

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
I МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА (ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
ДЫХАТЕЛЬНОЙ, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ И  
ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ) ПОД ВЛИЯНИЕМ  
СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ**

**Методическая разработка для студентов III курса лечебного и  
медико-педагогических факультетов**

**ЧАСТЬ II**

**Ташкент – 2003**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ, ДЫХАТЕЛЬНОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМ**

Цель занятия: научить студентов проводить обследование различных контингентов населения в связи с занятиями физической культурой (функциональные пробы, оценка данных медицинского освидетельствования, врачебное заключение).

Время: для лечебного и медико-педагогического факультетов – 2 ч.

Учебные базы: кабинет врачебного контроля кафедры, врачебно-физкультурный диспансер, врачебные кабинеты общеобразовательных школ, вузов, врачебные кабинеты спортивных сооружений ДСО.

Материальное обеспечение и наглядные пособия: врачебно-контрольная карта физкультурника (форма № 227), медицинские кушетки, секундомеры, тонометры (сфигмоманометры), фонендоскопы, схемы, таблицы, слайды, иллюстрирующие методику постановки и оценки функциональных проб, типы реакций сердечно-сосудистой системы на дозированные нагрузки.

Задание: овладение методикой комплексного медицинского освидетельствования различных возрастных групп населения в связи с занятиями физической культурой (клиническое обследование, функциональные пробы и их оценка, врачебное заключение, рекомендации).

Рабочий план и методика выполнения задания представлены в табл. 1.

## Рабочий план и методика выполнения задания

Содержание задания	Ориентировочное время на данный раздел работы, мин.	Методические указания
1. Клиническое обследование		Проводится в соответствии с вопросами, поставленными в форме № 227
2. Исследование функционального состояния вегетативной нервной системы – пробы: а) ортостатическая, б) клино-ортостатическая. Дыхательные функциональные пробы	15 – 20  20 – 40	Студент должен овладеть практическими навыками постановки названных проб, уметь правильно запротоколировать полученные данные и дать им соответствующую оценку
3. Овладение методикой проведения простейших функциональных проб сердечно-сосудистой системы: ГЦОЛИФК или Мартинэ – Кушелевского	35 – 50	
4. Написание заключения о результатах медицинского освидетельствования, включающего оценку: а) общих сведений о физическом воспитании, спортивной тренировке, физической культуре в режиме труда и отдыха, б) полученных антропометрических данных,	35 - 45	Анализ и синтез данных анамнеза, соматоскопии, антропометрии, клинического и функционального исследования

<p>в) данных наружного осмотра,  г) данных клинического обследования систем и органов, включая специальные исследования: рентгеноскопии и рентгенографии, лабораторных данных, заключений консультантов,  д) других исследований,  е) общего физического развития обследуемого,  ж) состояния здоровья (при заболевании – обоснованный диагноз),  з) уровня тренированности (адаптации к мускульной нагрузке)</p>		
<p>5. Определение медицинской группы обследуемого и написание врачебно-физкультурной рекомендации:  утренняя гигиеническая гимнастика, закаливающие процедуры, вид активного отдыха, двигательный режим, санитарно-гигиенические мероприятия, коррекция осанки, индивидуальная гимнастика. Лечение</p>	<p>15 – 12</p>	<p>Врачебно-физкультурная рекомендация выдается на руки обследуемому</p>

### **Клиническое обследование и функциональные пробы**

Перед исследованием внутренних органов (до выяснения жалоб) необходимо путем расспроса получить данные ближайшего физкультурно-спортивного анамнеза. Следует установить двигательный режим обследуемого на протяжении последних нескольких недель: объем и характер тренировок, как часто выступает в соревнованиях, каковы результаты.

Исследования органов и систем проводят по общепринятой при массовых осмотрах методике (перкуссия, аускультация, пальпация и т.п.) после чего приступают к проведению функциональных проб (в необходимых случаях физкультурника направляют к узким специалистам для более подробного обследования и уточнения диагноза).

Функциональные пробы выявляют приспособляемость организма, его потенциальные возможности в ответ на действие определенного раздражителя, нагрузки.

### **Пробы для исследования функционального состояния вегетативной нервной системы**

Ортостатическая проба. После 5-минутного пребывания в горизонтальном положении у обследуемого считают пульс в течение 15 с и измеряют артериальное давление. Затем исследуемый спокойно встает и у него опять считают пульс и измеряют артериальное давление: а) сразу после вставания и б) спустя 1 мин. Производится сопоставление цифровых величин с целью выявления степени возбудимости и тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы.

*Оценка.* При нормальной возбудимости симпатического отдела происходит увеличение частоты сердечных сокращений на 18 – 27% исходной величины. Более высокие цифры говорят о повышенной (неблагоприятной) возбудимости, что наблюдается при гипертиреозе, сердечно-сосудистой недостаточности, у реконвалесцентов, у спортсменов в течение первых часов после тренировки, а также при перенапряжении и перетренированности.

Здоровые и хорошо тренированные лица обладают устойчивым тонусом вегетативной нервной системы (учащение пульса в пределах до 10 % исходной величины).

Артериальное давление в норме при вставании по сравнению с данными в горизонтальном положении изменяется мало (систолическое давление колеблется в пределах  $\pm 10$  мм рт. ст., диастолическое –  $\pm 5$  мм рт. ст.).

Считают, что чем больше была физическая нагрузка, тем в большей степени уменьшается пульсовое давление при переходе из горизонтального положения в вертикальное. Поэтому

ортостатическая проба может применяться с целью выявления воздействия физической тренировки на организм.

Клино-ортостатическая проба. При переходе из вертикального положения в горизонтальное повышается тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. В норме замедление пульса при этом не превышает 6 ударов в минуту.

### **Дыхательные пробы**

Пробы с задержкой дыхания и комбинированные широко применяются для оценки функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе). Обследуемый после 5 – 7 мин отдыха в положении сидя делает полный вдох и выдох, а затем снова вдох (80 – 90 % от максимального) закрывает рот и нос. Отмечается время от момента задержки до ее прекращения. Продолжительность задержки дыхания в большой степени зависит от волевых усилий человека, поэтому в задержке дыхания различают время чистой задержки и волевой компонент. Начало последнего фиксируется по первому сокращению диафрагмы (колебанию брюшной стенки). У здоровых детей и подростков в возрасте 6 – 18 лет длительность задержки дыхания на вдохе колеблется в пределах 16 – 55 с. Здоровые взрослые нетренированные лица задерживают дыхание на вдохе в течение 40 – 50 с, а тренированные спортсмены – от 60 с до 2 – 2.5 мин. С нарастанием тренированности время задержки дыхания возрастает, а при утомлении снижается. При заболеваниях органов кровообращения, дыхания, анемиях продолжительность задержки уменьшается. Для определения выносливости проба с задержкой дыхания проводится трехкратно: в покое, после 20 приседаний за 30 с и через 1 мин отдыха (проба А.Ф. Серкина).

