

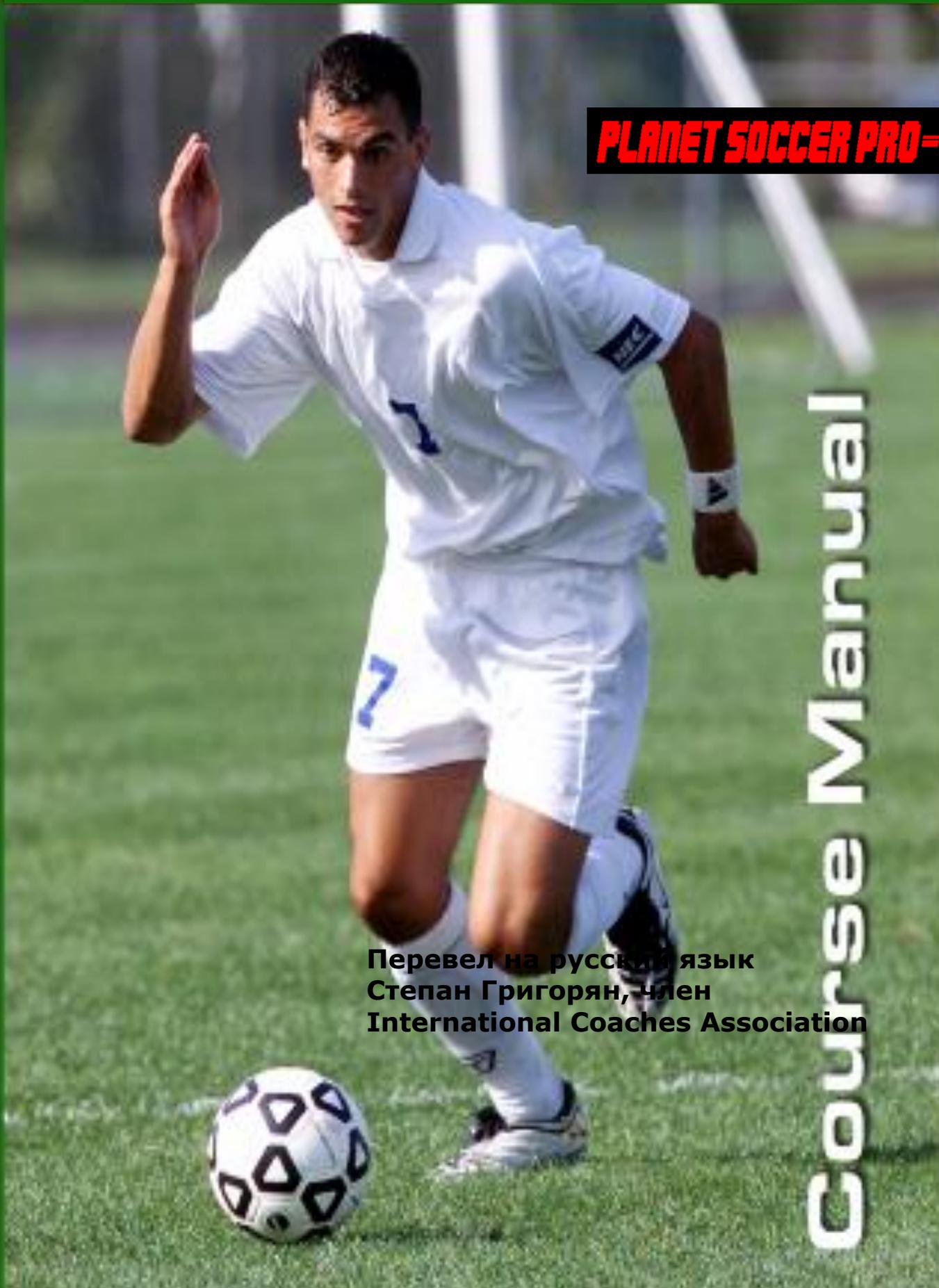
The International
Coaches Association

TheICA.com

Полный курс физической подготовки футболистов

с основами анатомии и физиологии

PLANET SOCCER PRO-



Перевел на русский язык
Степан Григорян, член
International Coaches Association

Course Manual

Содержание

		Стр
Список сокращений		3
Введение		4
Часть I	Развитие физических качеств	5
Глава 1	Физиологические основы спорта	5
Глава 2	Тело, мышцы и двигательная активность	25
Глава 3	Тестирование физических качеств	32
Глава 4	Развитие скорости	49
Глава 5	Развитие силы	68
Глава 6	Развитие гибкости	107
Глава 7	Развитие ловкости координации и быстроты	126
Глава 8	Развитие выносливости	156
Часть II	Методики тренировочных занятий	175
Глава 1	Разминка	175
Глава 2	Круговая тренировка	199
Глава 3	Плиометрическая тренировка	213
Глава 4	Изолирующая и Сегментарная тренировка	221
Глава 5	Создание КОМАНДЫ	229
Терминология		239

Список сокращений:

- 1МП** – одна максимальная попытка
- АД** – артериальное давление
- АП** – анаэробный порог
- АП** – анаэробный порог;
- АТФ** – аденозинтрифосфорная кислота
- ДО** – дыхательный объем
- ЖЕЛ** - жизненная ёмкости легких
- КрФ** – креатинфосфат
- МВЛ** - максимальная вентиляции легких
- МЕТ** – метаболический эквивалент работы;
- МОД** - минутный объема дыхания
- МОК**– минутный объем кровотока
- МПК** – максимальное потребление кислорода
- МПК** – максимальное потребление кислорода;
- МТА** - Международная Тренерская Ассоциация
- ОО** – остаточный объем
- ОЦК** - объем циркулирующей крови
- ПАНО** – порог анаэробного обмена
- Ровд** - резервный объём вдоха
- Ровыд** - резервный объём выдоха
- СО** – сердечный объем
- УО** - ударный объем
- ФЖЕЛ** - форсированная жизненная емкость легких
- ЧСС** – частота сердечных сокращений;
- ЧССмакс** – максимальная частота сердечных сокращений
- FT** (fast twitch fibres) - быстро сокращающиеся волокна
- FTG** -быстро сокращающиеся гликолитические волокна
- FTO** -быстро сокращающиеся окислительные волокна
- ST** (slow twitch fibers) - медленно сокращающиеся волокна

ВВЕДЕНИЕ

Международная Тренерская Ассоциация (МТА)

Курс физической подготовки МТА является первым online курсом для сертификации футбольных тренеров по физической подготовке. Успешное окончание курса подтверждает, что тренер обладает основными знаниями по эффективному и безопасному применению средств физической подготовки для игроков всех уровней. Учебный план курса рассчитан на стационарное 3-х недельное обучение и является наиболее полным из всех программ подобного рода.

