



ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

А.А. Виру, Я.П. Пярнат

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ  
ПО  
ФИЗИОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ


ТАРТУ  1971

Тартуский государственный университет

Кафедра спортивной медицины

А.А. Виру, Я.П. Пярнат

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**  
ПО  
**ФИЗИОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

Тарту  1971

## В В Е Д Е Н И Е

Данное издание предназначено студентам отделения спортивной медицины и физкультурного факультета в качестве учебного пособия.

На практических занятиях по физиологии физических упражнений студенты объективно изучают основные закономерности в деятельности организма при выполнении физических нагрузок и знакомятся с методами исследования, применяемыми в физиологии спорта. Практические занятия способствуют усвоению основных вопросов физиологии и выявлению тех особенностей в деятельности организма, знание и учет которых необходимы в работе спортивного врача, тренера и преподавателя физического воспитания. В ходе практических занятий студенты самостоятельно совершают физиологические эксперименты и наблюдения, принимают активное участие в регистрации физиологических функций, ведут протокол наблюдения и обрабатывают полученные результаты.

Каждый студент заносит в свою тетрадь описание методики и хода исследования, полученные результаты и сделанные выводы. Зачет за практическое занятие выставляется в том случае, если студент принимал участие в совершении наблюдений и разработке полученных результатов и предъявил аккуратно оформленную тетрадь по практическим занятиям.

Для получения семестрового зачета необходимо иметь зачеты по каждому практическому занятию.

Практическому занятию предшествует лекция по данной теме. Знание соответствующего лекционного материала необходимо для понимания экспериментов и наблюдений, совершаемых на практических занятиях. Без усвоения соответствующего лекционного материала студенты на практическое занятие не допускаются.

## АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

### Велозргометрия

Велозргометр - неподвижно закрепленный велосипед, используемый для измерения работы ног. Велозргометр позволяет регистрировать объем и мощность совершаемой работы и точно дозировать нагрузку.

При вращении педалей велозргометра, применяемого на практических занятиях, начинает работать динамо. Можно включать электрические сопротивления, которые противостоят работе динамо. На основе учета суммы включенных сопротивлений и вольтажа развиваемого электрического напряжения вычисляется мощность работы в ваттах. Эти расчеты производят с помощью специальной номограммы (см. рис. I). При умножении значения мощности в ваттах на 6,12 получим мощность в кгм/мин.

### Кардиотахография

Для непрерывной регистрации частоты сокращений сердца на практических занятиях применяется кардиотахограф. С помощью кардитахографа непрерывно регистрируются интервалы времени между сокращениями сердца, то есть длительности сердечного цикла. Точность регистрации - 0,01 сек. Этот метод позволяет выявить всякие изменения и особенности ритма сердца. Одновременно возможно на основе кривой кардиотахографа в каждый момент времени вычислять частоту сокращений сердца. Это делается по следующей формуле:

$$\text{Частота сокращений сердца /уд/мин./} = \frac{60}{\text{длительность сердечного цикла /в сек./}}$$

Кардиотахограф состоит из грудных электродов электрокардиографа, усилительного и регистрирующего блока. Для приема биоэлектрического импульса, возникающего при сокра-

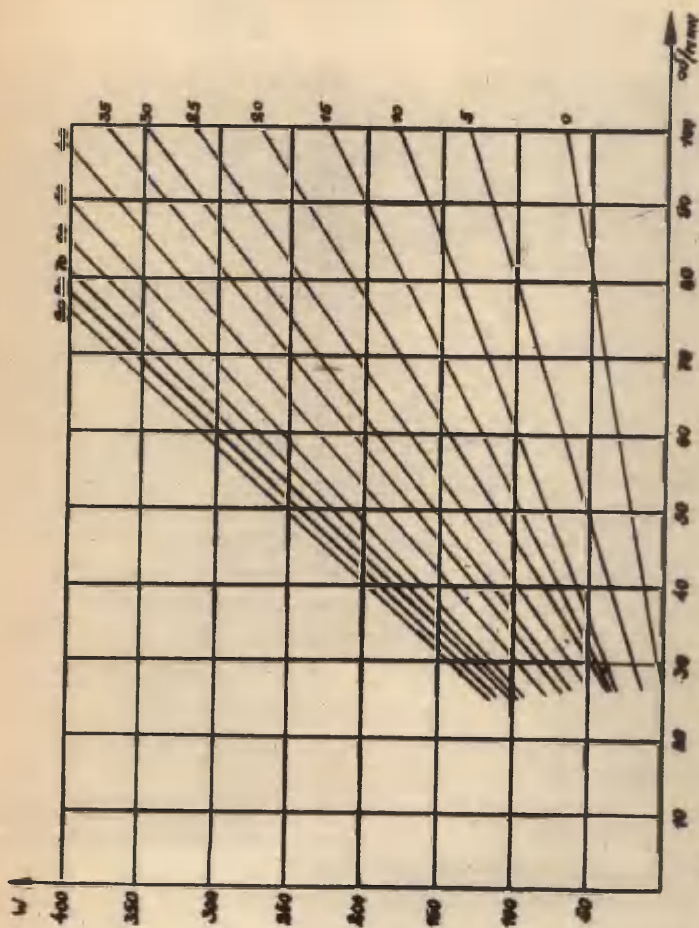
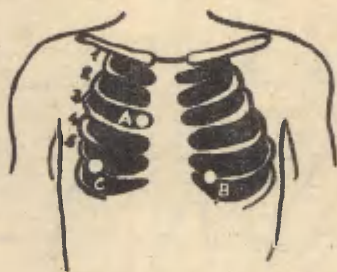


рис. 1. Номограмма для определения мощности работы.

жении сердца, на груди исследуемого прикрепляются электроды по отведению  $H_T$  по Бутченко / см. рис. 2 /.



Р и с. 2

Расположение электродов на грудной клетке по Бутченко /отведение  $H_T$ /.

По данному отведению один из активных электродов располагается на месте верхушки сердца и второй активный электрод — на линии соединения ребер с грудником, правее грудника, во второе межреберье. Электрод для заземления исследуемого располагается на одной горизонтальной линии с электродом на верхушке сердца. При этом расстояния электрода заземления от двух других электродов должны быть равны.

Биоэлектрические импульсы передаются от электродов к усилительному блоку. Соответствующий биоэлектрический импульс состоит из ряда изменений вольтажа, которые обозначаются в электрокардиографии буквами P, Q, R, S, T, U. В усилительном блоке кардиотахографа с помощью специальных фильтров исключаются остальные изменения вольтажа кроме зубца R. Последний многократно усиливается и передается в регистрирующий блок. Мотор регистрирующего блока заставляет самописец двигаться вверх с постоянной скоростью. Им-

пульс, соответствующий зубцу R, прерывает движение самописца вверх и под влиянием прикрепленной пружины самописец быстро опускается вниз, но спустя 0,16 секунд снова освобождается и начинает движение вверх. На ленте кинеографа появляются вертикальные линии, длина которых + коэффициент исправления /в связи с опусканием и остановкой самописца на 0,16 сек./ имеет точное соответствие с длительностью цикла.

Счетчик кардиотахографа позволяет зарегистрировать количество сокращений сердца в течение определенного отрезка времени. На практических занятиях с помощью счетчика регистрируется пульс-сумма восстановления. Пульс-сумма восстановления /ПСВ/ показывает количество сокращений сердца в течение трех минут после работы. Чем легче нагрузка и чем выше тренированность исследуемого, тем быстрее протекает восстановление частоты сокращений сердца и, следовательно, тем меньше пульс-сумма восстановления. Для регистрации ПСВ счетчик включается моментально при окончании работы и выключается спустя 3 минуты.

### Э л е к т р о к а р д и о г р а ф и я

Чтобы получить более подробные данные о состоянии миокарда и об изменениях обмена веществ в нем во время работы, производятся электрокардиографическое и фонокардиографическое исследования. Для этого на практических занятиях пользуются 2-канальным чернилопишущим электрокардиографом. Один канал регистрирует электрокардиограмму с помощью грудных электродов отведения  $H_I$  по Бутченко /см. рис. 2/. С помощью другого канала регистрируется фонокардиограмма в точке Боткина. Электрокардиограмма /ЭКГ/ и фонокардиограмма /ФКГ/ записывается 3 - 5 секундовыми отрезками. Это происходит до работы, спустя 15 и 30 сек. после начала работы и далее через каждые 30 сек. до конца работы. После работы ЭКГ и ФКГ снимается непосредственно после ее окончания спустя 15 сек., 30 сек., 1 мин., 1 мин. 30 сек., 2 мин., 3 мин., 4 мин. и 5 мин.