Проба Генчи (задержка дыхания на выдохе). Обследуемый после полного выдоха и вдоха снова выдыхает и задерживает дыхание. Здоровые нетренированные лица могут задержать дыхание на выдохе в течение 20 – 30 с, а здоровые спортсмены – 30 – 90 с.

Комбинированная проба Серкина (табл. 2). *1-я фаза:* определяется время, в течение которого обследуемый может задержать дыхание на фазе вдоха в положении сидя; *2-я фаза:* определяется время задержки дыхания на фазе вдоха непосредственно после двадцати приседаний, выполненных в течение 30 с; *3-я фаза:* через минуту повторяется 1-я фаза.

Клиническое значение: длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе обычно уменьшается при заболеваниях сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Зависит это от многих факторов: возбудимости дыхательного центра, интенсивности тканевого обмена, волевых качеств, дисциплинированности испытуемого и др.

Таблица 2

### Оценка пробы Серкина

Контингент обследуемых	Фазы		
	1-я	2-я	3-я
Здоровые, тренированные	45 - 60 с	Более 50 % 1-й фазы	Более 100 %
Здоровые, нетренированные	35 - 45 с	30 - 50 % 1-й фазы	1-й фазы 70 - 100 %
Со скрытой недостаточностью кровообращения	20 - 35 с	Менее 30 % 1-й фазы	1 фазы Менее 70 % 1-й фазы

Проба Розенталя (пятикратное измерение ЖЕЛ с 15-секундными интервалами). У здоровых людей при этом определяется одинаковые или даже нарастающие цифры ЖЕЛ. В случаях заболевания дыхательного аппарата или системы кровообращения, а также у спортсменов при переутомлении, перенапряжениях или перетренировках результаты повторных измерений ЖЕЛ снижаются. У спортсменов это зависит от утомления дыхательной мускулатуры и снижения функционального состояния нервной системы.

### Пробы с дозированной мышечной нагрузкой

При первичном и текущем (повторном) медицинском освидетельствовании учащихся физкультурников проводятся

чаще всего проба Шабашова и Егорова (проба ГЦОЛИФК) с 60 подскоками за 30 с или проба Мартинэ – Кушелевского с 20 приседаниями за то же время. Это несложные пробы, но они дают полезную информацию о физической работоспособности и состоянии организма.

В пробе Кушелевского-Зислина (модификация пробы Мартинэ) рекомендуется после 10-минутного отдыха в положении сидя у обследуемого считать в течение минуты частоту дыхания и частоту пульса по 10 с до тех пор, пока одна из цифр повторится не менее 3 раз. Все результаты записывают в соответствующие графы. Например, пульс 15 – 14 – 14 – 14 ударов за 10 с, ритм правильный, напряжение хорошее. Далее на левое плечо накладывают манжетку и спустя 1 – 1.5 мин измеряют артериальное давление. После измерения давления крови обследуемый по команде врача (лучше по метроному) делает 20 глубоких приседаний за 30 с (во время приседания руки выносить вперед, вставая, руки опускать вниз – основная стойка). Следует подчеркнуть необходимость точного соблюдения дозировки физической нагрузки (20 глубоких приседаний за 30 с). Во время приседаний манжетка остается на плече, а если резиновая трубка, соединяющая манжетку с манометром, длинная, то лучше не разъединять их на время приседаний. После окончания физической нагрузки порядок действий врача должен быть следующим: первые 10 с 1-й минуты восстановительного периода считают пульс и эту цифру записывают против 10-секундной отметки (см. пример записи). Далее в течение 40 с измеряют артериальное давление, которое записывают в интервале от 10-й до 50-й секунды (там, где оно фактически измерялось), а начиная с 50-й секунды снова считают пульс по 10-секундным отрезкам до восстановления исходной частоты. После этого еще раз измеряют артериальное давление (но не ранее чем через 2 мин после окончания нагрузки), затем считают число дыханий в минуту (если у обследуемого есть помощник, то он должен считать частоту дыхания за 1-ю, 2-ю, 3-ю минуты).

После физической нагрузки необходимо отметить изменения в характере пульса – ритм, наполнение, напряжение, а также выслушать сердце еще раз стоя и лежа. Схема записи результатов пробы приводится ниже. Фиксация результатов приводится на специальной сетке четвертой полосы ф. № 227 (табл.3).



*Пример:*  $P_{a_1} = 100/60 = 40$  мм. рт. ст.,  $P_{a_2} = 125/55 = 70$  мм. рт. ст.

$$P_1 = 14 \text{ за } 10'' = 84 \text{ в мин.}$$

$$P_2 = 20 \text{ за } 10'' = 120 \text{ в мин.}$$

$$70 - 40 \quad 30$$

$$\text{ПКР} = \frac{\quad}{120 - 84} = \frac{\quad}{36} = 0,83$$

В норме наблюдается учащение пульса соответственно отчетливому повышению максимального давления. Минимальное – слегка снижается или остается неизменным. Пульсовое давление увеличивается. Положительный показатель качества реакции – от 0,5 до 1.

**Врачебное заключение.** После проведения функциональной пробы студенты делают медицинское заключение, которое включает оценку физического развития, состояния здоровья, уровня тренированности, определение медицинской группы, рекомендации, противопоказания, допуск к соревнованиям, направления на дополнительные обследования и назначение на повторное обследование. Отмечая состояние здоровья, указывают, что обследуемый здоров или фиксируют обнаруженное заболевание (диагноз).

Оценка уровня тренированности возможна только при учете всех показателей: анамнеза, состояния здоровья, функциональных изменений и т.п.

В зависимости от состояния здоровья, физического развития и физической подготовленности занимающиеся физической культурой подразделяются на следующие медицинские группы: а) основная, б) подготовительная, в) специальная.

Лица, здоровые, не предъявляющие никаких жалоб, отнесенные к основной медицинской группе, обследуются 1 - 2 раза в год (в начале учебного года или семестра).

Подготовительная и специальная медицинские группы обследуются по показаниям, но не реже 2 раз за учебный год.