Курс физической подготовки МТА подготовлен с учетом новейших методик и вобрал в себя все лучшее из опыта ведущих игроков, тренеров и команд мира.

Чему Вы научитесь

Курс рассчитан на целенаправленное совершенствование знаний тренеров во всех важнейших областях фитнеса. В программе обучения предусмотрены все необходимые средства для оценки и развития физических возможностей игроков и всей команды.

Вы научитесь методикам **разминки, изолированной тренировки, развития скорости, силы, выносливости, гибкости, ловкости, ритмической и подвижной тренировки, расслабления** и многому другому.

Через серии прикладных упражнений и занятий вы научитесь применять воображение и творческий подход к физическим тренировкам. Сбалансированная тренировка является фундаментальной основой для нужд современного игрока - сильное тело и сильное мышление. Творческий подход, который зажигает креативность, заставляет делать неожиданные движения может и должен победить самую совершенную организацию и лучшие командные системы и тактики.

Важнейшей целью курса является снабдить тренеров знаниями по применению фитнес программ для развития ритмики, ловкости, мастерского владения мячом, соответствия требованиям игры, но прежде всего, сделать каждую тренировку захватывающим действием. Уникальность курса заключается в том, что упражнения можно делать одному, в группе, в зале, на воздухе, в любом возрасте, не зависимо от пола и в любое время.

Курс физической подготовки МТА состоит из 12 основных модулей и, по сути, является пошаговым руководством, изучив которое вы получите знания по всем необходимым разделам фитнес подготовки футболиста: разминка, развитие скорости, ловкости, быстроты, гибкости, силы, выносливости. Освоите современные методики круговой, изолирующей, плиометрической, сегментарной, степ тренировок, методы восстановления и тестирования физической подготовленности.

Часть I

РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Глава 1

Физиологические основы спорта

В зависимости от позиции, футболист за игру покрывает в среднем дистанцию 11-13 километров. Это расстояние разбивается на отдельные отрезки в течение игры и перемежается периодами физической работы высокой и низкой интенсивной и отдыха. Ни один футболист, где бы он ни играл, не может выполнять длительные спринтерские забеги. Однако игрок, обладающий развитой мощностью механизмов энергообеспечения мышечной системы, способен на протяжении 90 минут игры поддерживать адекватный уровень двигательной активности и высокий уровень исполнительского мастерства.

За игру футболист покрывает в среднем дистанцию 11-13 километров

На результат игры влияет состояние усталости, наступление которой находится в прямой зависимости от физических качеств футболиста. Низкие аэробные и анаэробные качества приводят к снижению мышечной силы, ухудшают координацию и скорость реакции, снижают внимание и способность к концентрации.

Таким образом, мощность системы доставки энергии к работающим органам, определяет физическую выдержку и выносливость игрока, что в свою очередь происходит путем:

- Совершенствования функции сердечнососудистой системы, обеспечивающей доставку кислорода к работающим тканям.
- Повышения способности организма усваивать кислород.
- Возрастания способности организма быстро восстанавливаться после взрывных периодов интенсивной физической работы.

Важнейшими системами вегетативного обеспечения спортивной деятельности являются сердечнососудистая и дыхательная системы, которые часто объединяются и обсуждаются под общим названием кардиореспираторная система.

Для выполнения любой двигательной нагрузки требуется соответствующее вегетативное обеспечение со стороны сердечной, сосудистой и дыхательной систем организма.

1.1 Сердечно-сосудистая система и физическая нагрузка

Сердечно-сосудистая система для поддержания физической активности выполняет пять важнейших функций.

- Доставляет кислород к работающим мышцам;
- Перекачивая кровь, к легким обеспечивает ее насыщение кислородом;
- Обеспечивает терморегуляцию, подводя теплую кровь к коже;
- Доставляет питательные вещества и горючее к работающим тканям;
- Переносит гормоны.



Какие факторы лимитируют мощность кардиоваскулярной системы по доставке кислорода, и может ли спортивная тренировка преодолеть эти ограничения?

При физической нагрузке потребность мышц в кислороде и питательных веществах возрастает. Ускоряются обменные процессы. В организме возрастает концентрация продуктов обменных реакций, окисляющих внутреннюю среду организма. Повышается температура тела. Все это предъявляет к сердечнососудистой системе повышенные требования. Для урегулирования всех этих изменений сердечнососудистая система формирует срочную компенсаторную реакцию.

Основные функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и реакция на физическую нагрузку

1. Частота сердечных сокращений (ЧСС)

Количество сердечных сокращений в минуту. Еще до начала выполнения упражнений частота пульса у спортсмена возрастает. Этот феномен известен как **предварительная реакция**. С началом выполнения нагрузки и по мере ее возрастания частота сердечных сокращений постепенно увеличивается, достигая при очень больших нагрузках, максимальной для данного субъекта величины.

Максимальную ЧСС (**ЧСС_{макс}**) для данного индивида можно рассчитать по формуле **ЧСС_{макс} = 220-возраст**.

Но это лишь расчетная цифра и не всегда отражает истинное функциональное состояние атлета. Достоверная цифра определяется только при прямом определении ЧСС_{макс}. Методом мониторинга пульса при постепенном повышении нагрузки фиксируется величина, когда кривая пульса выходит на плато и более не возрастает.

