

[Печать DOC PDF](#)

Виктор Николаевич Селуянов, МФТИ, лаборатория «Информационные технологии в спорте»

Средства и методы физической подготовки направлены на изменение строения мышечных волокон скелетных мышц и миокарда, а также клеток других органов и тканей (например, эндокринной системы). Каждый метод тренировки характеризуется несколькими переменными, отражающими внешнее проявление активности спортсмена: интенсивность сокращения мышц, интенсивность упражнения, продолжительность выполнения (количество повторений – серия, или длительность выполнения упражнений), интервал отдыха, количество серий (подходов). Существует еще внутренняя сторона, которая характеризует **срочные** биохимические и физиологические процессы в организме спортсмена. В результате проведения тренировочного процесса происходят **долговременные** адаптационные перестройки, именно этот результат является сутью или целью применения тренировочного метода и средства.

Упражнения максимальной анаэробной мощности

Внешняя сторона физического упражнения

Интенсивность сокращения мышц должна составлять 90–100 % от максимума.

Интенсивность упражнения (серии) – чередование сокращения мышц и периодов их расслабления, может составлять 10–100 %. При низкой интенсивности упражнения и максимальной интенсивности сокращения мышц упражнение выглядит как силовое, например, приседание со штангой или жим лежа.

Увеличение темпа, сокращение периодов напряжения и расслабления мышц превращает упражнения в скоростно-силовое, например, прыжки, а в борьбе используют броски манекена или партнера или упражнения из арсенала общефизической подготовки: прыжки, отжимания, подтягивания, сгибание и разгибание туловища, все эти действия выполняются с максимальным темпом.

Продолжительность упражнений с максимальной анаэробной интенсивностью как правило бывает короткой. Силовые упражнения выполняются с 1–4 повторениями в серии (подходе). Скоростно-силовые упражнения включают до 10 отталкиваний, а темповые – скоростные упражнения длятся – 4–10 с.

Интервал отдыха между сериями (подходами) существенно различается.

При выполнении силовых упражнений интервал отдыха превышает, как правило, 5 мин.

При выполнении скоростно-силовых упражнений иногда интервал отдыха сокращают до 2–3 мин.

При выполнении скоростных упражнений интервал отдыха может составлять 45–60 с.

Количество серий обусловлено целью тренировки и состоянием подготовленности спортсмена. В развивающем режиме число повторений составляет 10–40 раз.

Количество тренировок в неделю определяется целью тренировочного задания, а именно, что преимущественно надо гиперплазировать в мышечном волокне – миофибрилы или митохондрии.

Внутренняя сторона физического упражнения

Упражнения максимальной анаэробной мощности требуют рекрутирования всех двигательных единиц.

Это упражнения с почти исключительно анаэробным способом энергообеспечения работающих мышц: анаэробный компонент в общей энергопродукции составляет от 90 % до 100 %. Он обеспечивается главным образом за счет фосфагенной энергетической системы (АТФ+КрФ) при некотором участии лактацидной (гликолитической) системы в гликолитических и промежуточных мышечных волокнах. В окислительных мышечных волокнах по мере истощения запасов АТФ и КрФ разворачивается окислительное фосфорилирование, кислород в этом случае поступает из миоглобина ОМВ и крови.

Рекордная максимальная анаэробная мощность, развиваемая спортсменами на велоэргометре составляет 1000–1500 Ватт, а с учетом затрат на перемещение ног более 2000 Ватт. Возможная предельная продолжительность таких упражнений колеблется от секунды (изометрическое упражнение) до несколько секунд (скоростное темповое упражнение).

Усиление деятельности вегетативных систем происходит в процессе работы постепенно. Из-за кратковременности анаэробных упражнений во время их выполнения функции кровообращения и дыхания не успевают достигнуть возможного максимума. На протяжении максимального анаэробного упражнения спортсмен либо вообще не дышит, либо успевает выполнить лишь несколько дыхательных циклов. Соответственно легочная вентиляция не превышает 20–30 % от максимальной.