Таблица 4

**Примерные показания для назначения медицинской группы при некоторых отклонениях в состоянии здоровья**

Наименование , форма и стадия заболевания	Медицинские группы			
	Основная	Подготовительная	Специальная	Занятия лечебной физкультурой
1. Поражение мыш-цы сердца: а) реконвалесцен- ция после перенесен-ного ревматического миокардита	Назначается при общем хорошем состоянии здоровья, через два года после приступа	Назначается не ранее чем через год после приступа при отсутствии клини-ческих признаков поражения сердца и суставов	Назначается не ранее чем через 8 - 10 мес по окончании приступов при отсутствии явлений, свиде- тельствующих об ак-тивности процесса или недостаточност и кровообращени я	Назначается в остром периоде и в первые месяцы по окончании острого приступа
б) миокардиодист- рофия инфекционно- токсического проис- хождения	Назначается при хорошем общем состоянии через 12 мес после окончания острого периода	Назначается не ранее чем через шесть мес при отсутствии клини-ческих признаков поражения сердца	С начала посеще-ния школы (учебного заведения)	
2. Поражения клапанного аппарата сердца: а) недостаточност ь митрального клапана	Не назначается	Назначается не ранее чем через 2 года по стихании активного ревматическог о процесса, при хорошей	Назначается не ранее чем через 10 - 12 мес по окончании острого и подострого эндокардита,	Назначается в первые месяцы после острого периода, при недостаточност и кровообращени

<p>б) митральный стеноз, поражения аортального клапана, комбинированные клапанные пороки сердца</p>	<p>Не назначается</p>	<p>реакции на физическую нагрузку, после предварительных успешных занятий физическими упражнениями в специальной группе</p> <p>Не назначается</p>	<p>при отсутствии явлений активности ревматического процесса, недостаточности и кровообращения</p>	<p>я, при признаках активности ревматического процесса</p>
<p>3. Врожденная сердечно-сосудистая патология. Врожденные пороки без цианоза и без признаков недостаточности и кровообращения</p>	<p>» »</p>	<p>» »</p>	<p>Назначается при отсутствии признаков перегрузки правого желудочка и гемодинамических расстройств</p>	<p>Назначается при наличии признаков перегрузки правого желудочка при гемодинамических расстройствах (решается строго индивидуально)</p>
<p>4. Послеоперационный период после хирургических вмешательств по поводу пороков сердца</p>	<p>» »</p>	<p>» »</p>	<p>Назначается строго индивидуально при условии предшествующих успешных занятий не менее 1 года лечебной физкультурой</p>	<p>Назначается в до- и послеоперационном периоде в течение 1 года после операции</p>
<p>5.</p>	<p>Назначается</p>	<p>Назначается</p>	<p>Назначается</p>	<p>Не назначается</p>

Кардиотонзиллярный синдром, «угрожаемые по ревматизму»	после снятия с диспансерного учета	по истечении 1 года после обострений болезненного процесса	при повторных частых стрептококковых заболеваниях и неясных симптомах изменений со стороны сердца – сердцебиение, одышка, кардиалгия, систолический шум на верхушке без изменения размеров сердца, с жалобами на боли в суставах.	
6. Хроническая пневмония	I стадия - назначается при длительной ремиссии в течение не менее года	I стадия - назначается через 1 - 2 мес после обострения, при отсутствии остаточных явлений обострения	II стадия - назначается через 1 - 2 мес после обострения. I стадия - при остаточных явлениях обострения, III стадия - при отсутствии явлений дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности, нормальной температуре не ранее чем через 1 - 2 мес после обострения, при условии предшествующ	Назначается при частых приступах, вторичных изменениях в легких при явлениях дыхательной или сердечно-сосудистой недостаточности и

			их занятий лечебной физкультурой	
7. Бронхиальная астма	Назначается не ранее 2 лет после последнего приступа при хорошем состоянии	Назначается не раньше чем через 1 год после послед- него приступа при отсутствии вторич-ных изменений в легких и явлений дыхательной не- достаточности в покое и при физи-ческих нагрузках	Назначается при отсутствии явлений дыхательной недос- таточности в покое, если приступы проте-кают не тяжело и бывают не чаще 1 - 2 раз в год. Занятия строить с учетом ме- тодики лечебной физ- культуры при этом заболевании	Назначается при частых приступах, вторичных изменениях в легких, при явлениях дыхательной или сердечно- сосудистой недостаточност и
8. Операция на легких по поводу хронических неспецифическ их заболеваний: а) лобэктомия и сегментарная резек-ция легкого	Не назначается	Назначается через год после операции при нормальном течении послеопера- ционного периода, при отсутствии рецидивов заболева- ния, явлений дыхательной и сердечно- сосудис-той недостаточнос -ти, при хорошей адаптации на заня-тиях в специальной	Назначается через 4 - 6 мес после операции при нормальном течении послеоперацио нного периода, при отсутс- твии дыхательной или сердечно- сосудистой недос- таточности, при наличии удовлетвори- тельной адаптации к физической нагрузке, а также при	После лобэктомии или сегментарной резекции легких при нормальном течении послеоперацион ного периода следует рекомендовать занятия в кабинете лечебной физкультуры по месту жительства в течение не менее 4 - 6 мес

<p>б) удаление легкого</p>	<p>Не назначается</p>	<p>группе или же в кабинете лечебной физкультуры</p> <p>Не назначается</p>	<p>отсутствии рецидивов заболевания</p> <p>Занятия в этой группе допустимы не ранее чем через 1 год при условии нормального течения послеоперационного периода, отсутствии рецидива заболевания и явлений дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности, при условии хорошей переносимости занятий лечебной физкультурой</p>	<p>Занятия лечебной физкультурой по месту жительства следует настоятельно рекомендовать сразу после выписки из стационара в течение года</p>
<p>9. Туберкулез легких</p>	<p>Назначается при туберкулезной интоксикации без очаговых поражений и при отсутствии признаков острого процесса и отсутствии дыхательной</p>	<p>Назначается при благоприятном текущем послеоперационном периоде, компенсированном очаговом, отсутствии дыхательной недостаточности (вне</p>	<p>Назначается при благоприятном текущем и компенсированном или субкомпенсированном процессе и дыхательной недостаточности I стадии</p>	<p>Решается индивидуально</p>

	недостаточности	обострений)		
10. Хронический гастрит, энтерит, колит	Не назначается	Назначается при общем хорошем состоянии	Назначается при удовлетворительном общем состоянии при отсутствии обострений в течение 6 мес	Назначается при нерезко выраженных признаках истощения или интоксикации. При обострении - перерыв в занятиях
11. Язвенная болезнь	Не назначается	Не назначается	Назначается не ранее чем через 1 год после окончания лечения устранившего клинические проявления болезни	Назначается при отсутствии кровотоци- вости или резких часто появляющихся болей, вызывающих необходимость в систематическом лечении
12. Хронический нефрит, нефрозо-нефрит, пиелонефрит	» »	» »	Назначается при компенсированной почечной функции вне периода обострения и при отсутствии существенных изменений в состоянии сердечно-сосудистой системы	На период лечения временное прекращение занятий. Назначается при компенсированной почечной функции, вне периода обострений и при умеренном повышении арт. давления (не выше 160/95 мм рт. ст.), или при недостаточности кровообращения I стадии
13.	»	»	Не	Может быть