2. Ударный объем (УО)

Количество крови (мл), изгоняемое из левого желудочка за одно сокращение. УО возрастает пропорционально увеличению интенсивности тренировки. Средняя величина УО в покое составляет 50-80 мл, при интенсивной физической нагрузке возрастает до 100-140 мл. Что вызывает такое увеличение УО? Левый желудочек наполняется большим количеством крови, мышечные

волокна растягиваются больше обычного и по механизму упругой отдачи сильнее сокращаются, выбрасывая в кровяное русло дополнительное количество крови.

3. Сердечный объем (СО)

Количество крови (мл), изгоняемое из сердца за одну минуту. Этот показатель иначе называется минутным объемом кровотока (МОК). Величина СВ, является производной от УО и ЧСС ($CO = УО \times ЧСС$). При мышечной работе увеличение СО пропорционально физической нагрузке и обусловлено возрастанием как УО, так и ЧСС. Чтобы представить какая нагрузка ложится на сердце, достаточно сказать, что в покое СО составляет около 5 л/мин, а при активной мышечной деятельности может возрасти до 20-40 л/мин.

4. Кровоток

В покое 15-20% циркулирующей крови находится в скелетных мышцах. При тяжелой физической нагрузке это количество может достигать 80-85%. Дополнительный объем крови поступает к мышцам за счет снижения кровотока во внутренних органах (почки, желудок, печень, кишечник). После выполнения своей функции в мышцах, кровь перенаправляется к коже, активируя теплоотдачу и не допуская перегрева организма.

5. Артериальное давление (АД)

Средние цифры АД в покое составляют 120/75 мм.рт.ст. При физической нагрузке систолическое давление (давление в артериальной системе в фазе сокращения желудочков или систолы) может повышаться до 200мм.рт.ст. и более. Диастолическое давление при этом остается почти неизменным. Повышение диастолического давления более чем на 15 мм.рт.ст. при увеличении нагрузки может быть признаком коронарной болезни сердца.

Адаптация сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке

Следуя программе физической подготовки (3 раза в неделю в течение минимум 6 недель), сердечно-сосудистая система и её составляющие проходят через ряд адаптационных изменений, важнейшими из которых являются:

Размер сердца – увеличивается вес и объем сердечной мышцы;

ЧСС – снижается в покое и при малых нагрузках. Сокращается время восстановления ЧСС после прекращения нагрузки;

Ударный объем – увеличен в покое и при малых нагрузках. Левый желудочек наполняется большим количеством крови и развивает сильное сокращение. При сокращении левый желудочек не полностью опорожняется. Фракция крови, которая остается в полости желудочка, при физических тренировках может дополнительно выбрасываться и способствовать развитию аэробной выносливости.

Артериальное давление – в покое и при малых нагрузках может быть сниженным в среднем на 10 мм.рт.ст.

Кровоток – увеличивается количество и просвет действующих капилляров в мышцах. Возможно, увеличивается коллатеральное кровообращение в миокарде и мышцах, которое открывает дополнительные пути для притока крови.

Объем циркулирующей крови (ОЦК) – значительно увеличен, из-за возрастания объема плазмы и эритроцитов. По этой причине возрастает

наполнение желудочков сердца и усиливается сокращение миокарда.

1.2 Дыхательная система спортсмена

Увеличение двигательной активности неизбежно требует выработки большого количества энергии, что обязательно приводит к повышенной доставке кислорода в организм, а это, в свою очередь, зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и легких, в которых у спортсменов возникают морфофункциональные адаптивные изменения.

Средняя масса легкого у мужчин равна 1350г, женщин - 1050г. В легком взрослого человека содержится в среднем 500млн альвеол. Общая дыхательная поверхность легочной ткани составляет 120–130м², причем на этой поверхности расположены километры капилляров, что и делает возможным одновременное насыщение кислородом большого количества крови. В состоянии покоя в дыхании участвует примерно третья часть легочных альвеол. При мышечной работе в зависимости от ее мощности в процессе дыхания включаются уже до 70-100% альвеол.

Вентиляция лёгких или внешнее дыхание - непрерывный регулируемый процесс обновления газового состава воздуха, содержащегося в лёгких. Вентиляция лёгких обеспечивается введением в них атмосферного воздуха, богатого кислородом, и выведении при выдохе газа, содержащего избыток углекислого газа.

У нетренированного человека частота дыхания в покое составляет 16–18, у тренированного она равна 14-10 и даже 8-6 в минуту. Замедление дыхания сопровождается его углублением. У тренированного человека при физической нагрузке количество поглощаемого кислорода и удаляемой углекислоты выше, чем у нетренированного; у него наблюдается лучшая слаженность между работой органов дыхания и кровообращения.

Функциональное состояние системы внешнего дыхания спортсменов оценивают, применяя общепринятые величины, разработанные для популяции вообще, а не специализированные, «спортивные». Чисто «спортивные» величины не являются рациональными. Главной задачей наблюдения является выявление и оценка сдвигов в функциональном состоянии системы внешнего дыхания у одних спортсменов по сравнению с другими и с людьми, которые не занимаются спортом.

Представление о параметрах системы внешнего дыхания можно получить при определении четырех важнейших величин:

- **Жизненная емкости легких (ЖЕЛ).**
- **Максимальная вентиляция лёгких (МВЛ);**
- **Минутный объема дыхания (МОД)**
- **Бронхиальная проходимость;**
- **Сила дыхательной мускулатуры.**

От этих величин зависят функциональные способности и возможности системы внешнего дыхания.

Внешнее дыхание описывается рядом физиологических объёмов. Так при спокойном дыхании во время каждого дыхательного движения обменивается небольшая часть находящегося в лёгких воздуха - 300-500 мл - это дыхательный объём (ДО). Дыхательный объём - это тот объём воздуха, который человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании. Количество воздуха, поступающего в лёгкие (дыхательный объём), во многом зависит от формы грудной клетки и её подвижности.