При анализе полученных результатов обращают внимание на следующие электрокардиографические показатели (рис. 3):

- 1/ длительность - интервала  $R-R$ ;
- 2/ длительность - интервала  $P-Q$ ;
- 3/ длительность - интервала  $QRS$ ;
- 4/ длительность -  $Q-T$  интервала;
- 5/ расположение -  $ST$  сегмента в отношении изоэлектрической линии;
- 6/ вольтам зубца  $T$ ;
- 7/ систолический показатель.

Для определения временных интервалов на электрокардиограмме измеряется длина соответствующих отрезков в мм и результат умножается на  $0,02$  /скорость движения бумаги  $50$  м/сек./ . Результат получаем в секундах. Если же частота сокращений сердца  $74$  уд/мин., то в границах нормы средние данные длительности интервалов ЭКГ следующие:

$$P - Q = 0,15 \text{ сек.}$$

$$QRS = 0,07 \text{ сек.}$$

$$Q - T = 0,42 \text{ сек.}$$

Длительность интервала  $P - Q$  выше  $0,22$  сек. характеризует наличие нарушения проведения возбуждения от предсердия к желудочкам. Если это нарушение является нарушением функционального происхождения в результате повышенного тонуса блуждающего нерва, то во время работы оно устраняется и наблюдается укорочение  $P - Q$  интервала. Длительность  $QRS$  комплекса выше  $0,10$  сек. указывает на нарушение распространения возбуждения по желудочкам. Длительность  $Q - T$  интервала или электрической систолы зависит, с одной стороны, от частоты сокращений сердца / чем выше частота, тем короче  $Q - T$  интервал/, но с другой стороны, от интенсивности протекания обменных процессов в миокарде /чем больше интенсивность, в частности, в процессе реполяризации, тем короче  $Q - T$  интервал/. Отношение длительности  $Q - T$  интервала к длительности  $R-R$  интервала, выраженное в процентах, является систолическим показателем. При равных частотах сокращений сердца повышение систолического индекса говорит об ухудшении условий протекания обменных процессов в миокарде.

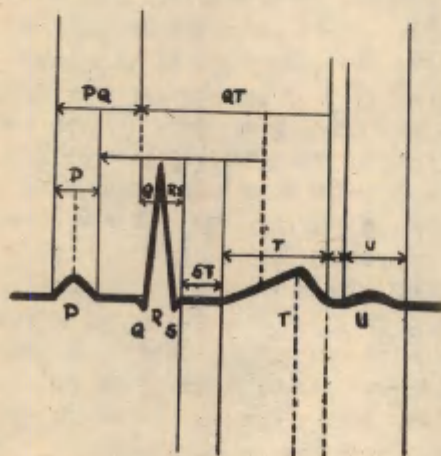


Рис. 3 Компоненты электрокардиограммы.  
Измерение временных интервалов ЭКГ.

На некоторые нарушения в обменных процессах в миокарде указывает смещение S-T сегмента ниже изоэлектрической линии /T - P/.

Высота зубцов электрокардиограмм / а также смещение Q - T сегмента / измеряется в мм. Электрокардиограф должен быть отрегулирован так, чтобы напряжению в I мв соответствовал зубец высотой 10 мм. Таким образом, I мм высоты зубцов соответствует 0,1 мв. Одним из показателей ухудшения состояния миокарда является возникновение отрицательного зубца T /направление зубца T не вверх, а вниз от электрической линии/.

На фонокардиограмме измеряется отрезок времени от первого тона до второго /аускультаторная систола сердца/. Длительность аускультаторной систолы весьма близка к длительности механической систолы сердца. Также определяется отрезок времени от зубца Q ЭКГ до первого тона /длительность асинхронной систолы/ и расположение второго тона в отношении зубца T ЭКГ. Нормально зубец T оканчивается до второго тона. При недостаточности интенсивности обменных процессов в миокарде зубец T продлевается дольше возникновения II тона. Если это расхождение 0,04 сек. и больше, то оно считается признаком метаболического нарушения в миокарде.

#### Определение латентного периода сокращения и расслабления скелетных мышц

Для определения латентного периода двигательных реакций фиксируется отрезок времени от сигнала до начала ответной реакции. Большая точность достигается тогда, когда начало ответной реакции фиксируется по появлению биотоков в соответствующих мышцах. На практических занятиях это производится с помощью 2-канального электрокардиографа. Один из активных электродов располагается на мышце, ответствующей за совершение необходимого движения, и второй электрод на той же конечности на расстоянии 15 - 25 см от первого электрода.

Электрод для заземления прикрепляется на контралатеральной конечности. С помощью одного канала электрокардиографа ре-

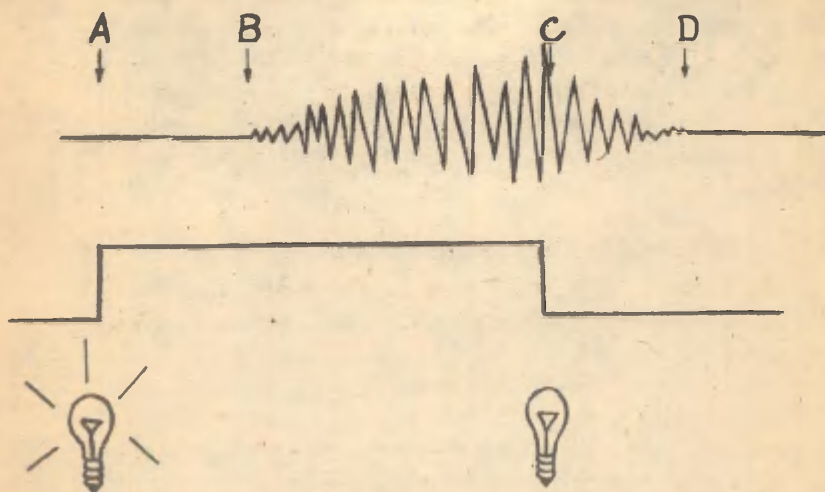
гистрируются биотоки мышцы, с помощью другого канала - зажигание сигнальной лампочки. При зажигании сигнальной лампы исследуемый с предельной скоростью отвечает на это сокращением соответствующей мышцы. Опоздание появления биотоков от момента зажигания лампочки и является латентным периодом сокращения /см. рис. 4/. При выключении сигнальной лампочки исследуемый с предельной скоростью отвечает на это расслаблением соответствующей мышцы. Время от выключения лампочки до исчезновения биотоков составляет латентный период расслабления.

#### Определение временной точности движений

Определение временной точности движения производится с помощью такого электросекундомера, стрелка которого совершает полный круг в течение одной секунды. Нажимом на кнопку исследуемый пускает электросекундомер в ход, останавливает его снятием пальца с кнопки только тогда, когда стрелка сделала полный круг. Фактическая разница остановки стрелки от точки определяется с точностью 0,01 сек. /одно маленькое деление соответствует 0,01 сек./.

#### Определение артериального давления

Определение артериального давления производится по методу Короткова с применением сфигмоманометра Рива Роччи. Для выявления динамики изменения артериального давления оно определяется по возможности не менее 4 раз в минуту. В целях достижения высокой частоты давления, противодействие в манжете создается с помощью более мощного насоса, чем обыкновенный баллончик.



Р и с. 4.

Измерение латентного времени сокращения и расслабления мышц.

Первая кривая сверху отражает биотоки мышц, возникающие при сокращении. Вторая кривая изменяется при включении и выключении сигнальной лампочки. Длина отрезка А - В соответствует времени от сигнала до появления ответа - биотоков мышц. Длина отрезка С - Р соответствует времени от выключения сигнала до прекращения биотоков мышц. Таким образом, отрезок А - В показывает латентное время сокращения и отрезок С - D - латентное время расслабления.

## О к с и г е м о м е т р и я

Оксигеметрией называется фотометрический метод непрерывного измерения степени насыщения крови кислородом, основанный на спектральных особенностях гемоглобина. Оксигемоглобин пропускает видимый красный свет / 620 - 700 мик / в гораздо большей степени, чем восстановленный гемоглобин. Этот факт положен в основу всех методов оксигеметрии. Если же оксигеметрия связана непрерывной записью кривой изменения степени насыщения крови кислородом, то она называется оксигемографией.

В датчике прибора -оксигемографа помещаются источник света и фотозлементы. Датчик одевается на ушную раковину так, чтобы источник света находился на одной стороне, а блок с фотозлементами и светофильтрами - на другой поверхности раковины.

Однако, расширение или сужение капилляров и мелких артерий и вен, изменяя количество крови на пути светового луча, не может не влиять на поглощение света. Для предотвращения этого искажения используются два фотозлемента. Один фотоэлемент, покрытый красным светофильтром, воспринимает видимый красный свет для учета степени насыщения крови кислородом. Другой фотозлемент прикрыт инфракрасным фильтром. Он воспринимает часть спектра, где поглощение света оксигемоглобином и восстановленным гемоглобином сравниваются. В то же время этот фотозлемент реагирует на различие в светопропускании в зависимости от кровонаполнения раковины. Таким образом можно внести в показания оксигемографа поправку. Это совершается автоматически.