Гемофилия, болезни Верльгофа, Шенлейна - Геноха	»	»	назначается	назначается только при очень легких формах
14. Эндокринные заболевания (гипертиреозы, диабет, ожирение и проч.)	» »	Назначается при легких и незначительных нарушениях, если физическое развитие и работоспособность соответствуют возрасту	Назначается при умеренно выраженных нарушениях, влекущих за собой отставание в физическом развитии (минус 1 - 2 или только значительное ожирение), масса минус 2 - 3 по сравнению с возрастными стандартами при отсутствии других эндокринных нарушений	Назначается при резких нарушениях
15. Отставание в физическом развитии (при отсутствии эндокринных нарушений)	» »	Назначается при величинах роста и массы в пределах минус 2 по сравнению с возрастными стандартами	Назначается при наличии роста и веса значительно ниже возрастных стандартов (минус 2 и более)	Не назначается
16. Грыжа паховая, бедренная, аппендицит. Переломы костей	Назначается не ранее чем через полгода, считая от возобновления занятий после операционного вмешательства	Назначается в течение полугода после возобновления занятий физическими упражнениями в учебном заведении	Назначается в течение полугода после операции	Назначается в послеоперационном периоде

17. Сколиозы и нарушение осанки	Назначается при сколиозах и нарушениях осанки, вызванных недостатками организации школьного и домашнего режима, желательны дополнительные к обычным урокам занятия корригирующей гимнастикой	Не назначается	Не назначается	Назначается при сколиозах с патологической этиологией после рахита, полиомиелита и пр. Юношеский кифоз и некоторые другие нарушения осанки - по назначению врача-ортопеда
18. Врожденные и приобретенные деформации опорно-двигательного аппарата	Назначается при отсутствии нарушений двигательных функций	Назначается при нерезко выраженных нарушениях двигательных функций	Решается индивидуально	Назначается при существенных нарушениях функций
19. Остаточные явления и последствия закрытых травм черепа	Не назначается	Назначается при незначительных нарушениях двигательной функции не ранее чем через год занятий в специальной группе	Назначается при значительных нарушениях двигательной функции	Назначается при значительных нарушениях двигательных функций
20. Параличи, парезы, гиперкинезы после различных заболеваний нервной системы (энцефалит, менингит,	Не назначается	Не назначается	Решается индивидуально	Рекомендуются систематические занятия лечебной физкультурой

церебральные детские параличи, полиомиелит)				
21. Прогрессирующие мышечные дистрофии	» »	» »	Назначается при начальных стадиях болезни	Рекомендуется лечебная физкультура
22. Эпилепсия	» »	» »	Назначается при редких приступах	Не назначается
23. Хронические заболевания верхних дыхательных путей	Назначается при отсутствии существенных нарушений носового дыхания	Назначается при умеренных нарушениях носового дыхания	Назначается при частых обострениях хронических заболеваний	» »
24. Хронический отит с перфорацией барабанной перепонки	Противопоказаны занятия плаванием, а при частых обострениях - также и лыжами	Назначается при отсутствии нарушения функции слуха	Назначается при гнойных процессах	» »
25. Аномалия рефракции	Менее +3D с остротой зрения 0,5 и выше без коррекции. При остроте зрения 0,5 и выше только с коррекцией	Менее +3D при остроте зрения ниже 0,5 с коррекцией. От +3,0 до +6,0 независимо от остроты зрения	+7D и более независимо от остроты зрения. При наличии изменений глазного дна и помутнения стекловидного тела обязательно заключение офтальмолога	» »
26. Заболевания слезных путей, сопровождающиеся слезотечением	Противопоказаны (или ограничены) занятия на открытом воздухе	Не назначается	Не назначается	» »



## ПОЛИКЛИНИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

Цель занятия: познакомить студентов с основными методами углубленного обследования спортсменов. Научить студентов проводить диспансеризацию спортсменов. Врачебная практика.

Время: для лечебного и медико-педагогического факультетов - 4 ч.

Учебные базы: кабинет врачебного контроля кафедры, врачебно-физкультурный диспансер, кабинеты врачебного контроля спортивных сооружений.

Материальное обеспечение и наглядные пособия: врачебно-физкультурные карты (форма № 227), журналы диспансеризации спортсменов, секундомеры, тонометры, фонендоскопы, электрокардиограф, артериальный осциллограф, физиограф, спирограф, пневмотахометр, велоэргометр, лесенка для степ-теста, медицинские кушетки. Схемы, таблицы, слайды, иллюстрирующие постановку и оценку функциональных проб с дозированной мышечной работой, определение  $PWC_{170}$ , методику и оценку инструментальных методов исследования сердечно-сосудистой, дыхательной систем в условиях покоя и после дозированной мышечной работы.

Задание: овладеть методами углубленного функционального исследования, применяемыми при медицинском обследовании спортсменов (комбинированные пробы, инструментальные методы исследования, определение работоспособности и т.п.). Провести поликлинический прием спортсменов.

Рабочий план и методика выполнения задания представлены в нижеследующей табл. 5.

Таблица 5

### Рабочий план и методика выполнения задания

Содержание задания	Ориентировочное	Методические указания
--------------------	-----------------	-----------------------

	<b>время на данный раздел работы, мин</b>	
<p>1. Освоение методов углубленного исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсмена:</p> <p>а) инструментальные методы исследования (электрокардиография, фонокардиография, поликардиография, сфигмография и др.);</p> <p>б) комбинированная трехмоментная проба на скорость и выносливость</p>	40 - 80	<p>Студенты самостоятельно проводят инструментальные исследования, анализируют и дают оценку полученным данным</p> <p>Студент должен овладеть практическими навыками в проведении пробы, уметь правильно проанализировать полученные данные и дать им соответствующую оценку</p>
<p>2. Освоение методов углубленного исследования функционального состояния органов дыхания спортсмена:</p> <p>а) пневмография, б) пневмотахометрия, в) спирография</p>	20 - 40	<p>Студенты самостоятельно проводят исследования. определяют дыхательный объем, минутный объем дыхания, максимальную вентиляцию легких и другие показатели функционального состояния органов дыхания у спортсменов до и после мышечной работы</p>
<p>3. Определение физической работоспо-собности спортсменов:</p> <p>а) проба PWC<sub>170</sub>, б) степ-тест,</p>	30 - 60	<p>Самостоятельное проведение проб, их оценка; расчет МПК, ударного и минутного объема крови</p>

в) определение максимального потребления кислорода (МПК), ударного и минутного объема крови		косвенными методами
4. Обсуждение врачебного заключения на предмет допуска и противопоказаний к занятиям спортом. Написание врачебно-спортивных рекомендаций: изменение методики тренировки, закаливающие процедуры, самомассаж, изменение режима, санитарно-гигиенические мероприятия, самоконтроль спортсмена	30 - 60	Все записи производятся в установленной форме медицинской документации
5. Поликлинический прием населения в связи с занятиями физической культурой и спортом	60 - 120	Студенты ведут самостоятельный поликлинический прием населения. Определяют состояние физическо-го развития, физической работоспособности. Дают врачебно-спортивные рекомендации

### **Методы углубленного исследования функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма спортсменов**

**Комбинированная проба Летунова** основана на определении приспособляемости сердечно-сосудистой системы к разным по интенсивности и продолжительности физическим нагрузкам. Проба включает три нагрузки: 1) 20 приседаний за 30 с, 2) 15-секундный бег на месте в максимальном темпе (бедро понимается до горизонтального положения), 3) бег на месте в течение 3 мин в темпе 180 шагов в минуту (для подростков и

женщин до 18 лет - 2-минутный бег, бедро поднимать примерно на 75°).