При усиленном вдохе в лёгкие можно ввести помимо дыхательного объёма ещё дополнительно 1500-2000 мл воздуха - это резервный объём вдоха (РОВд). Резервный объём вдоха - это тот объём воздуха, который человек может вдохнуть помимо спокойного вдоха, то есть через силу. А после спокойного выдоха можно усиленно выдохнуть ещё 1000-1500 мл - это резервный объём выдоха (**РОВыд**). Резервный объём выдоха - это тот объём воздуха, который человек может выдохнуть после свободного выдоха, то есть через силу.

Сумма трех объёмов - дыхательного объёма, резервного объёма вдоха и резервного объёма выдоха - составляет жизненную ёмкость лёгких (ЖЕЛ). Жизненная ёмкость лёгких - это тот максимальный объём воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. Жизненная ёмкость лёгких является возрастным и функциональным показателем системы дыхания.

Но, даже после максимального выдоха, в лёгких остаётся объём воздуха, который всегда там находится, - это остаточный объём (**ОО**). Остаточный объём остаётся в лёгких даже умершего человека и животного и выходит в атмосферу только в случае разгерметизации плевральной полости.

Величина **максимальной вентиляции лёгких** показывает, в какой мере эти возможности используются в действительности.

Определение и оценка МВЛ у спортсменов необходима не для выявления, якобы неиспользованных резервов, а для установления индивидуальной величины, достигнув которой энергозатраты на вентиляцию у спортсмена станут расточительными, а ощущения, возникающие при соответствующем уровне работы дыхательных мышц, тягостными. В связи с этим, можно рекомендовать упражнения, которые либо развивают функциональные возможности, либо развивают умение использовать эти возможности, т. е. функциональные способности.

Величина жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) указывает только на потенциальные возможности роста дыхательного объёма (ДО) при физической нагрузке. Чем больше ЖЕЛ, тем больше возможность увеличения ДО (дыхательного объёма).

Бронхиальный компонент общего сопротивления дыханию, является основной причиной стремительного роста энергозатрат на вентиляцию.

Для оценки бронхиальной проходимости используют тест **ФЖЕЛ** (форсированная жизненная ёмкость лёгких). Обследуемому предлагают максимально глубоко вдохнуть и быстро выдохнуть. ФЖЕЛ у здоровых лиц ниже ЖЕЛ на 200—300мл.

Дыхательные мышцы - это скелетные мышцы, увеличивающие и уменьшающие объём грудной клетки при дыхании. Основная работа

дыхательной мускулатуры приходится на процесс вдоха, т.к. выдох происходит пассивно, вследствие тяжести стенок грудной клетки, эластичности лёгких и межрёберных мышц (в форсированном выдохе участвуют внутренние межрёберные мышцы и мышцы брюшного пресса). Основной мышцей, осуществляющей вдох, является диафрагма. В акте вдоха принимают участие также наружные межрёберные мышцы. Усиленному вдоху способствуют некоторые мышцы шеи и поверхностные мышцы груди. В акт форсированного дыхания вовлекаются также некоторые мышцы спины и мышцы плечевого пояса.

Дыхательная мускулатура служит источником той тяги, благодаря которой и возникает поток воздуха на вдохе, а при физической нагрузке и на выдохе. Если спортивная деятельность связана с выносливостью, к дыхательной мускулатуре предъявляются очень высокие требования. Именно в результате утомления дыхательной мускулатуры возникают ограничения физической работоспособности.

На показатели вентиляции систематические физические упражнения влияют неоднозначно.

У нетренированного человека частота дыхания в покое составляет 16—18, у тренированного она равна 14—10 и даже 8—6 в минуту. Замедление дыхания сопровождается его углублением. У тренированного человека при физической нагрузке количество поглощаемого кислорода и удаляемой углекислоты выше, чем у нетренированного; у него наблюдается лучшая слаженность между работой органов дыхания и кровообращения.

Упражнения, развивающие выносливость, увеличивают эти показатели. На рост МВЛ влияет совершенствование управления дыхательным аппаратом в условиях максимально форсированного дыхания. А также – повышения работоспособности дыхательного центра в условиях нарастающей гиперкапнии (увеличения концентрации CO_2 в крови).

Очень часто наблюдается не увеличение, а снижение перечисленных показателей. Если тренировка направлена на развитие силы: тяжелая атлетика, метание, – происходит уменьшение ЖЕЛ и МВЛ, они могут быть даже ниже нормальных величин.

Прирост массы тела влияет на должные величины у таких спортсменов и обгоняет абсолютный прирост ЖЕЛ и МВЛ. Это не является ухудшением функционального состояния, которое необходимо оценивать с учетом специфики физической деятельности. Направленность тренировки обуславливает как характер, так и степень функциональных сдвигов при динамическом наблюдении за спортсменами.

Уменьшение МОД при выполнении стандартной нагрузки и более полное и быстрое восстановление являются показателем благоприятных сдвигов в функциональном состоянии внешнего дыхания, экономизации функций и более совершенной их регуляции.

Если тренировка направлена на развитие быстроты и силы, то важно определять устойчивость спортсмена к недостатку кислорода. Это важно и для представителей тех видов спорта, в которых внешние условия выполнения упражнения вызывают гиповентиляцию. Внешние ограничения экскурсии грудной клетки при различных захватах наблюдается при всех видах борьбы,

всех видах стрельбы из огнестрельного оружия и из лука, при подводном плавании, фигурном катании, водном поло (постоянная задержка дыхания).

Проба на максимальную задержку дыхания на вдохе (проба Штанге) и выдохе (проба Генчи) точно характеризуют устойчивость к недостатку кислорода и к гиперкапнии.

Глубокое дыхание далеко не всегда является рациональным. Глубокий вдох, особенно совершенный форсировано, за укороченное время, значительно увеличивает объёмную скорость потока воздуха в воздухоносных путях. В конечном итоге растёт функциональное мертвое дыхательное пространство и снижается за счёт этого эффективность вентилиации.

Вопреки существующему представлению, возможна произвольная гиповентиляция при физической нагрузке достаточно широкого диапазона. Возможно стойкое закрепление навыка гиповентиляционного режима дыхания, т. е. перевода его в произвольный режим регулирования. Это снижает не только энергетические, но и регуляторные затраты на рабочие гиперпноэ, что обуславливает оптимизацию дыхания в целом.