ЧСС повышается еще до старта (до 140–150 уд/мин) и во время упражнения продолжает расти, достигая наибольшего значения сразу после финиша — 80–90 % от максимальной (160–180 уд/мин). Поскольку энергетическую основу этих упражнений составляют анаэробные процессы, усиление деятельности кардиореспираторной (кислородтранспортной) системы практически не имеет значения для энергетического обеспечения самого упражнения. Концентрация лактата в крови за время работы изменяется крайне незначительно, хотя в рабочих мышцах она может достигать в конце работы 10 ммоль/кг и даже больше. Концентрация лактата в крови продолжает нарастать на протяжении нескольких минут после прекращения работы и составляет максимум 5–8 ммоль/л (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Перед выполнением анаэробных упражнений несколько повышается концентрация глюкозы в крови. До начала и в результате их выполнения в крови очень существенно повышается концентрация катехоламинов (адреналина и норадреналина) и гормона роста, но несколько снижается концентрация инсулина; концентрации глюкозагона и кортизола заметно не меняются (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Ведущие физиологические системы и механизмы, определяющие спортивный результат в этих упражнениях: центрально-нервная регуляция мышечной деятельности (координация движений с проявлением большой мышечной мощности), функциональные свойства нервно-мышечного аппарата (скоростно-силовые), емкость и мощность фосфагенной энергетической системы рабочих мышц.

Внутренние, физиологические процессы разворачиваются более интенсивно в случае выполнения повторной тренировки. В этом случае в крови увеличивается концентрация гормонов, а в мышечных волокнах и крови концентрация лактата и ионов водорода если отдых будет пассивный и коротким.

Долговременные адаптационные перестройки

Выполнение развивающих тренировок силовой, скоростно-силовой и скоростной направленности с частотой 1 или 2 раза в неделю позволяют существенно изменить массу миофибрилл в промежуточных и гликолитических мышечных волокнах. В окислительных мышечных волокнах существенных изменений не происходит, поскольку (предполагается) в них не накапливаются ионы водорода, поэтому не происходит стимуляции генома, затруднено проникновение анаболических гормонов в клетку и ядро. Масса митохондрий при выполнении упражнений предельной продолжительности расти не может, поскольку в промежуточных и гликолитических МВ накапливается значительное количество ионов водорода.

Сокращение продолжительности выполнения упражнения максимальной алактатной мощности, например, снижает эффективность тренировки с точки зрения роста массы миофибрилл, поскольку снижается концентрация ионов водорода и гормонов в крови. В то же время снижение концентрации ионов водорода в гликолитических МВ приводит к стимуляции активности митохондрий, а значит к постепенному разрастанию митохондриальной системы.

Следует заметить, что на практике использовать эти упражнения следует очень осторожно, поскольку упражнения максимальной интенсивности требуют проявления значительных механических нагрузок на мышцы, связки и сухожилия, а это приводит к накоплению микротравм опорно-двигательного аппарата.

Таким образом, упражнения максимальной анаэробной мощности, выполняемые до отказа, способствуют наращиванию массы миофибрилл в промежуточных и гликолитических мышечных волокнах, а при выполнении этих упражнений до легкого утомления (закисления) мышц, в интервалах отдыха активизируется окислительное фосфорилирование в митохондриях промежуточных и гликолитических мышечных волокнах, что в итоге приведет к росту массы митохондрий в них.

Упражнения околомаксимальной анаэробной мощности

Внешняя сторона физического упражнения

Интенсивность сокращения мышц должна составлять 70–90 % от максимума.

Интенсивность упражнения (серии) — чередование сокращения мышц и периодов их расслабления, может составлять 10–90 %. При низкой интенсивности упражнения и околомаксимальной интенсивности (60–80 %) сокращения мышц упражнение выглядит как тренировка силовой выносливости, например, приседание со штангой или жим лежа в количестве более 12 раз.

Увеличение темпа, сокращение периодов напряжения и расслабления мышц превращает упражнения в скоростно-силовое, например, прыжки, а в борьбе используют броски манекена или партнера или упражнения из арсенала общефизической подготовки: прыжки, отжимания,

подтягивания, сгибание и разгибание туловища, все эти действия выполняются с околоразмаксимальным темпом.

