

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

Шынжырбекова Г.Е.

Бұл мақалада циклдік және циклдік емес дене жаттығуларына физиологиялық сипаттама берілген. Сонымен бірге қозғалыстың құрлымы, дене жұмысының әртүрлі қуаттағы аймақтар айқындалған.

This article describes the physiological characteristics of cyclical and acyclic physical exercises activity and structure of action and types of work zone capacity.

Физические упражнения выполняются с различной скоростью и величиной внешнего отягощения. Напряжённость физиологических функций (интенсивность функционирования), оцениваемая по величине сдвигов от исходного уровня, при этом меняется. Следовательно, по относительной мощности работы циклического характера (измеряется в Вт или кДж/мин) можно судить и о реальной физиологической нагрузке на организм спортсмена.

Разумеется, степень физиологической нагрузки связана не только с измеряемыми, поддающимися точному учёту показателями физической нагрузки. Она зависит и от исходного функционального состояния организма спортсмена, от уровня его тренированности от условий среды. Например, одна и та же физическая нагрузка на уровне моря и в условиях высокогорья вызовет разные физиологические сдвиги. Иначе говоря, если мощность работы измеряется достаточно точно и хорошо дозируется, то величина вызываемых её физиологических сдвигов не поддаётся точному количественному учёту. Затруднено и прогнозирование физиологической нагрузки без учёта текущего функционального состояния организма спортсмена.

Физиологическая оценка адаптивных изменений в организме спортсмена невозможна без соотнесения их с тяжестью (напряжённостью) мышечной работы. Эти показатели учитываются при классификации физических упражнений по физиологической нагрузке на отдельные системы и организм в целом, а также по относительной мощности работы, выполняемой спортсменом.

Структурность движений

По структурности движения физические упражнения подразделяются на три вида: циклические, ациклические и смешанные.

1. Циклические упражнения (бег, ходьба, гребля, велоспорт, бег на коньках, плавание) отличаются повторяемостью фаз движений, лежащих в основе каждого цикла, и тесной связанностью каждого цикла с последующим и предыдущим. В основе циклических локомоций лежит ритмический двигательный рефлекс, проявляющийся автоматически. Таким образом, общими признаками циклических упражнений являются:

- многократность повторения одного и того же цикла, состоящего из нескольких фаз;

- все фазы движения одного цикла последовательно повторяются в другом цикле;
- последняя фаза одного цикла является началом первой фазы движения последующего цикла;

2. Ациклические упражнения имеют выраженное начало и конец. Повторение не связано неразрывно с окончанием предыдущего движения и не обуславливает последующее. Ациклические движения не строятся на ритмическом двигательном рефлексе, хотя некоторые из них могут быть причислены к локомоциям (прыжки). Спортивные ациклические движения по характеру работы мышц преимущественно связаны с максимальной мобилизацией силы и скорости сокращения. Они часто служат целям развития силы и быстроты. Ациклические движения можно разделить на однократные двигательные акты и на их комбинации. Из физических упражнений к первым относятся, прежде всего, прыжки, метания и поднимание тяжести. В гимнастике широко используется как однократные движения, так и более или менее сложные комбинации.

3. Смешанные движения состоят из циклических и ациклических движений. Так, в прыжках в длину ациклическому прыжку предшествует циклический разбег. Это относится и к некоторым видам метаний.[1]

Ситуационные упражнения.

В отличие от физических упражнений, совершаемых при строго постоянных условиях и представляющих собой хорошо упроченные двигательные стереотипы, данная группа упражнений характеризуется срочным реагированием на внезапно изменяющиеся условия (ситуации). Сюда относятся единоборства и спортивные игры. В каждом отдельном виде существуют некоторые постоянные условия, определяемые правилами, определённые двигательные действия - приёмы, однако, выбор того или иного действия зависит от складывающихся во время единоборства или игры ситуации. Кроме того, спортсмен может совершать и непредусмотренные ранее движения, создавать новые действия, лишь бы они не выходили за рамки разрешённых правилами. Главное в единоборствах и спортивных играх – необходимость нахождения наиболее быстрого и правильного решения двигательной задачи в зависимости от воспринимаемой и перерабатываемой информации о сложившейся в данный момент ситуации. Например, в поединке боксёров спортсмен видит, что соперник наносит прямой удар в голову. Он может: подставить перчатки, отбить удар своей перчаткой, сделать уклон или нырок. Успех в этой ситуации зависит от технической подготовленности спортсмена и от скорости его двигательной реакции.

Мощность выполняемой работы.