Живая ткань содержит артериальную, капиллярную и венозную кровь. Для определения насыщения кислородом артериальной крови надо превратить в просвечиваемой ткани всю кровь в близкую к артериальной. Это достигается путем расширения капилляров, что приводит к ускорению тока крови и в результате этого русло сосудов раковины переполняется артериальной кровью. Расширение капилляров происходит под влиянием тепла. Источником тепла может служить электрическая лампочка, при-

меняемая для просвечивания ушной раковины.

В начале наблюдения стрелка оксигеомографа должна быть отрегулирована на 96% по шкале оксигеомографа. Это составляет исходный уровень.

#### Определение потребления кислорода и выделения углекислого газа

Потребление кислорода определяется на практических занятиях по модификации метода Дуглас-Голдена. В течение предзазначенного периода выдыхаемый воздух собирается в большем /100 - 150 л/ мешки Дугласа. С помощью газовых часов определяется объем воздуха в мешках. Одновременно из мешков выделяют пробу воздуха для определения его содержания. Определение содержания кислорода и углекислого газа производится с помощью специального полярографа. Содержание кислорода во вдыхаемом воздухе /20,96%/ минус содержание кислорода в выдыхаемом воздухе составляет процент использования  $O_2$ . При умножении процента использования  $O_2$  на величину вентиляции легких /вычисленную по объему выдыхаемого воздуха в мешках/ получается величина потребления кислорода. В более точных исследованиях потребление кислорода и выделения  $CO_2$  выражается в соответствии со стандартными условиями /температура  $0^{\circ}C$  и барометрическое давление 760 мм рт.ст./ . Эти подсчеты легко сделать с помощью специальных таблиц.

#### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ РАЗНОЙ МОЩНОСТИ**

При физиологической классификации физических упражнений учитывается следующее:

- 1/ режим работы мышц,
- 2/ структура движений,
- 3/ мощность мышечной деятельности,
- 4/ развитие двигательных качеств.

По режиму работы мышц физические упражнения разделяются на динамические и статические. Это зависит от того, преобладают ли при выполнении двигательной задачи изотони-

ческие или изометрические сокращения мышц.

Исходя из структуры движений физические упражнения разделяются на циклические, ациклические и смешанные. Для циклических упражнений /ходьба, бег, плавание/ характерно:

- 1/ неизменяемая последовательность отдельных взаимосвязанных фаз движений;
- 2/ многократное повторение циклов движений, состоящих из отдельных фаз движения;
- 3/ один цикл движений раздельно не представляет собой совершенное действие.

При ациклических движениях один цикл, состоящий также из нескольких фаз движений, составляет целое, законченное действие. Типичными ациклическими упражнениями являются метание, толкание, прыжки с места и многие гимнастические упражнения. Смешанные упражнения представляют собой комбинации циклических и ациклических упражнений /например, прыжок в длину с разбега/.

Динамические упражнения разделяют по мощности работы на 4 зоны: работа максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности.

Поскольку физиологические функции могут протекать с предельной интенсивностью в течение лишь недлительного отрезка времени, то максимальную мощность в работе мышц можно сохранить только в течение 10-20 сек., в крайних случаях в течение 30 сек. Выполнение работы максимальной мощности связано с исключительно высокими энергетическими затратами. Соответствующие спортивные напряжения обуславливают запрос кислорода 7-14 л, что в пересчете на 1 минуту составляет 40 литров кислорода в минуту. Кратковременность нагрузки не позволяет широкого применения функциональных возможностей дыхательного аппарата и сердечно-сосудистой системы. В связи с тем и в связи с особенностями кинетики энергетических процессов возникающий кислородный долг составляет 90-98% от кислородного запроса.

Основным путем ресинтеза источника энергии мышечного сокращения - аденозинтрифосфорной кислоты /АТФ/ - является

при работе максимальной мощности креатинфосфатный механизм. Это наиболее быстрый по скорости реакций механизм. Однако ограниченные запасы креатинфосфата не позволяют использовать это дольше 5-8 секунд. В связи с этим к этому механизму прибавляют ресинтез АТФ за счет анаэробного расщепления гликогена. Анаэробный гликолиз, более медленный по скорости протекания реакции, обуславливает накопление молочной кислоты. Имеются основания полагать, что содержание креатинфосфата в мышцах имеет исключительно большое значение в отношении спортивной работоспособности в упражнениях максимальной мощности. Необходимо все же подчеркнуть, что в реализации возможностей при совершении работы с максимальной интенсивностью, ренадий фактор находится в деятельности центральной нервной системы, в частности, в функциональной устойчивости нервных центров.

При упражнениях субмаксимальной мощности возможно уже работать без снижения интенсивности действий в течение 1.- 5 минут. При такой работе, по сравнению с работой максимальной мощности, кислородный запрос на минуту меньше, а способность использовать функциональные резервы дыхательного аппарата и сердечно-сосудистой системы больше. Все же сохраняется резкое несоответствие между потреблением кислорода и кислородным запросом. При работе субмаксимальной мощности кислородный долг повышается до предельных величин, что свидетельствует о максимальной мобилизации анаэробной производительности организма. Основным механизмом ресинтеза АТФ является здесь анаэробное расщепление гликогена. Это обуславливается чрезвычайно высоким накоплением молочной кислоты как в мышцах, так и в крови. Накопление молочной кислоты может быть столь значительное, что им превышаются возможности буферных систем и понижается рН внутренней среды организма. Анаэробная производительность и возникновение неблагоприятных сдвигов во внутренней среде являются основными факторами, определяющими спортивную работоспособность в упражнениях субмаксимальной мощности.

При работе большой мощности ресинтез АТФ происходит

в основном за счет окислительного фосфорилирования. Поэтому при определении спортивной работоспособности аэробная производительность и экономность энергетических процессов имеют первостепенное значение. Аэробная производительность, интегральным показателем которой является максимальное потребление кислорода, зависит от функциональных способностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, кислородной емкости крови, условий кровоснабжения мышц и интенсивности окислительных процессов в мышечной ткани. Однако, в большинстве случаев при работе большой мощности аэробная производительность оказывается недостаточной, чтобы покрыть кислородный запрос. Возникает кислородный долг, который с большой длительностью работы может повышаться до весьма значительных величин. Таким образом, помимо аэробной производительности, способность выдерживать кислородный долг имеет также большое значение. Кроме того, нельзя недооценивать значение функциональной устойчивости, от которой зависит сохранение функциональной активности органов, обеспечивающих высокую аэробную производительность на необходимом уровне.

При умеренной работе полное обеспечение кислородного запроса уже не превышает возможности спортсмена. В так называемых марафонских дистанциях спортивная работоспособность зависит от функциональной устойчивости центральной нервной системы, желез внутренней секреции и вегетативных органов, а также от величины энергетических ресурсов и экономии энергетических процессов. Большое влияние здесь на понижение работоспособности оказывает снижение содержания гликогена в мышцах и сахара крови.

Изменения в организме, возникающие при выполнении динамических циклических упражнений, составляют 4 функциональные состояния организма:

- 1/ период вработывания;
- 2/ устойчивое состояние;
- 3/ состояние утомления;
- 4/ период восстановления.

Период вработывания составляет изменения в начале ра-

боты до достижения необходимой функциональной активности, а также оптимальной возбудимости и лабильности органов и тканей. У большинства функций период вработывания характеризуется первоначальным скачкообразным повышением активности, что в дальнейшем сменяется более пологим повышением ее до стабилизации на необходимом уровне /возникновение устойчивого состояния/. Иногда после скачкообразного повышения функциональной активности выявляется феномен поиска: понижение и новое повышение функциональной активности. При кратковременных нагрузках периодом вработывания может быть захвачен весь период работы.

Состояние, которое характеризуется стабильным уровнем в основных функциях, а прежде всего в потреблении кислорода, называется устойчивым состоянием. При истинном устойчивом состоянии потребление кислорода в полном соответствии с кислородным запросом. Аккумуляции кислородного долга нет. Также отсутствует необходимость к дальнейшему повышению активности функций. Истинное устойчивое состояние имеет место, главным образом, при работе умеренной мощности. При кажущемся устойчивом состоянии возникает постоянный уровень функциональной активности из-за того, что функции достигли наивысшего уровня, определенного функциональными способностями соответствующих органов. Соответствие между кислородным запросом и потреблением кислорода отсутствует и существует накопление кислородного долга. Кажущееся устойчивое состояние характерно для работы большой, отчасти также и субмаксимальной мощности.

