работа, направленная на улучшение способностей, необходимых для выполнения работы в течение специального периода, должна четко отличаться от работы, выполняемой во время этого периода, фактически являющейся подготовкой к состязаниям, направленной на трансформацию достигнутых улучшений в реальный спортивный результат.

Не следует забывать, что во время СПЕЦИАЛЬНОГО ПЕРИОДА использование средств тренировки, направленных на развитие выносливости к работе с высокой интенсивностью, постепенно приводит к ухудшению характеристик мышц, которые являются во всех видах спорта «механическим двигателем» спортсмена. Поэтому в течение первого периода совершенно необходимо восстановить те качества, которые пострадали. Это же касается и нервной системы, подвергавшейся стрессу, вызванному участием в состязаниях и напряженной работой, выполненной во время подготовки к ним, и нуждающейся в обновлении.

Было бы нелепо начинать подготовку марафонца к соревнованиям из состояния утомления, в котором он находится после участия в других важных соревнованиях. «Нервные запасы» должны быть восполнены до участия спортсмена в важных соревнованиях в марафонском беге. Это является одной из причин почти полного отсутствия возможности достигнуть высоких спортивных результатов в марафоне и одновременно в соревнованиях на более короткой дистанции (10000 м или полумарафон) при близости сроков их проведения. В любом случае, во время специального подготовительного периода бегунам-марафонцам важно принимать участие в лишь нескольких соревнованиях и при этом не ставить целей достижения высоких результатов.

### **5.3. Втягивающий период**

ВТЯГИВАЮЩИЙ ПЕРИОД обычно имеет продолжительность от 6 до 8 недель и следует за периодом отдыха и восстановления нервной системы, который обычно называют ПЕРЕХОДНЫМ ПЕРИОДОМ. Этот последний период всегда следует за соревнованиями в марафоне. Во время ВТЯГИВАЮЩЕГО ПЕРИОДА спортсмену сначала необходимо восстановить свою работоспособность и затем развить качества, которым спортсмен не уделял месяцами внимание во время подготовки к предыдущим соревнованиям в марафоне и которые часто не соответствуют требуемому уровню.

Основными физиологическими целями этого периода являются следующие две:

1. восстановление и увеличение мышечной производительности;
2. восстановление и увеличение аэробной выносливости.

Эти физиологические цели соответствуют достижению целей, связанных с техникой, которая оказывает непосредственное влияние на выступление бегуна-марафонца.

Для развития мышц могут использоваться средства тренировки, отличные от бега упражнения для улучшения общей и специальной физической подготовленности, изометрические упражнения, упражнения с отягощениями избыточного веса,

проприоцептивные упражнения и разные типы круговой тренировки. Эти упражнения могут использоваться в сочетании и выполняться разными способами.

Также полезно работать над техникой бега, используя темп для работы над техникой и бег в подъем на коротких отрезках, тем самым закладывая основы для повышения эффективности бега путем развития подвижности и упругости мышц.

Что касается функциональных систем организма спортсмена, то мы уже ранее упоминали, что **ВТЯГИВАЮЩИЙ ПЕРИОД** в основном направлен на улучшение работоспособности спортсмена. Средства тренировки будут простыми без значительного варьирования:

1. **непрерывный бег в медленном темпе** в состоянии уравновешанного дыхания с экстенсивной прогрессией продолжительностью до полутора часов;
2. **непрерывный бег в умеренном темпе** с экстенсивно-интенсивной прогрессией, т.е. спортсмену необходимо бежать постепенно более быстро и дольше вплоть до 45 мин;
3. **непрерывный прогрессивный бег** сначала в медленном темпе, а затем в умеренном темпе. Прогрессия также экстенсивно-интенсивная. Продолжительность бега — до одного часа.

В табл. 13, 14 и 15 перечислены цели, средства тренировки и способы их выполнения.

**Таблица 13**

<b>ВТЯГИВАЮЩИЙ ПЕРИОД</b>
<b>ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ</b>

1. **УВЕЛИЧЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**
2. **УЛУЧШЕНИЕ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ**

**Таблица 14**

<b>УЛУЧШЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ</b>		
<b>ЦЕЛИ</b>	<b>СРЕДСТВА</b>	<b>МЕТОДЫ</b>
Развитие мышц	Упражнения на развитие силы Изометрические упражнения Нагрузки/упражнения с отягощениями избыточного веса Проприоцепция Круговая тренировка	Разные упражнения ОФП Забег на время Серии подходов с отягощениями небольшого веса в динамике Экстенсивный Забег на время
Совершенствование техники бега	Упражнения на совершенствование техники Бег в гору	Экстенсивный спринт (макс. 15 с)
Повышение мышечной производительности	Упражнения на растягивание	Перед тренировкой

## 5.4. Основной период

ОСНОВНОЙ ПЕРИОД имеет продолжительность от 8 до 10 недель и представляет собой решающую фазу процесса подготовки спортсмена. Во время этого периода спортсмен выдерживает максимальные рабочие нагрузки и начинает работать над развитием аэробной выносливости.