Циклические упражнения отличаются друг от друга по мощности выполняемой спортсменами работы. По классификации, разработанной В.С. Фарфелем, следует различать циклические упражнения: максимальной мощности, в которых длительность работы не превышают 20-30 секунд (спринтерский бег до 200 м, гит на велотреке до 200 м, плавание до 50 м и др.); субмаксимальной мощности, длящиеся 3-5 минут (бег на 1500 м, плавание на 400 м, гит на треке до 1000 м, бег на коньках до 3000 м, гребля до 5 минут и др.); большой мощности, возможное время выполнения которых ограничивается 30 - 40 минутами (бег до 10000 м, велотрек, велогонки до 50 км, плавание 800 м - женщ., 1500 м - мужч., спортивная ходьба до 5

км и др.), и умеренной мощности которую спортсмен может удерживать от 30-40 минут до нескольких часов (шоссейные велогонки, марафонские и сверхмарафонские пробеги, др).

Критерий мощности, положенный в основу классификации циклических упражнений, предложенной В.С. Фарфелем (1949), является весьма относительным, на что указывает и сам автор. Действительно, мастер спорта проплывает 400 метров быстрее четырёх минут, что соответствует зоне субмаксимальной мощности, новичок же проплывает эту дистанцию за 6 минут и более, т.е. фактически совершает работу, относящуюся к зоне большой мощности.

Несмотря на определённую схематичность деления циклической работы на 4 зоны мощности, оно вполне оправдано, поскольку каждая из зон определённое воздействие на организм и имеет свои отличительные физиологические проявления. Вместе с тем, для каждой зоны мощности характерны общие закономерности функциональных изменений, мало связанные со спецификой различных циклических упражнений. Это даёт возможность по оценке мощности работы создать общее представление о влиянии соответствующих нагрузок на организм спортсмена.

Многие функциональные изменения, характерные для различных зон мощности работы, в значительной степени связаны с ходом энергетических превращений в работающих мышцах.[2]

Как известно, освобождение энергии для работы мышц обеспечивается анаэробными и аэробными реакциями. Непосредственным источником энергии для мышечных сокращений является распад АТФ (анаэробная реакция), происходящий в результате взаимодействия этого вещества с миозином. Но запасы АТФ в мышцах ограничены и длительная работа возможна только при условии одновременного ресинтеза креатинфосфата и гликогенолиза. Однако один анаэробный ресинтез АТФ не может обеспечить выполнение продолжительной работы в связи с тем, что он сопровождается накоплением больших количеств продуктов неполного обмена и, в частности, молочной кислоты, что снижает активность мышц и может привести к прекращению работы. Поэтому для выполнения длительной работы необходимы аэробные процессы, т.е. клеточное дыхание. Оно находится в зависимости от кислородного обеспечения организма, увеличивающегося при физической нагрузке за счёт усиления сердечно – сосудистой и дыхательной систем (до определённого предела). Доля участия анаэробных и аэробных процессов при циклической работе определяется её мощностью. Это, однако, не означает, что с переходом от одной зоны мощности к другой, имеют место такие же резкие переходы в характере энергетического обеспечения мышечной деятельности. Их в действительности нет, но при переходе от одной зоны мощности к другой происходит почти линейное снижение объёма анаэробного обеспечения работающих мышц и соответствующее повышение объёма аэробных превращений в организме. При работе умеренной мощности достигается относительное уравнивание анаэробных и аэробных процессов.

Физиологические характеристики работ разной относительной мощности (по В.С. Фарфелю, Баннистеру, Тейлору, Н.И. Волкову, Робинсону, В.М. Зациорскому)

Показатели	Зона относительной мощности работы			
	максимальная	субмаксимальная	большая	умеренная
Предельное время работы	Около 20 с	От 20 с до 5 мин	От 5 до 30 мин	Больше 30 мин
Общий расход энергии (кДж)	Меньше 350	630	3150	42000
Отношение потребления кислорода к кислородному запросу	меньше 1/10	1/3	5/6	1/1
Кислородный долг (дм ³)	меньше 8	18	меньше 12	меньше 4

Зона максимальной мощности работы.

Данная мощность работы характеризуется достижением предельной физической возможности спортсмена. Для её осуществления необходима максимальная мобилизация энергетического обеспечения в скелетной мускулатуре, что связано исключительно с анаэробными процессами. Практически вся работа осуществляется за счёт распада макроэргов и только частично – гликогенолиза, поскольку известно, что уже первые сокращения мышц сопровождаются образованием в них молочной кислоты.