После окончания работы начинается "перенастройка" деятельности организма от уровня работы к уровню покоя. Период, необходимый для этого, носит название периода восстановления. В общем, в течение первых минут окончания работы восстановление функций протекает более интенсивно, чем в дальнейшем. При упражнениях максимальной и субмаксимальной мощности понижение функциональной активности может предшествовать или некоторое дальнейшее повышение ее, или сохранение активности в течение нескольких секунд на уровне работы. Изменение деятельности

организма в течение периода восстановления зависит от величины явлений задолженностей, возникающих во время работы, от эффективности работы дыхательного аппарата и сердечно-сосудистой системы и от изменений функционального состояния центральной нервной системы.

Весьма существенные особенности выявляются во время восстановительного периода в динамике артериального давления. С окончанием работы прекращается положительное влияние мышечных сокращений на венозный приток крови в сердце. В то же время сохраняется весьма интенсивная деятельность сердца и вазодилатация сосудов работающих мышц. Таким образом, хотя существует усиленный приток крови к мышцам, но отсутствует условие, способствующее оттоку крови. Как результат этого может возникать венозный застой в мышцах, что в свою очередь отражается в резком понижении артериального давления непосредственно после окончания работы. Если же еще затруднить отток крови, например, вертикальным положением тела, то застой крови в нижних конечностях усиливается и может привести к значительному понижению артериального давления, что нарушает кровоснабжение мозга. Это состояние носит название "гравитационный ног". Для предотвращения его необходимо избегать положения стоя после окончания работы. Постепенный переход от работы к покою достигается с помощью упражнений на расслабление.

При выполнении статических упражнений характерной чертой деятельности организма является феномен Линдгарда. Он заключается в том, что повышение кровоснабжения работающих мышц, минутного объема и потребления кислорода во время работы относительно скромное, но зато после окончания упражнения эти показатели значительно повышаются.

Причина возникновения феномена Линдгарда заключается в следующем. Во-первых, значительное статистическое напряжение мышц, компенсируя сосуды мышц, препятствует их повышению кровоснабжению. И во-вторых, статистические напряжения нередко сопровождаются явлением натуживания, то есть остановкой дыхания вместе со значительным повышением

внутригрудного давления. Повышенное давление в грудной клетке препятствует притоку в сердце, а это препятствует значительному повышению минутного объема сердца. Высказано предположение, что помимо этих двух условий возникновение феномена Линдгарда связано также с изменениями в функциональном состоянии центральной нервной системы.

## РАБОТА I

### Влияние положения тела на изменения деятельности сердечно-сосудистой системы после работы

#### Ц е л ь:

- 1/ познакомиться с методами регистрации основных физиологических функций;
- 2/ выяснить влияние вертикального положения тела после работы на изменения частоты сокращений сердца, артериального давления, электродиаграммы и фонокардиограммы после работы.

#### П о р я д о к   н а б л ю д е н и й:

Исследуемый совершает на велоэргометре две одноминутные работы мощностью 200 ватт, причем темп работы - 70 оборотов педалей в минуту. После первой работы исследуемый остается на велоэргометре в положении сидя. Спустя 5 минут начинается вторая работа, после окончания которой исследуемый встает и остается в положении стоя в течение 3 минут. В течение 4-ой и 5-ой минуты восстановления наблюдение продолжается при сидячем положении исследуемого. Работа начинается по команде "начинай", которой за 10 сек. предшествует предварительная команда "приготовиться". Работа кончается по команде "стой".

В течение всего наблюдения с помощью кардиотахографа непрерывно записывается частота сокращений сердца, 4 раза в минуту измеряется артериальное давление и регистрируется ЭКГ и ФКГ по выше представленной схеме /см. стр. 7/.

Задания между студентами-экспериментаторами распределяются следующим образом:

- 1/ руководитель наблюдения - отдает команды, следит за правильным проведением работы и всего наблюдения;
- 2/ регулировщик кардиотахографа - обеспечивает регистрацию кардиотахографической кривой без помех, регулируя по надобности усиление кардиотахографа;
- 3/ регистратор кардиотахограммы - следит за работой регистрирующего блока кардиотахографа, обеспечивает достаточный приток чернил и вносит на кардиотахограмму все сигнальные знаки и результаты измерения артериального давления /точно на уровне самписца кардиотахографа/;
- 4/ регистратор ЭКГ и ФКГ - обеспечивает регистрацию ЭКГ и ФКГ по предназначенной схеме;
- 5/ регистратор артериального давления - измеряет артериальное давление 4 раза в минуту.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

По данным зарегистрированных физиологических показателей составляются таблицы и рисунок. На рисунке изображается динамика изменений частоты сокращений сердца, артериального давления, длительностей P - Q и Q - T интервалов и вольтажа зубца T /см. рис. 5/.

#### В ы в о д ы :

По полученным результатам студент-экспериментатор делает вывод.

В данном случае необходимо выявить различия в зарегистрированных показателях в зависимости от положения тела исследуемого.

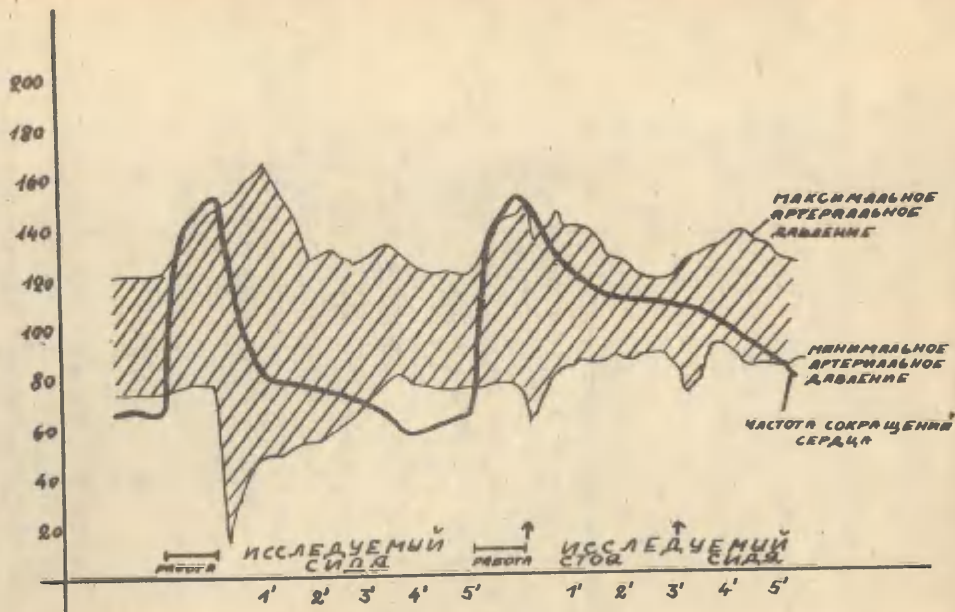


Рис. 5. Изменения частоты сокращений сердца и артериального давления во время и после работы на велоэргометре в зависимости от положения тела исследуемого.

Т а б л и ц а

Фамилия исследуемого : \_\_\_\_\_

Дата и время наблюдения : \_\_\_\_\_

	Положение исследуемого	
	с и д я	с т о я
I	2	3

Изменение максимального артериального давления непосредственно после работы /мм рт.ст./

Изменение минимального артериального давления непосредственно после работы /мм рт.ст./

Наивысший уровень максимального артериального давления в течение первых трех минут восстановления / мм рт.ст./

Пульс-сумма восстановления

Наивысший вольтаж зубца Т в течение первых трех минут восстановления / мв /

Смещение S - Т сегмента ЭКГ в течение первых 3 минут восстановления / мм /

Длительность электрической систолы 3 минуты после работы /сек./

Систолический показатель 3 минуты после работы /%/

Длительность аускультаторной систолы 3 минуты после работы /сек./

Разница между II тоном и окончанием зубца Т /сек./

## РАБОТА 2.

### Изучение физиологических изменений при работах различной мощности

Ц е л ь :

- 1/ выяснить взаимосвязи между интенсивностью и длительностью совершаемой работы;
- 2/ изучить особенности деятельности сердечно-сосудистой системы и состояния двигательного аппарата при выполнении работ различной мощности;
- 3/ определить величину кислородного долга при работах различной мощности.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Исследуемые совершают на велозргометре работы длительностью в 30 сек., 3 мин. и 10 мин. Во всех случаях темп работы по возможности предельный. Эти нагрузки можно рассматривать как работы максимальной, субмаксимальной и большой мощности. Для характеристики темпа работы с помощью регистратора оборотов педалей по 15-секундовым отрезкам фиксируются количества оборотов педалей.

Для характеристики деятельности сердечно-сосудистой системы непрерывно записывается кардиотахограмма, 4 раза в минуту измеряется артериальное давление и регистрируется ЭКГ и ФКГ.

Для изучения состояния двигательного аппарата до нагрузки и спустя 2 и 5 минут после окончания нагрузки определяется латентное время сокращения и расслабления мышц голени.