Первая нагрузка является как бы разминкой к последующим. Вторая выявляет способность к быстрому усилению кровообращения. Третья нагрузка выявляет способность организма устойчиво поддерживать усиленное кровообращение на высоком уровне в течение относительно продолжительного времени.

Комбинированная проба проводится следующим образом: после подсчета пульса в положении сидя по 10-секундным отрезкам и определения артериального давления обследуемый делает 20 глубоких приседаний за 30 с. В первые 10 с после нагрузки считают число пульсовых ударов, а далее в течение 40 с измеряют артериальное давление. Начиная с 50-й секунды снова считают пульс по 10-секундным отрезкам и по возвращению его к норме (но не ранее чем через 2 мин после нагрузки) еще раз измеряют давление. Затем выполняется вторая часть пробы - бег на месте в течение 15 с, в максимально быстром темпе. После этого в течение 4 мин считают пульс и определяют артериальное давление (в начале и конце каждой минуты в течение 10 с считают пульс, в промежутке между подсчетом пульса измеряют артериальное давление). Далее выполняется третья часть пробы - бег на месте в темпе 180 шагов в минуту (по метроному). По окончании бега определяют пульс и артериальное давление в течение 5 мин таким же образом, как и после 15 с бега. Все данные записываются. Образец заполнения врачебной карты представлен в табл. 6.

*Таблица 6*

**Комбинированная проба (по Летунову)**

Петров Владимир Иванович, 12 лет 11 ноября 1974 г.

Пульс до нагрузки 15, 14, 15 ударов в 10 с				Артериальное давление до нагрузки 100/60 мм рт. ст.					
Время, с	20 приседаний			15-секундный бег			3-минутный бег		
	пульс после нагрузки								
10	20	17	22	17	15	26	23	19	17
20	20			16					
30	--	16	--	--	15	--	--	--	--

40	--			15						
50	--	15	--	--	15	--	--	--	--	--
60	--			16						
	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--
	--			15						
	--	15	--	--	--	--	--	--	--	--
	--			15						
	17		21	16	--	24	20	17	16	
	18			15						
Артериальное давление после нагрузки										
M <sub>X</sub>	125	--	100	140	115	100	160	145	130	115
M <sub>П</sub>	130				105					
	55	--	60	55	60	60	40	50	55	60
	55				60					

Обычно степень учащения пульса, повышения систолического давления и продолжительность восстановления в комбинированной пробе увеличивается с каждой последующей нагрузкой. Но у лиц, тренирующихся на выносливость (марафонцы, лыжники и др.), после 3-минутного бега частота пульса и уровень систолического давления ниже, чем 15-секундного бега, так как 3-минутный бег для них - привычный вид работы, на который организм отвечает очень экономной реакцией. У спринтеров реакция на физические нагрузки более высокая, чем у тренирующихся на выносливость.

Оценка результатов функциональных проб проводится на основе сопоставления частоты пульса и артериального давления в исходном состоянии (в покое) и после стандартной физической нагрузки. При этом учитываются их количественные и качественные изменения после физической нагрузки и время, потребное на восстановление частоты пульса и артериального давления до исходного уровня. Например, после 20 приседаний за 30 с пульс учащается в среднем до 16 - 20 ударов за 10 с, а приходит к исходному в среднем за 90 - 120 с, причем у мужчин, как правило, степень учащения пульса и время его восстановления меньше, чем у женщин. Благоприятная реакция считается, если систолическое давление повышается на 15 - 35 мм рт. ст., диастолическое давление при этом остается постоянным или снижается на 5 - 10 мм, т.е. увеличение

пульсового давления происходит в основном за счет повышения систолического давления. Такая реакция сердечно-сосудистой системы называется нормотонической. Она чаще встречается у тренированных людей.

Различают также гипертоническую, гипотоническую (астеническую), дистоническую реакции и реакцию со ступенчатым подъемом систолического давления. Надо отметить, что нередко бывает смешанный тип реакции, когда проявляются изменения (по отдельным компонентам), характерные для различных типов реакции.

*Гипертоническая реакция* характеризуется значительным учащением пульса, необычно большим повышением систолического (до 200 мм рт. ст. и более) давления, часто при этом повышается и диастолическое давление. Значительное повышение пульсового давления в этих случаях не всегда свидетельствует о большом систолическом объеме: значительное повышение систолического давления иногда может быть обусловлено увеличенным сопротивлением току за счет спазма артериол. Восстановительный период при гипертонической реакции продолжительный.

*Гипотоническая реакция* характеризуется значительным учащением пульса, при этом максимальное давление повышается мало или совсем не повышается, а иногда даже снижается. Восстановление пульса и артериального давления замедлено. Такая реакция наблюдается при сердечной недостаточности, при состоянии переутомления, вызванного большой физической нагрузкой, у лиц, перенесших инфекционные заболевания (у реконвалесцентов).

В тех случаях, когда после нагрузки минимальное давление не определяется слуховым методом (феномен «бесконечного тона»), реакция сердечно-сосудистой системы носит название *дистонической*. Максимальное давление крови поднимается высоко (до 200 мм рт. ст. и более), пульсовая реакция высокая и с замедленным восстановлением.

Появление феномена «бесконечного тона» после кратковременных, но интенсивных физических нагрузок указывает на связь этого феномена с изменениями механической работы сердца (высокая сократительная способность миокарда). Однако в других случаях этот феномен может быть обусловлен

изменениями сосудистого тонуса у лиц, перенесших инфекционные заболевания, имеющих отклонения со стороны нервной системы или повышенное артериальное давление, вызванное физическим перенапряжением, у подростков в период полового созревания, а также после изнурительных физических нагрузок.