Продолжительность упражнений с околоразмаксимальной анаэробной интенсивностью как правило бывает 20–50 с. Силовые упражнения выполняются с 6–12 или более повторениями в серии (подходе). Скоростно-силовые упражнения включают до 10–20 отталкиваний, а темповые – скоростные упражнения – 10–50 с.

Интервал отдыха между сериями (подходами) существенно различается.

При выполнении силовых упражнений интервал отдыха превышает, как правило, 5 мин.

При выполнении скоростно-силовых упражнений иногда интервал отдыха сокращают до 2–3 мин.

При выполнении скоростных упражнений интервал отдыха может составлять 2–9 мин.

Количество серий обусловлено целью тренировки и состоянием подготовленности спортсмена. В развивающем режиме число повторений составляет 3–4 серии повторяются 2 раза.

Количество тренировок в неделю определяется целью тренировочного задания, а именно, что преимущественно надо гиперплазировать в мышечном волокне – миофибриллы или митохондрии. При общепринятом планировании нагрузок цель ставится – увеличение мощности механизма анаэробного гликолиза. Предполагается, что длительное пребывание мышц и организма в целом в состоянии предельного закисления будто-бы должно приводить к адаптационным перестройкам в организме. Однако, до настоящего времени нет работ, которые бы прямо показали полезный эффект предельных околоразмаксимальных анаэробных упражнений, но имеется масса работ, которые демонстрируют резко отрицательное действие их на строение миофибрилл и митохондрий. Очень высокие концентрации ионов водорода в МВ приводят как прямому химическому разрушению структур, так и усилению активности ферментов протеолиза, которые при закислении выходят из лизосом клеток (пищеварительного аппарата клетки).

Внутренняя сторона физического упражнения

Упражнения околоразмаксимальной анаэробной мощности требуют рекрутирования больше половины двигательных единиц, а при выполнении предельной работы и всех оставшихся.

Это упражнения с почти исключительно анаэробным способом энергообеспечения работающих мышц: анаэробный компонент в общей энергопродукции составляет более 90 %. В гликолитических МВ он обеспечивается главным образом за счет фосфагенной энергетической системы (АТФ+КФ) при некотором участии лактацидной (гликолитической) системы. В окислительных мышечных волокнах по мере истощения запасов АТФ и КФ разворачивается окислительное фосфорилирование, кислород в этом случае поступает из миоглобина ОМВ и крови.

Возможная предельная продолжительность таких упражнений колеблется от нескольких секунд (изометрическое упражнение) до десятков секунд (скоростное темповое упражнение) (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Усиление деятельности вегетативных систем происходит в процессе работы постепенно. Через 20–30 с в окислительных МВ разворачиваются аэробные процессы, нарастает функция кровообращения и дыхания, которые могут достигнуть возможного максимума. Для энергетического обеспечения этих упражнений значительное усиление деятельности кислородтранспортной системы уже играет определенную энергетическую роль, причем тем большую, чем продолжительнее упражнение. Предстартовое повышение ЧСС очень значительно (до 150–160 уд/мин). Наибольших значений (80–90 % от максимальной) она достигает сразу после финиша на 200 м и на финише 400 м. В процессе выполнения упражнения быстро растет легочная вентиляция, так что к концу упражнения длительностью около 1 мин она может достигать 50–60 % от максимальной рабочей вентиляции для данного спортсмена (60–80 л/мин). Скорость потребления O₂ также быстро нарастает на дистанции и на финише 400 м может составлять уже 70–80 % от индивидуального МПК.

Концентрация лактата в крови после упражнения весьма высокая – до 15 ммоль/л у квалифицированных спортсменов. Она тем выше, чем больше дистанция и выше квалификация спортсмена. Накопление лактата в крови связано с длительным функционированием гликолитических МВ.

Концентрация глюкозы в крови несколько повышена по сравнению с условиями покоя (до 100–120 мг). Гормональные сдвиги в крови сходны с теми, которые происходят при выполнении упражнения максимальной анаэробной мощности (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Внутренние, физиологические процессы разворачиваются более интенсивно в случае выполнения повторной тренировки. В этом случае в крови увеличивается концентрация гормонов, а в мышечных волокнах и крови концентрация лактата и ионов водорода, если отдых будет

пассивный и коротким. Повторное выполнение упражнений с интервалом отдыха 2–4 мин приводит к предельно высокому накоплению лактата и ионов водорода в крови, как правило, число повторений не бывает больше 4.