Практическое значение имеет вопрос о носовом дыхании спортсменов. Хорошо известны пагубные последствия ротового дыхания. Носовая полость выключается как важная рефлексогенная зона, а также выключается и фильтрующая и кондиционирующая функции.

Из-за большой энергоёмкости носового дыхания спортсмены вынуждены переходить на ротовое. Ежедневные многочасовые тренировки в течение ряда лет поддерживают большие объёмы дыхания. Если тренировки проходят в зонах с загрязнённым воздухом, то эти объёмы могут стать реальным патогенным фактором.

Хорошо тренированный человек удовлетворяет возросшие потребности организма в кислороде главным образом путем увеличения глубины дыхания. Это вырабатывает выносливость к длительному физическому напряжению. Нетренированный человек усиливает снабжение организма кислородом главным образом за счёт учащения дыхательных движений.

В заключение следует отметить, что изменения аппарата внешнего дыхания, возникающие в процессе адаптации спортсмена к повышенной физической нагрузке, чрезвычайно многообразны. Правильная тренировка внешнего дыхания, с развитием в нём соответствующей морфофункциональной перестройки, является важным фактором повышения спортивной работоспособности.

1.3 Энергетика мышечного сокращения

Ни одно движение не может быть выполнено без затрат энергии. Мышечная работа любой длительности и интенсивности, будь то марафонский 42-километровый бег или молниеносный удар по мячу, в качестве источника энергии использует одно единственное химическое соединение – **АТФ** (аденозинтрифосфат).

АТФ относится к высокоэнергетическим (макроэргическим) фосфатным соединениям, при расщеплении (гидролизе) которого выделяется около 10 ккал/кг свободной энергии. Проблема заключается в том, что организм в готовом

виде содержит небольшое количество этого вещества, достаточное для выполнения интенсивных движений лишь в течение **нескольких секунд** (2-3сек). Для продолжения своей двигательной активности, организм должен синтезировать дополнительные порции АТФ по ходу своей деятельности.

Понимание того, как он это делает, является ключом к пониманию механизмов работы энергетических систем организма.

В реальных условиях для того, чтобы мышцы могли длительно поддерживать свою сократительную способность, должно происходить постоянное восстановление (ресинтез) АТФ с той же скоростью, с какой он расходуется.

В качестве источников энергии при этом используются углеводы, жиры и белки. При полном или частичном расщеплении этих веществ освобождается часть энергии, аккумулированная в их химических связях. Эта освободившаяся энергия и обеспечивает ресинтез АТФ. Биоэнергетические возможности организма являются наиболее важным фактором, лимитирующим его физическую работоспособность.

Образование энергии для обеспечения мышечной работы может осуществляться **анаэробным** (бескислородным) и **аэробным** (окислительным) путём. В зависимости от биохимических особенностей, протекающих при этом процессов, принято выделять три обобщённых энергетических системы, обеспечивающих физическую работоспособность человека:

- **Алактатная анаэробная, или фосфагенная** система, связана с процессами ресинтеза АТФ преимущественно за счет энергии другого высокоэнергетического фосфатного соединения - креатинфосфата (**КрФ**). Термин алактатная – означает, что химическая реакция протекает без образования молочной кислоты;
- **Гликолитическая (лактацидная) анаэробная**, обеспечивающая ресинтез АТФ и КрФ за счет реакций анаэробного расщепления гликогена или глюкозы до молочной кислоты (МК);
- **Аэробная** (окислительная), связанная с возможностью выполнения работы за счет окисления энергетических субстратов, в качестве которых могут использоваться углеводы, жиры, белки при одновременном увеличении доставки и утилизации кислорода в работающих мышцах.

В зависимости от тяжести и длительности выполняемой работы, превалирует один из этих путей синтеза АТФ.

Фосфагенная система представляет собой наиболее быстро мобилизуемый источник энергии. Ресинтез АТФ за счет креатинфосфата во время мышечной работы осуществляется почти мгновенно. При отщеплении фосфатной группы от КрФ высвобождается большое количество энергии, которая непосредственно используется для восстановления АТФ. Поэтому КрФ является самым первым энергетическим резервом мышц, используемым как немедленный источник регенерации АТФ. АТФ и КрФ действуют как единая система энергоснабжения мышечной деятельности. Эта система обладает наибольшей мощностью по сравнению с гликолитической и аэробной, и играет основную роль в обеспечении кратковременной работы предельной мощности, осуществляемой с максимальными по силе и скорости сокращениями мышц.

При выполнении кратковременных усилий "взрывного" характера, как, например, спринтерский бег, прыжки, метания или удары ногой система АТФ-КрФ является основным источником энергии. Наибольшая мощность алактатного анаэробного процесса достигается в упражнениях продолжительностью 5-6 секунд. Однако ёмкость этой системы невелика в связи с ограниченностью запасов АТФ и КрФ в мышцах.

Вместе с тем, время удержания максимальной анаэробной мощности зависит не столько от ёмкости фосфагенной системы, сколько от той её части, которая может быть мобилизована при работе с максимальной мощностью. Расходуемое количество КрФ во время выполнения упражнений максимальной мощности составляет всего лишь примерно одну треть от его общих внутримышечных запасов. Поэтому продолжительность работы максимальной мощности обычно даже у высококвалифицированных спортсменов не превышает 15-20 секунд.

Анаэробный гликолиз начинается практически с самого начала работы, но достигает своей максимальной мощности лишь через 15-20 секунд работы предельной интенсивности, и эта мощность не может поддерживаться более 2.5 - 3.0 минут. Энергетическими субстратами при этом служат углеводы - гликоген и глюкоза. Гликоген, запасаемый в мышечных клетках и печени - это цепочка молекул глюкозы (глюкозных единиц). При расщеплении гликогена его глюкозные единицы последовательно отщепляются. Каждая глюкозная единица из гликогена восстанавливает 3 молекулы АТФ, а молекула глюкозы - только 2 молекулы АТФ. Из каждой молекулы глюкозы образуется 2 молекулы **МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ** (МК).