*Реакция со ступенчатым подъемом* максимального артериального давления характеризуется тем, что во время и сразу после стандартной нагрузки максимальное давление ниже, чем на 2-й или даже 3-й минуте восстановительного периода. Одновременно с этим нередко отмечается и выраженное учащение пульса. Вероятно это связано с недостаточно быстрым перераспределением крови из сосудов внутренних органов на периферию. Иногда такая реакция бывает при ослабленной функциональной способности сердца. Она чаще всего отмечается после 15 с бега в максимальном темпе в комбинированной пробе Летунова. У спортсменов эта реакция бывает при состояниях перетренированности и перенапряжения. Указанный тип реакции выявляется у лиц пожилого возраста при скоростной работе, а также у лиц, перенесших инфекционные заболевания.

Для выявления функционального состояния организма спортсменов, для определения их физической работоспособности в последние годы все чаще применяется сложная аппаратура, представляющая собою комплекс приборов, одновременно регистрирующих функцию сердечно-сосудистой (ЭКГ), дыхательной (спирография), нервной (электроэнцефалография), мышечной (миография), и других систем в процессе велоэргометрической нагрузки при параллельной записи насыщения крови кислородом (оксигеомография) и проведении газоанализа.

В последнее время функцию отдельных органов и систем регистрируют по каналам радиотелезаписи и в процессе выполнения спортсменом специальной физической нагрузки при занятиях различными видами спорта (легкая атлетика, велоспорт, лыжи, коньки, спортивные игры, гребля и др.).

Сложные исследования позволяют точнее определять функциональное состояние организма и дифференцированную реакцию различных его систем на характер физической нагрузки.

**Электрокардиография** - метод исследования сердца, позволяющий судить об электрической активности миокарда (автоматизм, возбудимость и проводимость). Биопотенциалы регистрируются с помощью электрокардиографа. В целях стандартизации записи электрокардиограммы (ЭКГ) устанавливают такую степень чувствительности аппарата, при которой напряжению на входе, равному 1 мВ, соответствует отклонение луча или пера, равное 10 мм. Контрольный милливольт необходимо регистрировать перед и после каждой записи электрокардиограммы. Нормальная электрокардиограмма состоит из зубцов (*P, Q, R, S, T, U*), интервалов (*P - Q, S - T, Q - T*) и предсердного (*P*) и желудочкового (*QRST*) комплексов. Физиологическое значение зубцов, интервалов и комплексов нормальной электрокардиограммы отражено в табл. 7.

Таблица 7

**Физиологическое значение зубцов, интервалов и комплексов нормальной электрокардиограммы**

Параметры ЭКГ	Физиологическое значение
Зубец <i>P</i>	Отражает процесс возбуждения в миокарде предсердий. Состоит из пологого подъема и спуска. Положительный. У детей в III стандартном отведении может быть отрицательным, двухфазным или сглаженным. Его продолжительность не превышает 0,10 с. Высота - 0,5 - 2,5 мм.
Интервал <i>P - Q</i>	Соответствует времени от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков. Продолжительность равна 0,12 - 0,18 с.
Зубец <i>Q</i>	Отражает процесс возбуждения внутренней поверхности желудочков, межжелудочковой перегородки, правой сосочковой мышцы, верхушки обоих желудочков и основания правого.
Зубец <i>R</i>	Наибольший зубец <i>Q</i> у детей в III отведении, превышает иногда 1/4 зубца <i>P</i> , продолжительность зубца - 0,03 с.
Зубец <i>S</i>	Отражает постепенное распространение возбуждения от поверхности правого и левого желудочков к основанию левого желудочка. Направлен кверху. Имеет восходящее и

Комплекс <i>QRS</i>	нисходящее колено. Отражает окончание периода возбуждения обоих желудочков. Непостоянный. Величина зависит от положения электрической оси сердца.
Сегмент <i>S - T</i>	Отражает время проведения возбуждения по миокарду желудочков, составляет 0,04 - 0,09 с.
Зубец <i>T</i>	Отражает фазу полного охвата желудочков возбуждением. В норме отклонение от изолинии не превышает 1,5 мм, длительность - до 0,15 с.
Интервал <i>Q - T</i>	Отражает процесс прекращения возбуждения в миокарде желудочков. Высота колеблется от 1,5 до 5 мм, составляя 1/2 - 1/3 зубца <i>R</i> . Положительный в I - II отведениях, в III отведении нередко двухфазный, сглаженный или отрицательный. Длительность 0,12 - 0,16 с.
Интервал <i>T - P</i>	Отражает процесс распространения и прекращения возбуждения в миокарде желудочков (электрическая систола). Зависимость между частотой сердечного ритма и длительностью <i>Q - T</i> определяется формулой: $Q - T = K \times (R - R)$ , где <i>K</i> - константа, <i>R - R</i> - длительность сердечного цикла в сек. Отражает состояние покоя миокарда (диастола). Зависит от частоты сердечного ритма.

**Значение метода в практике врачебного контроля.** Метод электрокардиографии позволяет изучить функции автоматизма, возбудимости и проводимости сердечной мышцы. Электрокардиограмма в каждом возрастном периоде имеет свои специфические особенности. Например, у здоровых детей часто наблюдается синусовая аритмия (чаще дыхательная), укорочение продолжительности зубцов и интервалов, изменение величины отдельных зубцов. Определенные особенности ЭКГ также могут возникать в связи с систематическими занятиями физической культурой и спортом. Под влиянием мышечной работы на электрокардиограмме могут иметь место сдвиги, трактуемые как физиологические или патологические.

**Фонокардиография** - метод графической регистрации тонов и шумов сердца. Запись фонокардиограммы (ФКГ) осуществляется с помощью специального аппарата

фонокардиографа, состоящего из микрофона, усилителя, системы частотных фильтров и регистрирующего устройства.

Метод фонокардиографии уточняет и дополняет данные аускультации сердца: частотный состав, продолжительность и положение во времени каждого из компонентов сердечного звука в цикле сердечной деятельности, длительность тонов, их форму, амплитуду и расщепление, наличие «добавочных тонов», определение шумов сердца и его характера.

**Значение метода во врачебном контроле.** Фонокардиография оказывает помощь в диагностике функционального состояния сердца, его клапанного аппарата. Фонокардиография помогает в дифференциации органических и неорганических изменений сердца. Определение формы шума помогает установить его генез и решить вопрос о проводном характере в разных точках сердца.

**Сфигмография** - метод исследования сосудистой системы, основанный на графической регистрации колебаний артериальной стенки. Механические колебания стенки артерий с помощью специальных датчиков преобразуются в электрические. Последние регистрируются на сфигмографе или любом электрокардиографе.

Сфигмограмма - кривая, отображающая механические колебания артериальной стенки. Различают центральные и периферические сфигмограммы. К первым относятся сфигмограммы сонных, подключичных артерий и дуги аорты, к периферическим - бедренной, лучевой и локтевой артерий, а также объемные сфигмограммы верхних и нижних конечностей.