Долговременные адаптационные перестройки

Выполнение «развивающих» тренировок силовой, скоростно-силовой и скоростной направленности с частотой 1 или 2 раза в неделю позволяют добиться следующего.

Силовые упражнения, которые выполняются с интенсивностью 65–80 % от максимума или с 6–12 подъемами груза в одном подходе являются самыми эффективными с точки зрения прибавления миофибрилл в гликолитических мышечных волокнах, в ПМВ и ОМВ изменения существенно меньше.

Масса митохондрий от таких упражнений не прибавляется.

Силовые упражнения можно выполнять не до отказа, например можно поднять груз 16 раз, а спортсмен его поднимает только 4–8 раз. В этом случае не возникает локального утомления, нет сильного закисления мышц, поэтому при многократном повторении с достаточным интервалом отдыха для устранения образующейся молочной кислоты. Возникает ситуация стимулирующая развитие митохондриальной сети в ПМВ и ГМВ. Следовательно, околоразмаксимальное анаэробное упражнение дает вместе с паузами отдыха аэробное развитие мышц.

Высокая концентрация Кр и умеренная концентрация ионов водорода могут существенно изменить массу миофибрилл в промежуточных и гликолитических мышечных волокнах. В окислительных мышечных волокнах существенных изменений не происходит, поскольку в них не накапливаются ионы водорода, поэтому не происходит стимуляции генома, затруднено проникновение анаболических гормонов в клетку и ядро. Масса митохондрий при выполнении упражнений предельной продолжительности расти не может поскольку в промежуточных и гликолитических МВ накапливается значительное количество ионов водорода, которые стимулируют катаболизм в такой степени, что он превышает мощность процессов анаболизма.

Сокращение продолжительности выполнения упражнения околоразмаксимальной алактатной мощности устраняет негативный эффект упражнений этой мощности

Следует заметить, что на практике использовать эти упражнения следует очень осторожно, поскольку очень легко пропустить момент начала накопления чрезмерного накопления ионов водорода в промежуточных и гликолитических МВ.

Таким образом, упражнения околоразмаксимальной анаэробной мощности, выполняемые до отказа, способствуют наращиванию массы миофибрилл в промежуточных и гликолитических мышечных волокнах, а при выполнении этих упражнений до легкого утомления (закисления) мышц, в интервалах отдыха активизируется окислительное фосфорилирование в митохондриях промежуточных и гликолитических мышечных волокнах (высокопороговые двигательные единицы могут не участвовать в работе, поэтому не вся мышца прорабатывается), что в итоге приведет к росту массы митохондрий в них.

Упражнения субмаксимальной анаэробной мощности (анаэробно – аэробной мощности)

Внешняя сторона физического упражнения

Интенсивность сокращения мышц должна составлять 50–70 % от максимума.

Интенсивность упражнения (серии) – чередование сокращения мышц и периодов их расслабления, может составлять 10–70 %. При низкой интенсивности упражнения и околоразмаксимальной интенсивности (10–70 %) сокращения мышц упражнение выглядит как тренировка силовой выносливости, например, приседание со штангой или жим лежа в количестве более 16 раз.

Увеличение темпа, сокращение периодов напряжения и расслабления мышц превращает упражнения в скоростно-силовое, например, прыжки, а в борьбе используют броски манекена или партнера или упражнения из арсенала общефизической подготовки: прыжки, отжимания, подтягивания, сгибание и разгибание туловища, все эти действия выполняются с оптимальным темпом.

Продолжительность упражнений с субмаксимальной анаэробной интенсивностью как правило бывает 1–5 мин. Силовые упражнения выполняются с 16 и более повторениями в серии (подходе). Скоростно-силовые упражнения включают более 20 отталкиваний, а темповые – скоростные упражнения – 1–6 мин.

Интервал отдыха между сериями (подходами) существенно различается.

При выполнении силовых упражнений интервал отдыха превышает, как правило, 5 мин.

При выполнении скоростно-силовых упражнений иногда интервал отдыха сокращают до 2–3 мин.

При выполнении скоростных упражнений интервал отдыха может составлять 2–9 мин.