Объем беговой нагрузки возрастает, мышечная эффективность при такой работе улучшается и начинается психическая и физическая подготовка для участия в состязаниях в беге на длинные дистанции. Внутренняя нагрузка тщательно отслеживается с помощью медицинского контроля и полевых тестов. Тенденция состоит в том, чтобы «атаковать» организм спортсмена комбинацией стимулов.

Средства тренировки существенно не изменяются. Важными характеристиками является постоянство и непрерывность рабочих нагрузок. Спортсмен часто достигает состояния общего утомления с сильным мышечным изнурением, однако это состояние может считаться нормальным, и его не следует ошибочно принимать за неадекватное физическое состояние или состояние перетренированности спортсмена.

Ниже перечисляются в порядке значимости физиологические цели:

1. развить **аэробную мощность**;
2. развить **анаэробную выносливость**;
3. развить **аэробную выносливость**;
4. сохранить **мышечную эффективность**.

Достижение физиологических целей подразумевает улучшение технических характеристик спортсмена, связанных со способностью бегать. Выбор средств тренировки, в особенности темпа выполнения упражнений, имеет решающее значение. В этот период бег с меньшей скоростью, чем скорость на уровне анаэробного порога перемежается с бегом с большей скоростью, чем скорость на уровне анаэробного порога, что способствует улучшению **специальной выносливости**, являющейся целью подготовки к выступлению на дистанции марафона.

В **таблицах 16, 17, 18, 19 и 20** перечисляются цели, средства тренировки и способы выполнения упражнений, характерные для ОСНОВНОГО ПЕРИОДА.

**Таблица 16**

ОСНОВНОЙ ПЕРИОД
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

1. УВЕЛИЧЕНИЕ АЭРОБНОЙ МОЩНОСТИ
2. УЛУЧШЕНИЕ АНАЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ
3. УЛУЧШЕНИЕ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ
4. МЫШЕЧНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

**Таблица 17**

<b>ОСНОВНОЙ ПЕРИОД</b>
Технические параметры

1. СПОСОБНОСТЬ БЕЖАТЬ СО СКОРОСТЬЮ НА УРОВНЕ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА
2. СПОСОБНОСТЬ БЕЖАТЬ СО СКОРОСТЬЮ ВЫШЕ УРОВНЯ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА
3. ЭКСТЕНСИВНАЯ АЭРОБНАЯ МОЩНОСТЬ
4. ТЕХНИКА БЕГА

**Таблица 18**

<b>ПОВЫШЕНИЕ АЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ</b>		
<b>ЦЕЛИ</b>	<b>СРЕДСТВА</b>	<b>МЕТОДЫ</b>
СПОСОБНОСТЬ БЕЖАТЬ СО СКОРОСТЬЮ НА УРОВНЕ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА	Непрерывный быстрый бег	Интенсивный (8-15 км)
	Непрерывный быстрый бег с прогрессией	Экстенсивно-интенсивный (12-18 км)
	Непрерывный быстрый бег с вариациями	Количественный
	Непрерывный быстрый бег в подъем	Прогрессия (5-8 км)
	Соревнования	(5-15 км)

**Таблица 19**

<b>ПОВЫШЕНИЕ АЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ</b>		
<b>ЦЕЛИ</b>	<b>СРЕДСТВА</b>	<b>МЕТОДЫ</b>
СПОСОБНОСТЬ БЕЖАТЬ СО СКОРОСТЬЮ НА УРОВНЕ АНАЭРОБНОГО ПОРОГА	Бег в гору	(80 / 100 / 120 м)
	Интервальный бег небольшой-умеренной продолжительности	(300 / 400 / 500 м)

**Таблица 20**

<b>ПОВЫШЕНИЕ АЭРОБНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ</b>		
<b>ЦЕЛИ</b>	<b>СРЕДСТВА</b>	<b>МЕТОДЫ</b>
РАЗВИТИЕ АЭРОБНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ	Непрерывный бег в медленном темпе	Экстенсивный усовершенствованный (1,5 ч - 2,5 ч)
ЭКСТЕНСИВНАЯ МОЩНОСТЬ	Непрерывный бег в умеренном темпе	Интенсивно-экстенсивный усовершенствованный (45 мин - 1 ч 15 мин) Экстенсивно-интенсивный усовершенствованный (1 ч - 2 ч)

## 5.5. Специальный период

Это последний период процесса подготовки спортсмена. Обычно продолжается от 6 до 8 недель в зависимости от квалификации спортсмена и достигнутого им уровня физической готовности.