**Значение метода во врачебном контроле.** Метод сфигмографии имеет большое значение для изучения функционального состояния артериальных сосудов. Скорость распространения пульсовой волны зависит от величины артериального давления (главным образом минимального), вязкости крови, состояния окружающих тканей, тонического напряжения гладкой мускулатуры стенок артерий. С увеличением артериального давления, вязкости крови, тонического напряжения мускулатуры стенок артерий скорость распространения пульсовой волны увеличивается. При анализе сфигмограммы обращают внимание на форму пульсовых кривых,

их амплитуду, крутизну подъема, спуска кривых, выраженность инцизуры, дикротической волны. Изменчивость формы сфигмограмм зависит от силы сердечных сокращений, объема выбрасываемой сердцем крови, тонуса сосудистых стенок. Под влиянием мышечной работы скорость распространения пульсовой волны увеличивается.

**Определение скорости кровотока.** Скорость кровотока - время, необходимое для прохождения кровью определенного пути в сердечно-сосудистой системе. В практике врачебного контроля наиболее удобным и физиологичным является оксигемометрический метод. Он позволяет определить время движения крови на участке легкие - ухо. Для этих целей используют оксигемограф или оксигеометр.

После подготовки аппарата к съемке устанавливают стрелку гальванометра на деление 96. Испытываемому предлагают сделать три глубоких вдоха и выдоха, а затем задержать дыхание. Через несколько секунд насыщение артериальной крови кислородом снижается. После первого вдоха по окончании задержки дыхания оно некоторое время еще продолжает снижаться, а затем быстро восстанавливается до исходного уровня.

Под влиянием дозированной мышечной работы скорость кровотока увеличивается.

### **Методы углубленного исследования функционального состояния системы органов дыхания спортсменов**

Показатели легочной вентиляции подразделяются (условно) на статические, или анатомические, величины (легочные объемы) и на функциональные величины. Они зависят от пола, возраста, веса, роста и т.д. Правильная оценка функционального состояния аппарата внешнего дыхания возможна лишь при сопоставлении абсолютных показателей с так называемыми должными величинами – соответствующими величинами у здорового человека того же возраста, веса, пола, роста. Различают легочные объемы и емкости.

I. Легочные объемы: 1) дыхательный объем (глубина дыхания); 2) резервный воздух; 3) остаточный объем (остаточный воздух).

II. Легочные емкости: 1) жизненная емкость легких (сумма дыхательного объема, резервного вдоха и выдоха); 2) общая емкость легких (сумма жизненной емкости легких и остаточного объема); 3) функциональная остаточная емкость (сумма остаточного объема и резервного объема выдоха); 4) емкость вдоха (сумма дыхательного и резервного объема вдоха).

### **Методы исследования функции внешнего дыхания**

Функция внешнего дыхания изучается с помощью аппаратов закрытого и открытого типа.

При **закрытом способе** исследования газообмена (спирография) используются отечественные спирографы, а также аппараты Крога, Книппинга и др. В аппаратах закрытого типа исследуемый вдыхает воздух из аппарата и выдыхает его туда же, т.е. дыхательные пути и аппарат составляют замкнутую систему. На пути выдыхаемого воздуха имеется поглотитель углекислого газа. На движущейся бумажной ленте регистрируется кривая записи дыхания – спирограмма. По ней определяют частоту и глубину дыхания, минутный объем, жизненную емкость легких и ее фракции, поглощение кислорода в единицу времени, рассчитывают дыхательные показатели и основной объем.

Исследование можно проводить при дыхании как атмосферным воздухом, так и кислородом. Необходимым условием является предварительное ознакомление исследуемого с характером исследования (тренировочное дыхание в спирограф, мешок Дугласа). Результаты могут считаться достоверными в том случае, если подключение системы не изменяет естественного характера дыхания. Не рекомендуется увеличивать продолжительность дыхания в систему более 5 – 6 мин, так как увеличение времени исследования изменяет характер дыхания.

**Открытый способ исследования газообмена** (метод Дугласа и Холдена). В аппаратах открытого типа исследуемый вдыхает атмосферный воздух извне через клапанную коробку. Выдыхаемый воздух поступает в мешок Дугласа (пластмассовый или резиновый мешок емкостью 100 – 200 л) или газовый

счетчик, непрерывно определяющий объем выдыхаемого воздуха. Подключение к системе производится одновременно с включением секундомера. Собранный воздух в мешке Дугласа перемешивается механическим путем и берется на анализ. Оставшийся воздух пропускают через газовые часы через для определения объема выдохнутого воздуха. Последний, разделенный на число минут исследования, приводится по специальным таблицам к нормальным условиям (барометрическое давление 760 мм. рт. ст. и температура 0°C). Полученная цифра составляет величину минутного объема дыхания.

**Дыхательный объем (ДО)** – объем вдыхаемого и выдыхаемого воздуха при каждом дыхательном цикле. Он определяется путем деления минутного объема дыхания на число дыханий в минуту. Величина ДО зависит от возраста, физического развития и жизненной емкости легких. Исследование дыхательного объема и частоты дыхания позволяет объективно оценивать характер легочной вентиляции. Глубокое и редкое дыхание создает лучшие условия для легочного газообмена. Частое и поверхностное дыхание, наоборот, малоэффективно ввиду увеличения роли "вредного пространства" ("воздуха", заполняющего дыхательные пути и не участвующего в газообмене) и неравномерности вентиляции разных участков легких.

В детском возрасте отмечается значительная лабильность показателей внешнего дыхания и в первую очередь частоты и глубины дыхания. С возрастом дыхание становится реже (от 48 до 17 дыханий в минуту), нарастает дыхательный объем (от 30 мл в месячном возрасте до 275 мл в 15 лет – средние данные по Н.А. Шалкову).

Практическую значимость имеет величина объема дыхания в сочетании с частотой дыхания. Так, при заболеваниях органов дыхания дыхательный объем уменьшается, частота же дыхания увеличивается.

**Резервный объем вдоха** – максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть после спокойного вдоха. Определяется по спирограмме. После спокойного вдоха испытуемому предлагается сделать максимально глубокий вдох, через 30 – 40 с повторяется запись максимального вдоха. Измеряется высота

зубца максимального вдоха от уровня спокойного вдоха. В соответствие с масштабом шкалы спирографа производится пересчет на миллилитры. Резервный объем вдоха колеблется в широких пределах – 250 – 1500 мл.