Количество серий обусловлено целью тренировки и состоянием подготовленности спортсмена. В развивающем режиме число повторений составляет 3–4 серии повторяются 2 раза.

Количество тренировок в неделю определяется целью тренировочного задания, а именно, что преимущественно надо гиперплазировать в мышечном волокне — миофибрилы или митохондрии. При общепринятом планировании нагрузок цель ставится — увеличение мощности механизма анаэробного гликолиза. Предполагается, что длительное пребывание мышц и организма в целом в состоянии предельного закисления будто-бы должно приводить к адаптационным перестройкам в организме. Однако, до настоящего времени нет работ, которые бы прямо показали полезный эффект предельных околомаксимальных анаэробных упражнений, но имеется масса работ, которые демонстрируют резко отрицательное действие их на строение миофибрилл и митохондрий. Очень высокие концентрации ионов водорода в МВ приводят как прямому химическому разрушению структур, так и усилению активности ферментов протеолиза, которые при закислении выходят из лизосом клеток (пищеварительного аппарата клетки).

Внутренняя сторона физического упражнения

Упражнения субмаксимальной анаэробной мощности требуют рекрутирования около половины двигательных единиц, а при выполнении предельной работы и всех оставшихся.

Это упражнения выполняются сначала за счет фосфагенов и аэробных процессов. По мере рекрутирования гликолитических накапливается лактат и ионы водорода. В окислительных мышечных волокнах по мере истощения запасов АТФ и КрФ разворачивается окислительное фосфорилирование.

Возможная предельная продолжительность таких упражнений колеблется от минуты до 5 минут.

Усиление деятельности вегетативных систем происходит в процессе работы постепенно. Через 20–30 с в окислительных МВ разворачиваются аэробные процессы, нарастает функция кровообращения и дыхания, которые могут достигнуть возможного максимума. Для энергетического обеспечения этих упражнений значительное усиление деятельности кислородтранспортной системы уже играет определенную энергетическую роль, причем тем большую, чем продолжительнее упражнение. Предстартовое повышение ЧСС очень значительно (до 150–160 уд/мин).

Мощность и предельная продолжительность этих упражнений таковы, что в процессе их выполнения показатели деятельности кислородтранспортной системы (ЧСС, сердечный выброс, ЛВ, скорость потребления O₂) могут быть близки к максимальным значениям для данного спортсмена или даже достигать их. Чем продолжительнее упражнение, тем выше на финише эти показатели и тем значительнее доля аэробной энергопродукции при выполнении упражнения. После этих упражнений регистрируется очень высокая концентрация лактата в рабочих мышцах и крови — до 20–25 ммоль/л. Соответственно рН крови снижается до 7,0. Обычно заметно повышена концентрация глюкозы в крови — до 150 мг %, высоко содержание в плазме крови катехоламинов и гормона роста (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Таким образом, ведущие физиологические системы и механизмы, по мнению Н. И. Волкова и многих других авторов (1995), в случае использования самой простой модели энергообеспечения, — это емкость и мощность лактоцидной (гликолитической) энергетической системы рабочих мышц, функциональные (мощностные) свойства нервно-мышечного аппарата, а также кислородо-транспортные возможности организма (особенно сердечно-сосудистой системы) и аэробные (окислительные) возможности рабочих мышц. Таким образом, упражнения этой группы предъявляют весьма высокие требования как к анаэробным, так и к аэробным возможностям спортсменов.

Если использовать более сложную модель, которая включает в себя сердечно-сосудистую систему и мышцы с различным типом мышечных волокон (ОМВ, ПМВ, ГМВ), то получим следующие ведущие физиологические системы и механизмы:

— энергообеспечение обеспечивается в основном окислительными мышечными волокнами активных мышц,

— мощность упражнения в целом превышает мощность аэробного обеспечения, поэтому рекрутируются промежуточные и гликолитические мышечные волокна, которые после рекрутирования, через 30–60 с теряют сократительную способность, что заставляет рекрутировать все новые и новые гликолитические МВ. Они закисляются, молочная кислота выходит в кровь, это вызывает появление избыточного углекислого газа, что усиливает до предела работу сердечно-сосудистой и дыхательной системы.