Величина кислородного долга определяется по избыточному потреблению кислорода /выше уровня покоя/ в течение всего восстановительного периода.

Кислородный долг /мл/ = потребление кислорода /мл/ в течение всего периода восстановления - длительность восстановительного периода /мин./ x потребление кислорода в состоянии покоя /мл/мин./.

В данной работе величина кислородного долга характеризуется условно по потреблению кислорода в течение 5 минут восстановления. Уровень потребления кислорода в покое вычисляется по таблицам нормативов основного обмена. Выдыхаемый воздух собирается в течение последних 30 сек. работы и в течение 5 минут восстановления.

До начала наблюдения изучаемые показатели регистрируются в течение 3 - 5 минутного исходного периода. После каждой нагрузки регистрация изучаемых показателей продолжается в течение 5 минут.

Задания между студентами-экспериментаторами распределяются следующим образом :

- 1/ руководитель наблюдения,
- 2/ регулировщик кардиотахографа,
- 3/ регистратор кардиотахограммы,
- 4/ регистратор ЭКГ и ФКГ,
- 5/ регистратор артериального давления,
- 6/ регистратор латентного времени сокращения и расслабления,
- 7/ регистратор темпа работы,
- 8/ экспериментаторы, проводящие сбор выдыхаемого воздуха.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

По зарегистрированным показателям составляются графики и таблица. Таблица составляется следующим образом, причем в таблицу вносят самую высокую величину данного показателя при каждой нагрузке.

Т а б л и ц а

Фамилия исследуемого : \_\_\_\_\_

Дата и время наблюдения : \_\_\_\_\_

Показатель	Исходный уровень	30-секундная работа	3-х минутная работа	10-ти минутная работа
I	2	3	4	5

Среднее количество оборотов педалей за 15 сек.

Частота сокращений сердца / уд/мин. /

Максимальное артериальное давление /мм рт.ст./

Пульс-сумма восстановления

Вентиляция легких во время работы /л/мин. /

Процент использования  $O_2$  во время работы %/

Потребление кислорода во время работы /мл/мин./

Вентиляция легких за 5-минутный период восстановления / л /

Процент использования  $O_2$  за 5-минутный период восстановления %/

Потребление кислорода за 5-минутный период восстановления / мл /

Кислородный долг /мл/

Латентное время сокращения

Латентное время расслабления

Примечание: Кроме показателей, представленных в таблице, в протоколе указывается и электрокардиографические и фонокардиографические показатели.

Выводы :

В выводах даются основные различия в деятельности организма при выполнении работ различной мощности.

### РАБОТА 3.

#### Влияние статического напряжения на деятельность организма

Ц е л ь :

Определить потребление кислорода и вентиляцию легких во время статического напряжения и в течение первой минуты восстановления.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Исследуемые совершают наклон в упоре до отказа. Во время статического напряжения и в течение первой минуты восстановления выдыхаемый воздух раздельно собирается в мешки Дугласа.

Определяется объем выдыхаемого воздуха в мешках, содержание кислорода и время статического напряжения.

П р о т о к о л   н а б л ю д е н и й

Полученные результаты вносятся в таблицы.

Т а б л и ц а

И с с л е - д у е м ы й	Во время напряжения		В течение первой ми- нуты после напряже- ния		
	мл O <sub>2</sub>	% исполь- зования O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> /мл/мин	/мл/	% исполь- зования O <sub>2</sub>

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

## В ы в о д :

В выводе подчеркивают, когда имеет место наивысший уровень потребления кислорода - во время напряжения или после него.

## Р А Б О Т А 4.

### Комплексное изучение деятельности организма при нагрузках повышающейся мощности

#### Ц е л ь :

- 1/ познакомиться с методикой комплексного изучения физиологических функций организма;
- 2/ изучить деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем с помощью метода повышающих нагрузок;
- 3/ определить алактатный и лактатный компонент кислородного долга;
- 4/ описать изменения в деятельности организма при включении анаэробных процессов.

#### П о р я д о к   н а б л ю д е н и й:

Исследуемый совершает на велоэргометре четыре 2-минутных работы мощностью 150, 200, 250 и 300 ватт. Темп работы устанавливается по метроному - 70 оборотов педалей в минуту. В течение всего наблюдения непрерывно регистрируются частота сокращений сердца с помощью кардиотахографа, частота дыхания с помощью пневмографа, насыщение артериальной крови кислородом - с помощью оксигемографа. Для оценки состояния миокарда регистрируется также ЭКГ. До работы, в течение 30 секунд каждой нагрузки и в течение 10 минут восстановления собирается выдыхаемый воздух в мешки Дугласа. Для точного определения кислородного долга выдыхаемый воздух собирается во время первой минуты восстановления в 4 мешка

/ по 15-секундовым отрезкам/, во время второй минуты - в 2 мешка /по 30-секундовым отрезкам/, во время третьей минуты в один мешок Дугласа. Начиная с четвертой минуты для сбора воздуха используется один мешок. Определяется объем выдыхаемого воздуха и содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в нем. Вычисляются величины потребления  $O_2$ , выделения  $CO_2$  и дыхательный коэффициент. Для нахождения алактатного и лактатного компонента кислородного долга потребление кислорода в течение 10 минут восстановления изображается графически.

До работы, в конце каждой нагрузки и на 5 минуте восстановления берут пробу крови из пальца для определения содержания молочной кислоты.

Уровень потребления кислорода, при котором началось накопление молочной кислоты в крови, выражается в процентах от максимального потребления кислорода. Вычисляется также кислородный пульс /потребление кислорода : частота сокращений сердца/.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

Результаты наблюдения вносят в следующую таблицу:

Показатель	Исходный уровень	I нагрузка	II нагрузка	III нагрузка	IV нагрузка
I	2	3	4	5	6

$\dot{V}_E$  /уд./мин./

$\dot{V}_E$  /мл/мин./

$CO_2$  %

% использования  $O_2$

$\dot{V} O_2$  /мл/мин./

$\dot{V} CO_2$  /мл/мин./

$HbO_2$  %

$f$  /раз/мин./

$\dot{V}_T$  /мл/

Кислородный пульс  
/мл/удар./

I	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

$P - Q$  /сек./

Систолический показатель %

Расположение  $S - T$

Содержание молочной кислоты в крови /мг %/

### З а м е ч а н и е :

Результаты даются в отношении последней 30-ой секунды каждой нагрузки. Путем интра- и экстраполяризации определяется мощность работы, при которой частота сокращений сердца 170 ударов в минуту.

### В ы в о д ы :

В выводах оцениваются изменения показателей дыхания и кровообращения при нагрузках повышающейся мощности. Описываются изменения в деятельности организма при включении анаэробного метаболизма.

## СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ПРИСПОСОБЛЕНИЕ К НАГРУЗКЕ В УСЛОВИЯХ СОВЕВНОВАНИЯ

Эмоциональное состояние, сопровождающее спортивные соревнования, основывается на изменениях во взаимодействии между корковыми и подкорковыми нервными центрами. Они приносят значительные изменения работоспособности, которые отражаются в спортивных достижениях. Основоположник спортивной медицины в Германии проф. Э.Герксгеймер писал, что большинство рекордов становилось возможным только благодаря конкуренции.

Вместе с изменением работоспособности, в условиях соревнования и других эмоциональных состояниях изменяется также приспособление организма к физическим нагрузкам. В условиях соревнования наблюдаются более значительные сдвиги частоты сокращений сердца, артериального давления, газообмена, электро-

кардиограммы, содержания сахара и молочной кислоты в крови, чем в условиях тренировки. В условиях соревнования наблюдаются и значительные изменения в активности внутрисекреторных желез. Восстановление после нагрузок в условиях соревнования протекает, как правило, медленнее, чем при тренировках.

Значительная мобилизация так называемых запасных сил в условиях соревнования может в некоторых случаях обуславливать возникновение таких состояний в деятельности организма, которые указывают на неадекватное приспособление к выполняемой нагрузке.

## РАБОТА 5.

### Особенности приспособления организма к нагрузке в условиях соревнования

#### Ц е л ь :

Выяснить изменения работоспособности, деятельности сердечно-сосудистой системы, газообмена и состояния двигательного аппарата в условиях соревнования.