Длительность работы, например, в беге на 100 м меньше времени кругооборота крови. Уже это свидетельствует о невозможности достаточного обеспечения кислородом работающих мышц.

Из-за кратковременности работы вработывание вегетативных систем практически не успевает завершиться. Можно говорить только о полном вработывании мышечной системы по локомоторным показателям (нарастание скорости, темпа и длины шага после старта).

В связи с малым временем работы функциональные сдвиги в организме невелики, причём некоторые из них увеличиваются после финиша.

Работа максимальной мощности вызывает незначительные изменения в составе крови и мочи. Наблюдается кратковременное повышение в крови содержания молочной кислоты (до 70-100 мг %), небольшое повышение процента гемоглобина за счёт выхода в общую циркуляцию депонированной крови, некоторое увеличение содержания сахара. Последнее обусловлено больше эмоциональным фоном (предстартовое состояние), нежели самой физической нагрузкой. В моче могут быть обнаружены следы белка. Частота сердечных сокращений после финиша доходит до 150-170 и более ударов в минуту, артериальное давление повышается до 150-180 мм. рт. ст.

Дыхание при работе максимальной мощности увеличивается незначительно, но существенно возрастает после завершения нагрузки в результате большой кислородной задолженности. Так, лёгочная вентиляция после финиша может возрастать до 40 и более литров в минуту.

Величина кислородного запроса достигает предельных величин, доходя до 40 литров. Однако это не абсолютная его величина, а рассчитанная на минуту, т.е. на время, превышающее возможность организма выполнять работу этой мощности. По окончании работы, в связи с возникшей большой кислородной задолженностью, функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем некоторое время остаются усиленными. Например, газообмен после пробегания спринтерских дистанций приходит к норме спустя 30-40 минут. За это время завершается в основном восстановление многих других функций и процессов.

Зона субмаксимальной мощности работы.

В отличие от работы максимальной мощности, при этой, более длительной нагрузке, происходит резкое усиление кровообращения и дыхания. Это обеспечивает доставку к мышцам значительного количества кислорода в момент выполнения физической работы. Потребление кислорода достигает к концу 3-5 минут работы предельных или близких к ним величин. (5-6 литров в минуту). Минутный объём крови возрастает до 25-30 литров. Однако несмотря на это, кислородный запрос в этой зоне мощности оказывается намного больше фактического потребления кислорода. Он доходит до 25-26 л/мин. Следовательно, абсолютная величина кислородного долга достигает 20 и более литров, т.е. максимально возможных значений. Эти цифры свидетельствуют, что при работе субмаксимальной мощности в организме, хотя и в меньшей степени, чем при спринтерских дистанциях, анаэробные процессы в освобождение энергии преобладают над аэробными. В результате интенсивного гликогенолиза в мышцах, в крови накапливается большое количество молочной кислоты. В крови её содержание доходит до 250 и более мг %, что вызывает резкий сдвиг рН крови в кислую сторону (до 7,0-6,9). К резким сдвигам кислотно-щелочного равновесия в крови присоединяется повышение в ней осмотического давления, в результате перехода воды из плазмы в мышцы и потери её при отделении. Всё это создаёт во время работы неблагоприятные условия для деятельности центральной нервной системы и мышц, вызывая снижение их работоспособности.

Характерным для этой зоны мощности является то, что некоторые функциональные сдвиги нарастают на протяжении всего периода работы, достигая предельных величин (содержание молочной кислоты в крови, снижение щелочного резерва крови, кислородная задолженность и др.).

Содержание молочной кислоты в крови после бега на короткие и средние дистанции (по Н.И. Волкову)

Показатели	Дистанция (м)				
	100	200	400	800	1500
Скорость (м/с)	8,92	8,47	7,72	6,89	6,29
Молочная кислота (мг %)	132	198	227	211	163

Частота сердечных сокращений достигает 190-220 мм рт. ст., лёгочная вентиляция возрастает до 140-160 л/мин. После работы субмаксимальной мощности функциональные сдвиги в организме ликвидируются в течение 2-3 часов. Быстрее восстанавливается артериальное давление. Частота сердечных сокращений и показатели газообмена нормализуются позже.

Зона большой мощности работы.

В этой зоне мощности работы, длящейся 30-40 минут, во всех случаях период вработывания полностью завершается и многие функциональные показатели затем стабилизируются на достигнутом уровне, удерживаясь на нём до финиша.