Внутренние, физиологические процессы разворачиваются более интенсивно в случае выполнения повторной тренировки. В этом случае в крови увеличивается концентрация гормонов,

а в мышечных волокнах и крови концентрация лактата и ионов водорода, если отдых будет пассивный и коротким. Повторное выполнение упражнений синтервалом отдыха 2–4 мин приводит к предельно высокому накоплению лактата и ионов водорода в крови, как правило, число повторений не бывает больше 4.

Долговременные адаптационные перестройки

Выполнение упражнений субмаксимальной алактатной мощности до предела относятся к одним из самых психологически напряженных, поэтому не могут использоваться часто, существует мнение о влиянии этих тренировок на форсирование приобретения спортивной формы и быстрому наступлению перетренировки.

Силовые упражнения, которые выполняются с интенсивностью 50–65 % от максимума или с 20 и более подъемами груза в одном подходе являются самыми опасными, ведут к очень сильному локальному закислению, а затем и повреждению мышц. Масса митохондрий от таких упражнений резко снижается во всех МВ [Хореллер, 1987].

Таким образом, упражнения субмаксимальной анаэробной мощности и предельной продолжительности нельзя применять в тренировочном процессе.

Рекомендуемые упражнения

Силовые упражнения можно выполнять не до отказа, например можно поднять груз 20–40 раз, а спортсмен его поднимает только 10–15 раз. В этом случае не возникает локального утомления, нет сильного закисления мышц, поэтому при многократном повторении с достаточным интервалом отдыха для устранения образующейся молочной кислоты. Возникает ситуация стимулирующая развитие митохондриальной сети в ПМВ и некоторой части ГМВ. Следовательно, околомаксимальное анаэробное упражнение дает вместе с паузами отдыха аэробное развитие мышц.

Высокая концентрация Кр и умеренная концентрация ионов водорода могут существенно изменить массу миофибрилл в промежуточных и некоторых гликолитических мышечных волокнах. В окислительных мышечных волокнах существенных изменений не происходит, поскольку в них не накапливаются ионы водорода, поэтому не происходит стимуляции генома, затруднено проникновение анаболических гормонов в клетку и ядро. Масса митохондрий при выполнении упражнений предельной продолжительности расти не может, поскольку в промежуточных и гликолитических МВ накапливается значительное количество ионов водорода, которые стимулируют катаболизм в такой степени, что он превышает мощность процессов анаболизма.

Сокращение продолжительности выполнения упражнения субмаксимальной анаэробной мощности устраняет негативный эффект упражнений этой мощности.

Таким образом, упражнения субмаксимальной анаэробной мощности, выполняемые до отказа, приводят к чрезмерно большому закислению мышц, поэтому снижается масса миофибрилл и митохондрий в промежуточных и гликолитических мышечных волокнах, а при выполнении этих упражнений до легкого утомления (закисления) мышц, в интервалах отдыха активизируется окислительное фосфорилирование в митохондриях промежуточных и части гликолитических мышечных волокон, что в итоге приведет к росту массы митохондрий в них.

Аэробные упражнения

Мощность нагрузки в этих упражнениях такова, что энергообеспечение рабочих мышц может происходить (главным образом или исключительно) за счет окислительных (аэробных) процессов, связанных с непрерывным потреблением организмом и расходом работающими мышцами кислорода. Поэтому мощность в этих упражнениях можно оценивать по уровню (скорости) дистанционного потребления O_2 . Если дистанционное потребление O_2 соотнести с предельной аэробной мощностью уданного человека (т. е. с его индивидуальным МПК), то можно получить представление об относительной аэробной физиологической мощности выполняемого им упражнения. По этому показателю среди аэробных циклических упражнений выделяются пять групп (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990):

1. Упражнения максимальной аэробной мощности (95–100 % МПК).
2. Упражнения околомаксимальной аэробной мощности (85–90 % МПК).
3. Упражнения субмаксимальной аэробной мощности (70–80 % МПК).
4. Упражнения средней аэробной мощности (55–65 % МПК).
5. Упражнения малой аэробной мощности (50 % от МПК и менее).