#### П о р я д о к   н а б л ю д е н и й:

Наблюдения проводятся два дня, количество исследуемых не менее 4. В первый день наблюдения исследуемые совершают на велоэргометре I-минутную работу в предельном темпе. Физиологические функции регистрируются так, как при работе 2. В первый день наблюдения исключаются всякие замечания по поводу работоспособности исследуемого или по поводу зарегистрированных показателей. Во второй день наблюдения та же самая нагрузка выполняется в условиях соревнования. Соревнования заключаются в достижении наибольшего количества оборотов педалей в течение минуты работы. Первых награждают призами, приветствуют зрители, позволяется поощрение.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

Разработка результатов проводится как при работе № 2. Полученные результаты вносятся в следующую таблицу:

Т а б л и ц а

Исследуемый	«Тренировочная нагрузка»					«Соревновательная нагрузка»				
	Кол-во оборотов педалей	Макс. арт. давл. (мм рт. ст.)	Мин. арт. давл. (мм рт. ст.)	Частота сокращений сердца (уд/мин.)	ПСВ	Кол-во оборотов педалей	Макс. арт. давл. (мм рт. ст.)	Мин. арт. давл. (мм рт. ст.)	Частота сокращений сердца (уд/мин.)	ПСВ
1.										
2.										
3.										
4.										

**В ы в о д ы :** В выводах выявляются наиболее типичные особенности в приспособлении организма к соревновательным нагрузкам.

## У Т О М Л Е Н И Е

Начальный период физической работы называется вработыванием. Этот период характеризуется перенастраиванием функций организма с уровня покоя до уровня работы. Вработывание оканчивается достижением устойчивого состояния. Устойчивое состояние может в свою очередь сменяться состоянием утомления. Первопричиной утомления считаются функциональные изменения в центральной нервной системе, обуславливающие понижение работоспособности двигательного аппарата и расстройства в регуляции и координации различных функций. Развитию утомления способствуют еще многие факторы. При работе субмаксимальной мощности развитию утомления в значительной мере способствует накопление молочной кислоты и понижение рН в тканях организма. При длительных нагрузках умеренной мощности развитие утомления связано с уменьшением энергетических ресурсов организма и понижением сахара крови.

Утомление следует рассматривать как защитную реакцию организма, избегающего чрезмерного истощения.

## Р А Б О Т А 6.

### Изучение развития утомления при повторной работе

Ц е л ь:

Характеризовать физиологические изменения в деятельности организма при выполнении повторной динамической работы.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и я:

Исследуемый совершает на велоэргометре 10 повторений одноминутной работы через 2-х минутные интервалы отдыха. Темп работы во время каждого повторения предельный. Так, количество оборотов педалей, совершенных в течение минуты работы, характеризует изменения работоспособности. В течение всего наблюдения непрерывно регистрируется частота сокраще-

ний сердца с помощью кардиографа и 4 раза в минуту измеряется артериальное давление. Ведется также регистрация ЭКГ по вышеуказанной схеме. До и после первой работы, а также после последней работы регистрируется латентное время сокращения и расслабления мышц голени.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

Полученные данные суммируются в следующей таблице:  
/ см. стр. 35 /

Зарегистрированная динамика изменения частоты сокращений сердца и артериального давления представляется в виде рисунка.

**В ы в о д ы:**

В выводах указывается на выявленные сдвиги, отражающие развитие состояние утомления. Особое внимание уделяется согласованности и диссоциации отравлений утомления в двигательной и вегетативной сферах организма.

#### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРЕНИРОВАННОСТИ**

В связи с перенастраиванием функционального состояния организма под влиянием систематических физических упражнений как в состоянии покоя, так и при выполнении физических нагрузок выявляются различия в физиологических функциях. Количественные показатели этих различий и характеризуют состояние тренированности спортсмена.

Показатели тренированности определяются в состоянии покоя и при выполнении или дозированных, или предельных физических нагрузок.

В состоянии покоя зарегистрированные показатели тренированности в большинстве случаев отражают экономизированную деятельность организма. Минутный объем сердца /  $Q$  / у высоко тренированных спортсменов несколько ниже, чем у нетренированных лиц. В основном это происходит за счет пони-



жения частоты сокращений сердца. Но надо отметить, что брадикардия выявляется в первую очередь у спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими выносливости. Однако, необходимо иметь в виду, что в некоторых случаях брадикардия обусловлена перенапряжением сердца.

В связи с повышением тренированности артериальное давление существенно не изменяется. Повышение артериального давления, как правило, связано с ухудшением функционального состояния спортсмена.

Такие изменения, как урежение дыхания, уменьшение вентиляции легких, понижение основного обмена характеризуют тренированность в меньшей мере.

При определении тренированности большое значение имеют специальные функциональные пробы дыхательной системы, как определение максимальной вентиляции, анаэробной производительности организма и мощности мышц. Жизненная емкость легких зависит в весьма значительной мере от физического развития, в частности, от длины и веса тела. При учете физического развития выявляется и зависимость жизненной емкости легких от тренированности.

При росте тренированности повышается максимальная вентиляция легких, повышается мощность дыхательных мышц и лучше переносится понижение процента оксигемоглобина при задержке дыхания.

Рост тренированности отражается также в уменьшении моторной хронаксии мышц, в повышении способности мышц к расслаблению, в увеличении различия между напряжением мышц в фазе сокращения и расслабления.

При выполнении стандартной нагрузки тренированность отражается в более экономной перестройке физиологических функций к условиям работы. При выполнении стандартной работы у более тренированных минутный объем и частота сокращений сердца, вентиляция легких и потребление кислорода меньше, а процент использования кислорода больше, чем у менее тренированных лиц.

Для роста тренированности особенно характерно увели-

чение предельного объема работы, которую возможно совершить. В этом больше или меньше отражаются все прогрессирующие изменения в организме, сопровождающие процесс тренировки. При этом повышенная работоспособность имеет наиболее прямую взаимосвязь с улучшением использования энергетических ресурсов, усовершенствованием неврогенной и гуморальной регуляции и более активной мобилизацией функций организма.

Однако, у тренированного спортсмена активная мобилизация функций не означает повышение функции выше оптимальных границ. У тренированных спортсменов при выполнении предельных нагрузок частота сокращений сердца не превышает 170 - 200 ударов в мин., достижение исходных величин частоты пульса и артериального давления протекает у них после нагрузки быстрее, чем у нетренированных.

Повышение тренированности сопровождается значительным увеличением способности повысить вентиляцию легких и потребление кислорода. Одним из наиболее существенных показателей тренированности считается аэробная производительность организма, т.е. уровень максимального потребления кислорода.

Максимальное потребление кислорода выражается или в литрах в минуту, или в миллилитрах в минуту на кг веса. Чем выше "кислородный потолок", тем больше работоспособность и тем выше спортивный результат, в частности, в видах спорта, требующих выносливости. Максимальное потребление кислорода является интегральным показателем, зависит от большой совокупности факторов /см. рис.6/.

## Мышечная работа аэробного характера

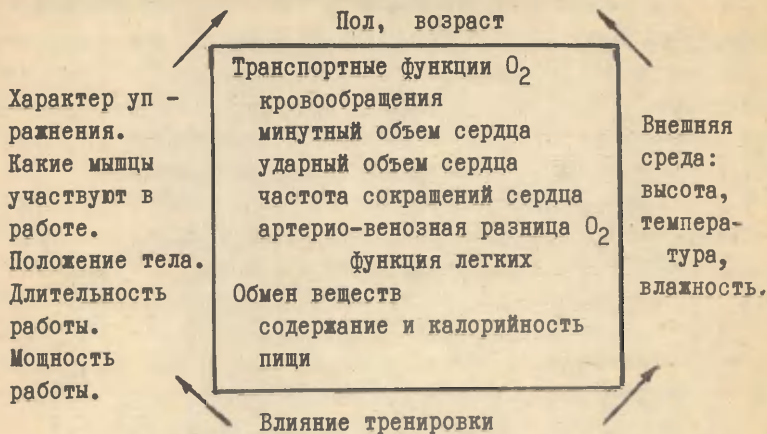


Рис. 6. Факторы, влияющие на аэробную  
производительность.

Установление "кислородного потолка" обусловлено прежде всего ограниченной возможностью повысить минутный объем сердца. Максимальное потребление кислорода зависит также от количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови, от взаимной координированности кровообращения и работы дыхательного аппарата, от артериально - венозной разницы кислорода и активности дыхательных ферментов. Максимальное потребление кислорода тем выше, чем больше масса работающих мышц. У женщин аэробная производительность составляет 60 - 75% от величин, отмеченных у мужчин.

В результате спортивной тренировки возможно повысить "кислородный потолок" на 1,0 - 2,5 литров в минуту. У мужчин, не занимающихся спортом, максимальное потребление кислорода 3,2 - 4,0 л/мин., у тренированных спортсменов оно

доходит до 6,0 - 6,5 л/мин. У женщин соответствующие величины "кислородного потолка" 2,3 - 2,8 л/мин. и 4,0 - 5,0 л/мин.

При предельной работе у тренированных спортсменов выявляется явный перевес в отношении скорости, выносливости и силы, чем у нетренированных лиц.