Поэтому при большой мощности и продолжительности гликолитической анаэробной работы в мышцах образуется значительное количество МК. Накапливающаяся в работающих мышечных клетках МК, легко диффундирует в кровь и, до определенной степени концентрации, связывается буферными системами крови для сохранения внутренней среды организма (гомеостаза). Если количество МК, образующейся в процессе выполнения работы гликолитической анаэробной направленности, превышает возможности буферных систем крови, то это приводит к их быстрому исчерпанию и вызывает сдвиг кислотно-щелочного равновесия крови в кислую сторону. В конечном итоге, это вызывает угнетение ключевых ферментов анаэробного гликолиза, вплоть до полного торможения их активности. При этом снижается скорость и самого гликолиза. Значительное закисление приводит также к уменьшению

Молочная кислота и лактат — не одно и то же соединение.

В результате анаэробного гликолиза образуется молочная кислота, которая очень быстро разлагается и образует соль — лактат.

Молочная кислота имеет формулу $C_3H_6O_3$. Лактат представляет собой любую соль молочной кислоты.

Когда молочная кислота теряет H^+ , оставшееся соединение, соединяясь с Na^+ или K^+ , образует соль. Из-за этого часто одно понятие используют вместо другого.

скорости алактатного анаэробного процесса и общему снижению мощности работы.

Продолжительность работы в гликолитическом анаэробном режиме лимитируется в основном не количеством (ёмкостью) её энергетических субстратов, а уровнем концентрации МК и степенью тканевой адаптации к кислотным сдвигам в мышцах и крови. Во время выполнения мышечной работы, обеспечиваемой преимущественно анаэробным гликолизом, резкого истощения мышечного гликогена и глюкозы в крови и печени не происходит. В процессе физической тренировки гипогликемия (снижение концентрации глюкозы в крови) может возникнуть по другим причинам.

Для высокого уровня проявления гликолитической анаэробной способности (специальной выносливости) существенное значение имеет степень тканевой адаптации к происходящим при этом сдвигам кислотно-щелочного равновесия. Здесь особо выделяется фактор психической устойчивости, который позволяет при напряжённой мышечной деятельности волевым усилием преодолевать возникающие с развитием утомления болезненные ощущения в работающих мышцах и продолжать выполнять работу, несмотря на усиливающееся стремление к её прекращению.

Аэробный (окислительный) **гликолиз**. При переходе от состояния покоя к мышечной деятельности, потребность в кислороде (его запрос) возрастает во много раз. Однако, необходимо, по крайней мере, 1-2 минуты, чтобы усилилась деятельность кардио-респираторной системы, и обогащённая кислородом кровь могла быть доставлена к работающим мышцам.

Потребление кислорода работающими мышцами увеличивается постепенно, по мере усиления деятельности систем вегетативного обеспечения. С увеличением длительности упражнения до 5-6 минут быстро наращивается скорость процессов аэробного образования энергии и, при увеличении продолжительности работы более 10 минут, энергообеспечение осуществляется уже почти целиком за счет аэробных процессов.

Вместе с тем, аэробный механизм ресинтеза АТФ отличается наибольшей производительностью и экономичностью. В повседневных условиях жизни на его долю приходится иногда более 90% от общего количества энергопродукции организма. В качестве субстратов окисления при этом используются все основные питательные вещества: углеводы, жиры в виде жирных кислот. Вклад белков в общий объем аэробной энергопродукции очень мал. А вот углеводы и жиры используются в качестве субстратов аэробного окисления до тех пор, пока они доступны мышцам. Чем выше относительная мощность аэробной работы, тем выше относительный вклад в энергопродукцию углеводов, и меньше - жиров.

Во время выполнения относительно лёгкой работы, когда потребление кислорода не превышает 50% от максимума (с продолжительностью до нескольких часов), большая часть энергии поставляется мышцам за счет окисления жиров. Во время более напряжённой работы, когда потребление кислорода превышает 60% от максимума, значительная часть энергии поставляется уже и за счет окисления углеводов. При мощности работы, близкой

к критической, подавляющую часть энергопродукции обеспечивает окисление углеводов.

В условиях кислородного дефицита активизируются анаэробные системы ресинтеза АТФ. С началом интенсивной работы и в первые секунды её выполнения, при "вработывании" организма или при взрывных кратковременных увеличениях мощности работы, преимущественное значение для энергообеспечения имеет фосфагенная система. Но по мере исчерпания её энергетических резервов в работающих мышцах, начинает возрастать роль анаэробного гликолиза. Организм при этом работает как бы "в долг". Этот кислородный "долг" устраняется во время отдыха или при существенном снижении мощности работы. При этом полное восстановление израсходованных фосфагенов (АТФ+КрФ) происходит через 2-3 минуты, а наполовину - за 25-30 секунд отдыха. Это так называемый быстрый (алактатный) компонент кислородного долга. Та же его часть, которая отражает степень участия в работе анаэробного гликолиза и, следовательно, восстановление израсходованных субстратов - полностью устраняется лишь за 1.5-2.0 часа, а наполовину - за 15-30 минут. Это медленный (лактатный) компонент кислородного долга.

В реальных условиях физических нагрузок, как правило, задействованы все биоэнергетические системы. В зависимости от мощности, продолжительности и вида выполняемой работы меняется лишь соотношение механизмов её энергообеспечения. Однако, совершенство методики физической тренировки заключается в том, чтобы добиться наибольшего прироста спортивной или профессиональной работоспособности с наименьшими затратами энергии и времени. Это становится возможным при направленном, избирательном тренировочном воздействии на отдельные компоненты физической работоспособности, но не при использовании физических нагрузок "до отказа", т.е. по принципу "сколько выдержишь".

Энергообеспечение в различных видах спорта

Рассмотрение систем энергообеспечения мышечной деятельности в отдельных видах спорта вызывает некоторые сложности, поэтому проще вначале обсудить этот вопрос на примерах прямолинейного бега.