Частота сердечных сокращений после вработывания составляет 170-190 ударов в минуту, минутный объём крови находится в пределах 30-35 литров, лёгочная вентиляция устанавливается на уровне 140-180 литров в минуту. Таким образом, сердечно-сосудистая и дыхательная системы работают на пределе (или почти на пределе) своих возможностей. Однако мощность работы в этой зоне несколько превышает уровень аэробного энергообеспечения. И хотя потребление кислорода может увеличиваться при выполнении данной работы до 5-6 литров в минуту, всё же кислородный запас превышает эти цифры, вследствие чего происходит постепенное нарастание кислородного долга, особенно ощутимое к концу дистанции. Стабилизация показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем при сравнительно небольшой кислородной задолженности (10-15 % от кислородного запаса) обозначается как кажущееся (ложное) устойчивое состояние. В связи с увеличением удельного веса аэробных процессов во время работы большой мощности, в крови спортсменов наблюдается несколько меньшие изменения, чем при работе субмаксимальной мощности. Так, содержание молочной кислоты достигает 200-220 мг %, рН сдвигается до 7,1-7,0. Несколько меньшее содержание молочной кислоты в крови при работе большой мощности связано и с её выведением органами выделения (почками и потовыми железами). Деятельность органов кровообращения и дыхания оказывается продолжительное время повышенной по окончании работы большой мощности. Требуется не менее 5-6 часов, чтобы были ликвидированы кислородный долг и восстановлен гомеостаз.

Зона умеренной мощности работы.

Характерной особенностью динамической работы умеренной мощности является наступление истинного устойчивого состояния (А. Хилл). Под ним понимается равное соотношение между кислородным запросом и кислородным потреблением. Следовательно, освобождение энергии идёт здесь преимущественно за счёт окисления в мышцах гликогена. Кроме того, только в этой зоне мощности работы, в связи с её длительностью, источником энергии являются липиды. Не исключается также окисление белков в энергообеспечение мышечной деятельности. Поэтому дыхательный коэффициент у марофонцев сразу после финиша (или в конце дистанции) обычно меньше единицы.

Величины потребления кислорода на сверхдлительных дистанциях всегда устанавливаются ниже их максимального значения (на уровне 70-80 %). Функциональные сдвиги в кардиореспираторной системе заметно меньше тех, которые наблюдаются при работе большой мощности. Частота сердечных

сокращений, обычно, не превышает 150-170 ударов в минуту, минутный объём крови равен 15-20 литров, лёгочная вентиляция 50-60 л/минуту. Содержание в крови молочной кислоты в начале работы заметно повышается, достигая 80-100 мг %, а затем приближается к норме. Характерным для этой зоны мощности является наступление гипогликемии, обычно развивающийся спустя 30-40- минут от начала работы, при которой содержание сахара в крови к концу дистанции может уменьшаться до 50-60 мг %. Наблюдается также выраженный лейкоцитоз с появлением незрелых форм лейкоцитов в 1 куб. мм может достигать до 25-30 тысяч.

Существенное значение для высокой работоспособности спортсменов имеет функция коркового слоя надпочечников. Недлительные интенсивные физические нагрузки вызывают повышенное образование глюкокортикоидов. При работе же умеренной мощности, по-видимому, в связи с её большой длительностью, после первоначального усиления происходит угнетение продукции этих гормонов (А. Виру). Причём, у менее подготовленных спортсменов эта реакция особенно выражена.

Необходимо заметить, что при нарушениях равномерности пробегания марафонских дистанций или во время работы преодоления подъёмов кислородное потребление несколько отстаёт от увеличившего кислородного запроса и возникает небольшой кислородный долг, который погашается при переходе на постоянную мощность работы. Кислородный долг у марафонцев также, обычно, возникает в конце дистанции, в связи сфинишным ускорением. При работе умеренной мощности, вследствие обильного потоотделения, организмом теряется много воды и солей, что может привести к нарушениям водно-солевого равновесия и снижению работоспособности. Повышенный газообмен после этой работы наблюдается в течение многих часов. Восстановление же нормальной лейкоцитарной формулы и работоспособности продолжается несколько дней.

Литература:

1. Цинкер В.М. Лабораторные работы по физиологии физических упражнений: Учебное пособие для студентов факультета физической культуры / Под ред. В.П. Крылова.-Улан-Удэ: БГУ, 1996.-92с.
2. Фомин Н.А. Физиология человека. – М.: Просвещение; Владос, 1995.- 416 с.
3. Теория и методика Физического воспитания под редакцией Ашмарин В.О. 1985г. г.Москва.