## РАБОТА 7.

### Образование навыка на временную точность движений

Ц е л ь :

Изучить динамику образования навыка на временную точность движений.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

У исследуемого определяется с помощью электросекундомера временная точность движений. Задание - остановить стрелку секундомера точно в точке "0" /см. стр. II/. Ошибка регистрируется с точностью 0,01 сек. Каждый исследуемый совершает 50 попыток и на основе этого фиксируется кривая развития временной точности движений.

### Анализ результатов и протокол наблюдений

Ошибка при остановке секундомера выражается двумя путями: 1/ разницей от точки "0", независимо от того, оставливали ли стрелку до или после точки "0",

2/ разницей от точки "0", прибавлением знака "минус", если стрелку останавливали раньше, и знака "плюс", если стрелку останавливали позже.

Полученные данные изображаются в виде рисунка /см. рис. 7/.

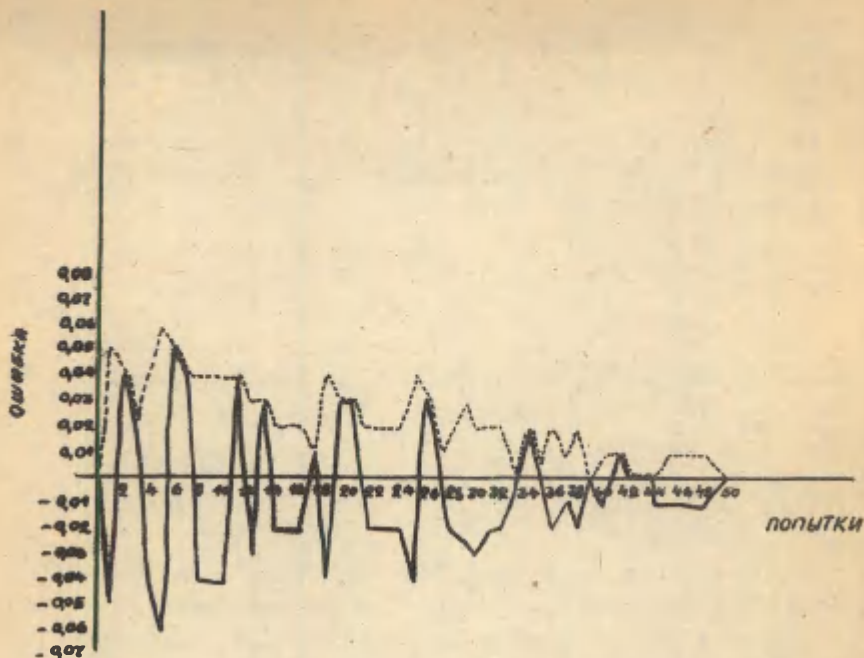


Рис. 7. Динамика развития временной точности движений.

## РАБОТА 8.

### Показатели тренированности в покое

Ц е л ь :

Оценить состояние организма с помощью показателей, зарегистрированных в состоянии покоя.

## П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Исследуемыми выбираются студенты с различной физической подготовленностью. У них в положении сидя определяется частота сокращений сердца по 10 секундовым отрезкам в течение одной минуты и измеряется артериальное давление по методу Короткова. К этому следует прибавить взятие крови из пальца для определения количества эритроцитов и содержания гемоглобина.

Из показателей дыхательного аппарата определяется максимальная вентиляция легких в течение 15 секунд, жизненная емкость легких и пневмотахометрические показатели.

Определяется также реобаза и хронаксия антагонистических групп мышц.

### Анализ результатов и протокол наблюдений

Полученные данные вносят в следующую таблицу:

<u>Показатели</u>	<u>Исследуемые</u>
Возраст	
Вид спорта	
Спортивный разряд	
Частота сокращений сердца	
Максимальное артериальное давление	
Минимальное артериальное давление	
Кол-во эритроцитов	
% гемоглобина	
Максимальная вентиляция легких	
Пневмотахметрия /инсп./	
Пневмотахметрия /эксп./	
Реобаза	
Хронаксия	

## В ы в о д ы :

На основе полученных результатов делают заключение о тренированности и функциональном состоянии каждого исследуемого.

## РАБОТА 9

### Показатели тренированности при выполнении дозированной работы. Гарвардский степ-тест

#### Ц е л ь :

Оценить степень тренированности с помощью дозированных нагрузок.

#### П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Дозированной нагрузкой у исследуемых является подъем на ступень высотой 51 см 30 раз в минуту в течение 5 минут. До работы начинается непрерывная запись частоты сокращений сердца с помощью кардиотахографа, измеряется артериальное давление по Короткову и производится подсчет частоты дыхания. Во время работы продолжается кардиотахографическая запись и подсчет частоты дыхания. В течение последних 30 секунд работы совершается сбор выдыхаемого воздуха в мешок Дугласа. В течение 5-минутного восстановительного периода производится кардиотахографическая запись, подсчет частоты дыхания, измерение артериального давления и определяется кислородный долг.

#### Анализ результатов и протокол наблюдений

На основе кардиотахографической записи вычисляется индекс степ-теста по следующей формуле:

$$И = \frac{В \times 100}{2 ( П_1 + П_2 + П_3 )}$$

- В - длительность работы в секундах;  
 П<sub>1</sub> - число сокращений сердца с 1 мин. до 1 мин. 30 сек. восстановления;  
 П<sub>2</sub> - число сокращений сердца с 2 мин. до 2 мин. 30 сек. восстановления;  
 П<sub>3</sub> - число сокращений сердца с 3 мин. до 3 мин. 30 сек. восстановления.

Полученные результаты вносятся в следующую таблицу:

Показатель	Исследуемый
5 - минутная работа	$\dot{V}O_2$ $\dot{V}$ $F$
60 - та	$M_X$ $M_{II}$
3 -я минута восстановления	$\dot{V}O_2$ $\dot{V}$ $F$
восстановления	$M_X$ $M_{II}$

П С В

Кислородный долг

Индекс степ-теста

## Выводы:

На основе зарегистрированных показателей делают заключение о тренированности каждого исследуемого.

## РАБОТА Ю

Показатели тренированности при выполнении предельных нагрузок. Определение аэробной производительности организма

## Цель:

- 1/ познакомиться с одной методикой определений аэробной производительности организма;
- 2/ определить максимальное потребление кислорода, максимальный пульс и кислородный долг у представителей различных видов спорта.

## Порядок наблюдений:

Исследуемый совершает на велоэргометре 6-минутную работу. В течение первых 5 минут темп работы 60 оборотов в минуту и мощность 200 ватт. Последняя минута работы совершается с предельной мощностью за счет предельного вращения педалей. Количество оборотов педалей, совершенных в течение последней минуты работы, регистрируется. До, во время и в течение 5 минут после работы с помощью кардио-тахографа регистрируется частота сокращений сердца. Сбор выдыхаемого воздуха производится в течение последних 30 секунд работы и 5 минут восстановления.

В выдыхаемом воздухе определяется с помощью газоанализатора содержание кислорода, измеряется также объем выдыхаемого воздуха и вычисляется вентиляция легких.

Анализ результатов и протокол наблюдений:

- Вычисляется
- а/ максимальное потребление кислорода в литрах в минуту и в миллилитрах в минуту на кг веса;
  - б/ максимальный кислородный пульс:  
$$\text{Макс } O_2/\text{пульс} = \frac{\text{Макс } \dot{V}O_2 \text{ /мл/удар/}}{\text{Макс } f}$$
  - в/ кислородный долг.

**В ы в о д ы :**

В выводах показывается, у представителей каких видов спорта наивысшее максимальное потребление кислорода и какие другие зарегистрированные показатели сопряжены с ним.

Полученные результаты вносят в следующую таблицу:



## РАБОТА II.

### Изучение алактатной производительности организма по Маргария

Ц е л ь :

- 1/ Познакомиться с методикой изучения алактатной производительности, рекомендуемой Маргария.
- 2/ Определить алактатную производительность у представителей различных видов спорта.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Исследуемый совершает 2 - 3 разбега с предельной скоростью по лестнице вверх. Наиболее целесообразная высота ступени 32-38 см. Количество ступеней 6 - 8. Время бега фиксируется с помощью электросекундометра с точностью 0,01 или 0,02 сек. с четвертой до шестой или с шестой до восьмой ступени. При нагрузке работа заключается в основном в преодолении силы тяжести. Поэтому вертикальный компонент скорости /м/сек./, характеризует мощность работы /кгм/мин/. Энергия для совершения данной работы высвобождается в основном за счет анаэробных процессов.

Вертикальный компонент скорости вычисляется по следующей формуле:

$$V_v = \frac{h}{t}$$

$h$  - высота лестницы / м /  
 $t$  - время бега / сек. /

Анализ результатов и протокол наблюдений:

Результаты наблюдения вносятся в следующую таблицу:

Исследуемый	Время бега / сек. /	Вертикальный компонент скорости / м/сек./	Вид спорта

**В ы в о д :**

Дается оценка полученным показателям алактатной  
производительности.

## ИЗМЕНЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА В СВЯЗИ С ГИПОКСИЕЙ

Проведение соревнований и тренировок в условиях среднегорья повышает значение изучения деятельности организма при гипоксии. Приспособление к условиям горного климата и, в частности, к гипоксии, называется акклиматизацией. Приспособление организма к условиям гипоксии начинается с учащения сердечной деятельности и повышения легочной вентиляции. Вслед за этим в результате усиленного эритропоэза наступает повышение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови. Благодаря увеличению кислородной емкости крови, изменения в дыхании и деятельности сердечно-сосудистой системы затухают. И лишь затем развиваются приспособительные изменения непосредственно в тканях, обеспечивающие более высокую утилизацию кислорода тканями.

Акклиматизации способствует применение на уровне моря задержек дыхания, вдыхания смеси воздуха, обедненной кислородом, дыхание в замкнутом пространстве и пребывание в барокамерах.

### РАБОТА 12

#### Изучение деятельности организма в условиях гипоксии

Ц е л ь :

- 1/ Определить время задержки дыхания на вдохе и на выдохе;
- 2/ изучить изменение содержания оксигемоглобина в артериальной крови при задержке дыхания. Найти время кровотока "легкие-ухо";
- 3/ изучить изменения содержания оксигемоглобина в артериальной крови и электрокардиограмме при дыхании в замкнутом пространстве;

4/ определить содержание кислорода в замкнутой системе в конце наблюдения.

П о р я д о к   н а б л ю д е н и й :

Задержки дыхания производятся в сидячем положении исследуемого. После глубокого вдоха /70-80% от жизненной емкости легких/ исследуемый прекращает дыхание. Задержка дыхания производится до отказа. После короткой паузы задержка дыхания повторяется, но теперь после глубокого выдоха. С помощью оксигеомографа регистрируются изменения насыщения артериальной крови кислородом и с помощью секундомера определяется время кровотока от легких до уха / см. рис. 8/.

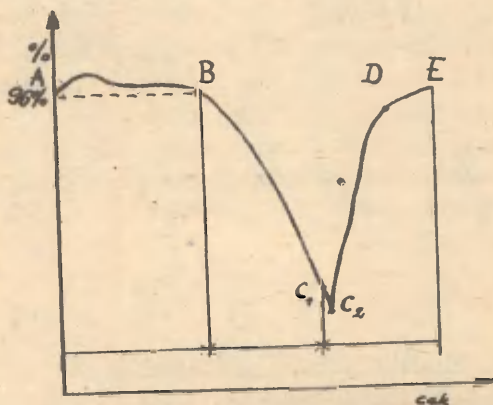
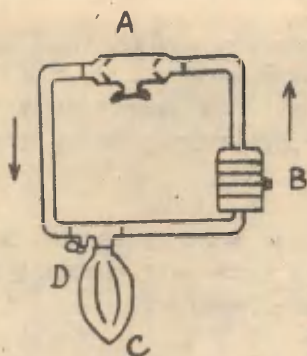


Рис. 8. Изменение % Н в  $O_2$  при задержке дыхания. Отрезок А - В - устойчивая фаза,  $BC_2$  - гипоксемическая фаза,  $C_1 C_2$  - время кровотока от легких до уха.  $C_2 - D$  - быстрая фаза восстановления,  $D - E$  - медленная фаза восстановления.

Для изучения деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой системы при гипоксии на практическом занятии используется дыхание в замкнутой системе /рис. 9/.



Р и с. 9.

Замкнутая система для создания гипоксии.

- А - мундштук, В - абсорбер  $\text{CO}_2$ ,
- С - резиновый мешок,
- Д - кран для сбора проб воздуха.

Положение исследуемого лека. До включения исследуемого в замкнутую систему начинается регистрация насыщения артериальной крови кислородом. В течение всего наблюдения производится оксигеметрическая запись, повторные съемки ЭКГ и подсчет частоты дыхания. Дыхание в замкнутую систему производится в течение 3 минут. После чего изучается восстановление в течение 3 минут. В конце наблюдения определяется содержание  $\text{O}_2$  в замкнутой системе.

### Анализ результатов и протокол наблюдений

Данные, собранные при задержке дыхания, вносятся в таблицу I.

Данные, собранные при дыхании в замкнутом пространстве, вносятся в таблицу II.

Кроме данных, излагаемых в таблицах, протоколируются также электрокардиографические показатели.

#### **В ы в о д ы :**

Указывается на факторы, влияющие на длительность задержки дыхания, а также на изменения в дыхании и деятельности сердца при гипоксии.

Таблица I

Исследуемый	Задержки дыхания на вдохе			Задержки дыхания на выдохе			Время кровотока "легкие - ухо" (сек.)
	Длительность задержки дыхания (сек.)	Длительность А - В	Наименьший % $\text{H}\{ \text{O}_2$	Длительность задержки дыхания (сек.)	Длительность А-В (сек.)	Наименьший % $\text{H}\{ \text{O}_2$	



## СИМВОЛЫ

Средняя величина	$\bar{x}$ /черточка над символом/
Показатель, выраженный в отрезке времени	$\dot{x}$ /точка над символом/
Объем газа	$V$ /мл, л/
Давление газа	$P$ /ммНг, ммН <sub>2</sub> O/
Объем крови	$Q$ / мл, л /
Минутный объем дыхания	$\dot{V}$ / мл/мин. л/мин./
Потребление кислорода	$\dot{V}_{O_2}$ /мл/мин., л/мин./
Максимальное потребление O <sub>2</sub>	$\dot{V}_{O_2}$ макс./л/мин., мл/мин./ кг/
Максимальная вентиляция	$\dot{V}$ макс. /л/мин./
Жизненная емкость легких	$VC$ /мл, л/
Частота дыхания	$f$ /раз/мин./
Частота сокращений сердца	$F$ /ударов/мин./
Минутный объем сердца	$\dot{Q}$ /мл/мин., л/мин./
Стандартная температура /0°С/, барометрическое давление /760 мм Н/ и сухой воздух	STPD

## Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1/ Зинкин, Н.В. /под ред./  
Физиология человека. М., 1964.
- 2/ Кабанов, А.Н. /под ред./  
Руководство к лабораторным за-  
нятиям по физиологии человека и  
животных. М., 1966.
- 3/ Гандельсман, А.Б. /под ред./  
Практические занятия по физиоло-  
гии. М., 1968.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
<u>Введение</u> .....	3
<u>Аппаратура и методика исследования</u>	
Велозргометрия .....	4
Кардиотахография .....	4
Электрокардиография .....	7
Определение латентного периода сокращения и расслабления скелетных мышц .....	10
Определение временной точности движений .....	11
Определение артериального давления .....	11
Оксигеметрия .....	13
Определение потребления кислорода и выделения угле - кислого газа .....	14
<u>Физиологические особенности мышечной работы разной мощности</u> .....	14
Работа 1. Влияние положения тела на изменения деятель - ности сердечно-сосудистой системы после работы .....	20
Работа 2. Изучение физиологических изменений при работах различной мощности .....	24
Работа 3. Влияние статического напряжения на деятель - ность организма .....	27
Работа 4. Комплексное изучение деятельности организма при нагрузках повышающейся мощности .....	28
<u>Спортивная работоспособность и приспособление к нагрузке в условиях соревнования</u> .....	30
Работа 5. Особенности приспособления организма к нагрузке в условиях соревнования .....	31
<u>Утомление</u> .....	33
Работа 6. Изучение развития утомления при повторной работе .....	35
<u>Физиологические показатели тренированности</u> .....	34
Работа 7. Образование навыка на временную точность .....	39

Работа 8. Показатели тренированности в покое .....	40
Работа 9. Показатели тренированности при выполнении дозированной работы. Гарвадский степ-тест .....	42
Работа 10. Показатели тренированности при выполнении предельных нагрузок. Определение аэробной производительности организма .....	44
Работа 11. Изучение алактатной производительности организма по Маргарин .....	47
<u>Изменение деятельности организма в связи с гипоксией ...</u>	49
Работа 12. Изучение деятельности организма в условиях гипоксии .....	49
Символы .....	55
Литература .....	56

А.А.Вару, Я.П.Пирит

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ  
ПО ФИЗИОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

На русском языке

Тарусский государственный университет  
СССР, г.Таргу, ул. Школьная, 18

Ответственный редактор К.Томсон  
Корректор Н. Чкалова

Рецензия ТГУ 1970. Сдано в печ. 31/III 1970 г.  
Печ. листов 3,69 (условных 3,38). Учет.-кадет.  
листов 2,7. Тираж 500 экз. Бумага 30x42.1/4 эк.  
Зак. № 1053

Цена 15 коп.

Цена 15 коп.