Бег на 100 метров

Профессиональные бегуны в этом виде спорта укладываются менее чем в 10 секунд. Как правило, такая активность обеспечивается **АТФ-КрФ** системой. Если посмотреть запись бега на 100 метров в медленном воспроизведении, можно заметить, что бегуны практически не дышат. На лице полная концентрация, губы сжаты. Вся энергия доставляется из анаэробных процессов без участия кислорода.

Бег на 800 метров

Так же как и в беге на 100 метров, атлеты в первые несколько секунд снабжаются энергией из **АТФ-КрФ** источника. Поскольку в этом виде бегуны не выкладываются из последних сил, то запасов АТФ и КрФ хватает на несколько секунд больше. Остаток дистанции главным образом обеспечивается системой лактатного анаэробного гликолиза при некотором участии аэробной системы.

Марафон

Без сомнений в этом виде главную роль выполняет **аэробная система**. Участие двух других систем может возрасти в течение первой минуты бега и на финишном рывке.

Виды спорта с множественными спринтами

До сих пор мы обсуждали механизмы энергоснабжения мышечной деятельности на примерах прямолинейных беговых упражнений. В игровых видах спорта с неустойчивой активностью, таких как футбол, **все 3** энергетические системы активно работают в зависимости от ситуации. Футболисты используют **АТФ-КрФ** для прыжков, ударов, бросков и рывковых пробежек. Система **молочной кислоты** подключается при челночных пробежках по полю. **Аэробная система** периодически работает на протяжении всей игры.

Как решается, какой субстрат будет сжигать атлет для получения энергии во время бега углеводы или жиры? Когда аэробная система начинает доминировать, углеводы (в виде глюкозы и гликогена) становятся основным источником энергии. Если интенсивность упражнения относительно низкая, то по мере увеличения длительности упражнения, участие жиров постепенно возрастает. А если интенсивность упражнения относительно высокая, то мышечная деятельность будет по-прежнему снабжаться энергией от расщепления углеводов. Организм не может резко переключаться с одного источника энергии на другой, переход всегда происходит постепенно.

Не важно какая в данный момент у вас активность, покой, легкая пробежка или максимальный бег, в энергообеспечении участвуют все системы, каждая вносит свой вклад. Не может какая-либо активность снабжаться энергией исключительно из одного источника.

Физиологические исследования по определению игровой нагрузки футболистов показали, что игроки линии нападения за 90 минут игры в разном темпе покрывают расстояние до 13 км, из них:

- **Шагом** 20-30% (18-27 мин)
- **Легким бегом** 30-40% (27-36 мин)
- **Быстрым бегом** 15-25% (13-23 мин)
- **Максимальным бегом(спринт)** 10-15% (9-13 мин)
- **Движением назад** 4-8% (4-7 мин)

Можно утверждать, что тренировка выносливости является наиболее важной составляющей программы физической подготовки футболиста. Как и в силовой тренировке, где мы не ограничиваемся простым поднятием тяжестей, здесь также тренировка многообразна, а не просто бег на длинные дистанции.

Бег любой интенсивности в течение 90 минут требует большой выдержки. К этому следует добавить, что движение в футболе состоит из скоростных рывков, прыжков, единоборств и перехватов.

Ранее в этом разделе мы выяснили, сколько и в каком объёме в течение матча игрок выполняет различного рода движения. Вся эта двигательная деятельность объединяется под общим названием **аэробной** активности.

Однако важность развития качества выносливости на этом не заканчивается. Следует подчеркнуть, что не только бег, но и короткие периоды физической работы очень высокой интенсивности, такие как спринты, удары и прыжки также требуют хорошей аэробной базы. Способность футболиста пробегать последние 10 минут матча с такой же скоростью, как и первые 10 минут, является отражением уровня его аэробной выносливости.

Аэробная выносливость футболиста

Итак, что же это такое, аэробная выносливость и как нужно тренироваться, чтобы обрести её.

В это понятие включается способность аэробных систем поддерживать определенный уровень мышечной работы достаточно долгий период времени.

Высокий соревновательный уровень в видах спорта на выносливость обусловлен тремя основными показателями:

- 1. Величиной максимального потребления кислорода (V_{O2max});**
- 2. Уровнем анаэробного (лактатного) порога;**
- 3. Экономичностью движений.**

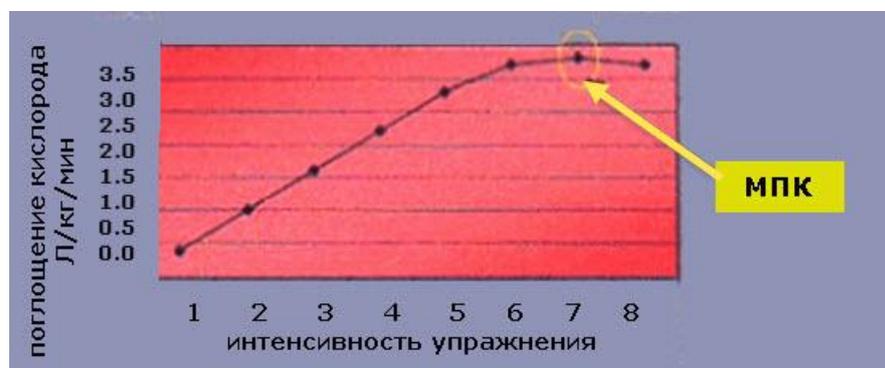
Первые два показателя имеют чисто физиологическое значение и при правильном и целенаправленном построении тренировочного процесса увеличиваются. Экономичность движений подразумевает чаще всего врожденное качество, когда сама техника (например, лыжного хода) настолько гармонична с точки зрения биомеханики,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

Два игрока, обладающие совершенно одинаковыми МПК и лактатным порогом, могут иметь различную скорость бега, что определяется различной экономичностью и эффективностью беговой техники. Футболисты могут в значительной степени усовершенствовать свою игру, развивая качество выносливости, поскольку это способствует выработке экономичности движений.

Максимальное потребление кислорода (МПК)

По мере роста интенсивности упражнения, растёт поглощение кислорода тканями. Например: чем быстрее вы бежите, тем больше кислорода вы должны потребить, чтобы поддерживать темп бега. Наступает момент, когда ваш организм не в состоянии употребить большее количество кислорода, даже несмотря на рост интенсивности бега. Это и есть ваше **МПК**. т.е. максимальное количество кислорода, которое вы можете захватить и утилизировать, выраженное в миллилитрах на килограмм веса в минуту (мл/кг/мин). В этом суть понятия.