Эта последняя фаза направлена на достижение технического результата в соревнованиях. Специальная работа должна быть все более экстенсивно-интенсивной и выполняться со скоростью близкой к марафонской скорости.

Внешняя нагрузка приобретает такое же важное значение, как и внутренняя нагрузка. В этот период спортсмен должен быть в состоянии выполнять физические упражнения в заданном ритме, который часто равен или очень близок к соревновательной скорости. Тренировка становится более модулированной. Больше внимания уделяется восстановлению во время экстенсивной прогрессии специальной работы, поскольку это подразумевает более высокие как механические, так и психические нагрузки на организм спортсмена.

Главными физиологическими целями являются следующие:

1. **развить силовую выносливость;**
2. **развить аэробную выносливость;**
3. **развить аэробную мощность.**

Средства тренировки описаны в **табл. 11** в параграфе 4.6, где речь идет о специальной выносливости. Эти средства используются только в последнем периоде процесса подготовки спортсмена к участию в состязаниях на марафонской дистанции и характерны вследствие этого для СПЕЦИАЛЬНОГО ПЕРИОДА.

## БИБЛИОГРАФИЯ

Arcelli E.: *Che cos'è l'allenamento* (What is training?), Sperling & Kupfer editori, Milano, 1990.

Arcelli E.: *-Acido lattico e prestazione: quello che l'allenatore deve sapere* (Lactic acid and performance: what a coach needs to know), Cooperativa Dante Editrice, Vigevano, 1995.

Arcelli E.: *Le gare medie e lunghe distanze* (Middle and long distance races), Centro Studi Fidal, Roma, 1996.

Arcelli E.; La Torre A.: *La gara dei 50 chilometri di marcia; spesa energetica e origine dell'energia*, (50 km walk race: energy expenditure and energy production), *Atleticastudi*, 3: 215-218, 1994.

Benzi G., Panceri P., De Bernardi M., Villa R.F., Arcelli E., D'Angelo L., Arrigoni E. e Bertu F:

*Mitochondrial enzymatic adaptation of skeletal muscle to endurance training*. *Journal of Applied Physiology*, 38: 565-569, 1975.

Bergh U., Siodin P., Forsberg A. e Svedenhag J.: *The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23: 205-211, 1991.

Brooks G.A.: *Lactate metabolism during exercise thru "lactate shuttle" hypothesis*, in "Advances in myochemistry", curators G. Benzi, John Libbey Eurotest, pagg. 319-331, 1987.

Bruckner J.-C.: *Le cofr unergutique de la course d'endurance* (Energy expenditure in endurance races) Thesis n. 7023, Facult? de Medicine de l'Universitu de Genuve, 1986.

Conconi F., Ferrari M., Ziglio P.G., Droghetti P., Codeca L.: *Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners*. Journal of Applied Physiology, 52: 869-873, 1982.

Costill D.L.: *Physiology of marathon running*. Journal of the American Medical Association, 221:1024-1029, 1972.

di Prampero R.E.: *La locomozione umana su terra, in acqua, in aha* (Human locomotion on earth in water and in the air). Edi-Ermes editore, Milano 1985.

Fohrenbach R., Mader A. e Hollman W.: *Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensifies for training and competition in marathon running*. International Journal of Sports Medicine, 8:11-18, 1987.

Leibar Mendarte X.; Ten-ados Cepeda N.: *Un appmccio biomedico alla corsa di maratona. Parte seconda*. (A bio-medical approach to the marathon race, Part Two), SDS, rivista di cultura sporti-va, CONI, Roma, n. 33, pagg. 43-57, 1996.

O'Brien M.J., Viguie C., Mazzeo R.S. e Brooks G.A.: *Carbohydrate dependence during marathon running*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 25,9:1009-1017,1993.

Mader A. et al.: *Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfahigkeit im Labor*. Sportartz Sportmed. 27: 80-112, 1976.

Padilla S., Bourdin M, BarthnlmmyJ.C. e LacourJ.R.: *Physiological correlates of middle-distance running performance*. European Journal of Applied Physiology, 65: 561-566, 1992.

Sjodin B. e Svedenhag J.: *Applied physiology of marathon running*. Sports Medicine, 2: 83-99, 1985.