Представленная здесь классификация не соответствует современным представлениям спортивной физиологии. Верхняя граница — МПК не соответствует данным максимальной аэробной мощности, поскольку зависит от процедуры тестирования и индивидуальных

особенностей спортсмена. В борьбе важно оценить аэробные возможности мышц пояса верхних конечностей, а в дополнение к этим данным следует оценить аэробные возможности мышц нижних конечностей и производительность сердечно-сосудистой системы.

Аэробные возможности мышц принято оценивать в ступенчатом тесте по мощности или потреблению кислорода на уровне анаэробного порога.

Мощность МПК выше у спортсменов с большей долей в мышцах гликолитических мышечных волокон, которые могут постепенно рекрутироваться для обеспечения заданной мощности. В этом случае, по мере подключения гликолитических мышечных волокон, увеличения закисления мышц и крови, испытуемый начинает подключать к работе дополнительные мышечные группы, еще не работавшими окислительными мышечными волокнами, поэтому растет потребление кислорода. Ценность такого увеличения потребления кислорода минимальна, поскольку существенной прибавки механической мощности эти мышцы не дают. Если окислительных МВ много, а ГМВ почти нет, то мощность МПК и АНП будут почти равны.

Ведущими физиологическими системами и механизмами, определяющими успешность выполнения аэробных циклических упражнений, служат функциональные возможности кислородтранспортной системы и аэробные возможности рабочих мышц (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

По мере снижения мощности этих упражнений (увеличение предельной продолжительности) уменьшается доля анаэробного (гликолитического) компонента энергопродукции. Соответственно снижаются концентрация лактата в крови и прирост концентрации глюкозы в крови (степень гипергликемии). При упражнениях длительностью в несколько десятков минут гипергликемии вообще не наблюдается. Более того, в конце таких упражнений может отмечаться снижение концентрации глюкозы в крови (гипогликемия). (Коц Я. М., 1990).

Чем больше мощность аэробных упражнений, тем выше концентрация катехоламинов в крови и гормона роста. Наоборот, по мере снижения мощности нагрузки содержание в крови таких гормонов, как глюкагон и кортизол, увеличивается, а содержание инсулина уменьшается (Коц Я. М., 1990).

С увеличением продолжительности аэробных упражнений повышается температура тела, что предъявляет повышенные требования к системе терморегуляции (Коц Я. М., 1990).

Упражнения максимальной аэробной мощности

Это упражнения, в которых преобладает аэробный компонент энергопродукции – он составляет до 70–90 %. Однако энергетический вклад анаэробных (преимущественно гликолитических) процессов еще очень значителен. Основным энергетическим субстратом при выполнении этих упражнений служит мышечный гликоген, который расщепляется как аэробным, так и анаэробным путем (в последнем случае с образованием большого количества молочной кислоты). Предельная продолжительность таких упражнений – 3–10 мин.

Через 1,5–2 мин. после начала упражнений достигаются максимальные для данного человека ЧСС, систолический объем крови и сердечный выброс, рабочая ЛВ, скорость потребления O_2 (МПК). По мере продолжения упражнения ЛВ, концентрация в крови лактата и катехоламинов продолжает нарастать. Показатели работы сердца и скорость потребления O_2 либо удерживаются на максимальном уровне (при состоянии высокой тренированности), либо начинают несколько снижаться (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

После окончания упражнения концентрация лактата в крови достигает 15–25 ммоль/л в обратной зависимости от предельной продолжительности упражнения (спортивного результата) (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Ведущие физиологические системы и механизмы – общие для всех аэробных упражнений, кроме того, существенную роль играет мощность лактаcidной (гликолитической) энергетической системы рабочих мышц.

Упражнения предельной продолжительности максимальной аэробной мощности могут применять в тренировки только спортсмены с мощностью АНП на уровне более 70 % от МПК. У этих спортсменов не наблюдается сильного закисления МВ и крови, поэтому в промежуточных и части гликолитических МВ создаются условия для активизации синеза митохондрий.

Если у спортсмена мощность АНП менее 70 % от МПК, то использовать упражнения максимальной аэробной мощности можно только в виде повторного метода тренировки, который при правильной организации не приводит к вредному закислению мышц и крови спортсмена.