Посмотрите на рисунок ниже. По горизонтальной оси отложена интенсивность упражнения. На вертикальной оси представлено поглощение кислорода. Точка, где кривая графика перестает расти, несмотря на дальнейшее увеличение скорости бега атлета, и выравняется параллельно горизонтальной оси соответствует уровню **МПК**.



Мощность физической нагрузки (или скорость передвижения), при которой достигается МПК, называется **критической**. У молодых здоровых нетренированных мужчин МПК составляет в среднем 40-50 мл/кг/мин, а у высоко тренированных спортсменов в видах спорта на выносливость - достигает 80-90 мл/кг/мин.

При равномерной непрерывной работе, если ЧСС не превышает 150-160 ударов в мин, скорость потребления кислорода возрастает до такой величины, которая запрашивается работающими мышцами, а организм способен удовлетворять этот "запрос". Работа на данном уровне мощности физической нагрузки при "устойчивом состоянии" метаболических процессов может продолжаться достаточно долго. Иными словами, МПК это ваш **«аэробный потенциал»**.

При возрастании интенсивности работы, когда ЧСС увеличивается до 170-190 ударов в мин, "устойчивое состояние" не устанавливается, хотя потребление кислорода возрастает до достижения МПК. Максимальный уровень потребления кислорода даже у тренированных людей не может поддерживаться долго - больше 6-8 минут. Если мощность работы превысила уровень МПК, то устойчивое состояние работоспособности не устанавливается, т. е. возникает ложное "устойчивое состояние".

При такой работе потребность организма в кислороде полностью не удовлетворяется, так как уже исчерпаны возможности сердечно-сосудистой системы по его доставке к работающим мышцам или исчерпана окислительная способность дыхательных ферментов в мышечных клетках.

С другой стороны, люди, систематически тренирующиеся в упражнениях на выносливость, способны не только увеличить МПК, а также минимизировать свои энергозатраты за счет совершенствования техники рабочих движений.

У хорошо тренированных спортсменов, упражнения по развитию выносливости не приводят к заметному повышению МПК, но обеспечивают необходимую надежность системам снабжения кислородом.

Определение МПК

Существует два метода определения МПК:

- **Прямой**
- **Непрямой**

Прямой метод, как понятно из названия, основан на прямом определении газообмена в лёгких с помощью газоанализатора. Непрямой метод основан на применении математической формулы, куда подставляются ваши физиологические показатели, полученные в ходе физического теста. Прямой метод, очень точный, но требует дорогостоящего лабораторного оборудования и обученного персонала. Непрямой метод простой и дешевый, но является опосредованным, расчетным.

Оба теста могут проводиться как в **максимальном**, так и в **субмаксимальном** режиме. Максимальный тест - означает работа «до отказа», до полного истощения сил. Субмаксимальный тест длится в пределах заранее установленного времени или дистанции и более применим для нетренированных или пожилых людей.

МПК элитных спортсменов

Уровень МПК является хорошим показателем для оценки аэробной выносливости широкого круга спортсменов (профессионалов и любителей). Нетренированные люди с высоким исходным МПК, имеют преимущество по сравнению с людьми с низким уровнем аэробной мощности. Можно ли то же самое утверждать в применении к элитным спортсменам?

В таблице приведены значения МПК у элитных спортсменов некоторых видов спорта. Для сравнения и в качестве ориентира, МПК нетренированного, малоподвижного мужчины в среднем составляет **42 мл/кг/мин**, женщины - **38 мл/кг/мин**.

МПК элитных спортсменов		
Вид спорта	Женщины	Мужчины
Лыжные гонки	65	83
Бег на средние дистанции	59	80
Плавание	56	77
Коньки	54	76
Велосипед	56	75
Гребля	42	61
Футбол	данных нет	62
Фехтование	44	данных нет
Штанга	данных нет	54

Атлеты тех видов спорта, где требуется особая выносливость, например бег на лыжах по пересеченной местности или шоссейные гонки на велосипеде, достигают МПК до 85 мл/кг/мин.

Средние показатели для футболистов приведены в таблице.

Средние показатели МПК для профессиональных и полупрофессиональных игроков (мл/кг/мин)		
Позиция	Профессионалы	Полупрофессионалы
Вратарь	51	не определялось
Центральный защитник	56	55
Крайний защитник	62	55
Полузащитник	62	58
Нападающий	60	54

Как видим, футболисты по сравнению с нетренированными людьми имеют довольно высокие показатели МПК. И это не удивительно.

Действительно, элитные спортсмены, представители видов спорта, где требуется выносливость, обладают несравнимо более высоким уровнем МПК, чем мы, простые смертные. Однако на профессиональном уровне следует учитывать ряд дополнительных факторов.

Итак, какие факторы определяют наше МПК, и можем ли мы целенаправленно воздействовать на них.

Выделяют 6 основных факторов, определяющих нашу аэробную мощность.

1. Генетика.

Примерно 20-30% уровня индивидуального МПК определяется наследственными факторами.

2. Возраст.

После 25 лет МПК снижается на 1% в год. Круглогодичные тренировки значительно замедляют возрастное снижение МПК.

3. Тренированность.

Примерно 20% уровня индивидуального МПК определяется аэробными тренировками в сочетании с образом жизни и уровнем общей подготовки.

4. Тип упражнения.

Результаты определения МПК в беговом тесте на тредмиле, на велосипеде и в плавательном бассейне значительно отличаются. Самый высокий результат выявляется в беговом тесте.

5. Пол.

У женщин МПК в среднем на 15-30% ниже, чем у мужчин. Здесь учитывается также разница в весе. Если определять МПК «слепым методом», без учета половых различий, то разница еще больше.

6. Состав массы тела.

Разница в показателях МПК между мужчинами и женщинами, главным образом, обусловлена разницей в количественном составе массы тела.