Долговременный адаптационный эффект

Упражнения максимальной аэробной мощности требуют рекрутирования всех окислительных, промежуточных и некоторой части гликолитических МВ, если выполнять упражнения

непредельной продолжительности, применить повторный метод тренировки, то тренировочный эффект будет отмечаться только в промежуточных и некоторой части гликолитических МВ, в виде очень малой гиперплазии миофибрилл и существенном увеличении массы митохондрий в активных промежуточных и гликолитических МВ.

Упражнения околомаксимальной аэробной мощности

Упражнения околомаксимальной аэробной мощности на 90–100 % обеспечиваются окислительными (аэробными) реакциями в рабочих мышцах. В качестве субстратов окисления используются в большей мере углеводы, чем жиры (дыхательный коэффициент около 1,0). Главную роль играют гликоген рабочих мышц и в меньшей степени — глюкоза крови (на второй половине дистанции). Рекордная продолжительность упражнений до 30 мин. В процессе выполнения упражнений ЧСС находится на уровне 90–95 %, ЛВ — 85–90 % от индивидуальных максимальных значений. Концентрация лактата в крови после предельного упражнения у высококвалифицированных спортсменов — около 10 ммоль/л. В процессе выполнения упражнения происходит существенное повышение температуры тела — до 39 (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Упражнение выполняется на уровне анаэробного порога или немного выше его. Поэтому работают окислительные мышечные волокна и промежуточные. Упражнение приводит к увеличению массы митохондрий только в промежуточных МВ.

Упражнения субмаксимальной аэробной мощности

Упражнения субмаксимальной аэробной мощности выполняются на уровне аэробного порога. Поэтому работают только окислительные мышечные волокна. Окислительному расщеплению подвергаются жиры в ОМВ, углеводы в активных промежуточных МВ (дыхательный коэффициент примерно 0,85–0,90). Основными энергетическими субстратами служат гликоген мышц, жир рабочих мышц и крови, и (по мере продолжения работы) глюкоза крови. Рекордная продолжительность упражнений — до 120 мин. На протяжении упражнения ЧСС находится на уровне 80–90 %, а ЛВ — 70–80 % от максимальных значений для данного спортсмена. Концентрация лактата в крови обычно не превышает 3 ммоль/л. Она заметно увеличивается только в начале бега или в результате длительных подъемов. На протяжении выполнения этих упражнений температура тела может достигать 39–40.

Ведущие физиологические системы и механизмы — общие для всех аэробных упражнений. Продолжительность зависит в наибольшей мере от запасов гликогена в рабочих мышцах и печени, от запаса жира в окислительных мышечных волокнах активных мышц (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Существенных изменений в мышечных волокнах от таких тренировок не происходит. Эти тренировки могут использоваться для дилатации левого желудочка сердца, поскольку ЧСС составляет 100–150 уд/мин, т. е. с максимальным ударным объемом сердца.

Упражнения средней аэробной мощности

Упражнения средней аэробной мощности обеспечиваются аэробными процессами. Основным энергетическим субстратом служат жиры рабочих мышц и крови, углеводы играют относительно меньшую роль (дыхательный коэффициент около 0,8). Предельная продолжительность упражнения — до нескольких часов

Кардиореспираторные показатели не превышают 60–75 % от максимальных для данного спортсмена. Во многом характеристики этих упражнений и упражнений предыдущей группы близки (Аулик И. В., 1990, Коц Я. М., 1990).

Упражнения малой аэробной мощности

Упражнения малой аэробной мощности обеспечиваются за счет окислительных процессов, в которых расходуется главным образом жиры и в меньшей степени углеводы (дыхательный коэффициент менее 0,8). Упражнения такой относительной физиологической мощности могут выполняться в течение многих часов. Это соответствует бытовой деятельности человека (ходьба) или упражнения в системе занятий массовой или лечебной физической культурой.

Таким образом, упражнения средней и малой аэробной мощности не имеют существенной значимости для роста уровня физической подготовленности, однако они могут использоваться в паузах отдыха для увеличения потребления кислорода, для более быстрого устранения закисления крови и мышц.

*Виктор Николаевич Селуянов, МФТИ, лаборатория «Информационные технологии в спорте»
Московский физико-технический институт
Государственный университет*