**Резервный объем выдоха** – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после спокойного выдоха. После спокойного выдоха обследуемому предлагается максимально выдохнуть в спирометр или спирограф. Измеряется величина зубца максимального выдоха до вершины зубца и делается пересчет на миллилитры. Величина резервного объема выдоха колеблется в пределах 300 – 1200 мл, составляя примерно 20 – 25 % жизненной емкости легких.

Значительное уменьшение резервного объема вдоха и выдоха наблюдается при снижении эластичности легочной ткани.

Практическая значимость резервного объема вдоха и выдоха в силу значительной индивидуальной вариабельности несущественна.

**Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. Она измеряется с помощью спирометра или спирографа. Величина ЖЕЛ нарастает с возрастом. По Н.А. Шалкову, средние данные в возрасте 4 – 6 лет составляют 1100 – 1200 мл, увеличиваясь к 13 – 15 годам до 2100 – 3200 мл. Рекомендуется оценивать ЖЕЛ путем сравнения с должной жизненной емкостью легких (ДЖЕЛ).

Предложены различные формулы определения должной жизненной емкости легких:

$$\text{ДЖЕЛ} = (27,63 - 0,112 \cdot x \cdot \text{возраст}), \text{ где } x - \text{рост стоя (для лиц мужского пола); или } (21,78 - 0,101 \cdot x \cdot \text{возраст}), \text{ где } x - \text{рост стоя (для лиц женского пола).}$$

По Антони:

$$\text{ДЖЕЛ} = \text{должный основной обмен} \cdot x \cdot 2,3 \text{ (для женщин) или } 2,6 \text{ (для мужчин).}$$

Полученную таким образом величину умножают на поправочный коэффициент 1,21.

Снижение ЖЕЛ ниже 80 % должной расценивается как явление патологическое.

Снижение ЖЕЛ наблюдается при острых и хронических заболеваниях органов дыхания. Оно прогрессирует по мере нарастания дыхательной недостаточности. ЖЕЛ снижается при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, при ограничении подвижности грудной клетки, диафрагмы. Существенное значение имеет повторное измерение ЖЕЛ в динамике. ЖЕЛ увеличивается при занятиях спортом.

### Легочная вентиляция

**Минутный объем дыхания (МОД)** – количество вентилируемого в легких воздуха в минуту. Он может быть измерен при дыхании в мешок Дугласа, на газовых часах, или по спирограмме определяется сумма дыхательных движений в течение 3 – 5 мин затем рассчитывается средняя величина за минуту. МОД в условиях основного обмена (в состоянии покоя, лежа, натощак) является величиной относительно постоянной. Наименьшая средняя величина МОД у здоровых детей. Увеличивается от 1000 мл в возрасте 1 года до 2000 мл в 15-летнем возрасте. МОД у детей на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела уменьшается с возрастом от 7800 мл в возрасте 1 года до 3750 мл в 15-летнем возрасте.

Увеличение МОД (гипервентиляция) наблюдается вследствие возбуждения дыхательного центра, повышения потребности организма в кислороде и ухудшения условий легочного газообмена: уменьшение дыхательной поверхности легких, затруднение диффузии кислорода и т.п.

Уменьшение МОД (гиповентиляция) наблюдается вследствие угнетения дыхательного центра, уменьшения эластичности легочной ткани, ограничения подвижности легких.

### Легочный газообмен

**Поглощение кислорода (ПО<sub>2</sub>)** – количество поглощенного кислорода в минуту. Оно определяется при спирографическом методе изучения функции внешнего дыхания либо по уровню наклона спирограммы (в аппаратах без автоматической подачи

кислорода), либо по кривой регистрации подачи кислорода (в аппаратах с автоматической подачей кислорода – запись спирограммы горизонтальная). Учитывая масштаб шкалы спирографа и скорость движения бумаги, рассчитывают количество поглощенного кислорода в минуту.

Потребление кислорода с возрастом увеличивается. Так, если у детей в возрасте одного года оно в среднем составляет 60 мл, то уже в 13 – 15 лет – 200 мл в минуту.

**Коэффициент использования кислорода (КИ)** – количество миллилитров кислорода, поглощенного из 1 л вентилируемого воздуха. Рассчитывается путем деления количества поглощенного за минуту кислорода на величину МОД (в литрах). Определение проводится по одной и той же спирограмме на одном и том же отрезке времени. Пользуются фактическими величинами МОД и  $PO_2$ , определенными при комнатной температуре. Величина КИ увеличивается с возрастом: у детей от 20 мл на первом году жизни до 36 мл – к 15 годам.

### **Определение физической работоспособности спортсменов**

Для изучения физической работоспособности человека применяют ряд количественных тестов, отражающих состояние организма в целом или некоторых его систем непосредственно в условиях мышечной работы.

Среди функциональных проб, определяющих физическую работоспособность, получила широкое распространение проба  $PWC_{170}$ , рекомендованная Комитетом по физической культуре и спорту.

Проба  $PWC_{170}$  (Торнвалл, 1963) изучает степень работоспособности организма при частоте сердечных сокращений 170 в минуту. По данным многочисленных исследований, такая частота сердечных сокращений является оптимальной для работы сердца здорового человека в процессе выполнения мышечной нагрузки. Кроме того, имеется прямая пропорциональная зависимость между мощностью выполняемой мышечной работы и частотой сердечных сокращений (эта зависимость сохраняется, правда, в определенных пределах – при частоте пульса от 100 до 170 ударов в минуту).

### Методика определения $PWC_{170}$ на велоэргометре.

Испытуемому предлагается выполнить на велоэргометре последовательно две нагрузки умеренной интенсивности, разделенные 3-минутным интервалом отдыха. Продолжительность каждой нагрузки 5 мин, скорость вращения педалей 60 – 75 оборотов в минуту. В конце каждой нагрузки в течение последних 30 с работы определяется частота пульса (пальпаторным, аускультативным способами, по интервалу  $R - R$  электрокардиограммы, по показаниям кардиолидера, пульсотактометра и т.п.).

Расчеты пробы  $PWC_{170}$  можно вести двумя методами: графическим и математическим.

При графическом методе на оси ординат откладываются значения частоты пульса (в минуту), а на оси абсцисс – мощность работы (в кгм/мин). Отмечаются значения мощности и частоты пульса при первой и второй мышечной нагрузках. Полученные две точки соединяются прямой, которая продолжается до пересечения с горизонтальной линией, проведенной через значение частоты пульса в 170 ударов в минуту. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на ось абсцисс и определяется мощность работы при частоте пульса в 170 ударов в минуту.

Математическим методом  $PWC_{170}$  определяется путем подстановки экспериментальных значений частоты сердечных сокращений (в минуту) и мощности работы в формулу, предложенную В.Л. Карпманом с соавторами (1974):

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \frac{(170 - f_1)}{f_2 - f_1},$$

где  $N_1$  – мощность первой нагрузки;  $N_2$  – мощность второй нагрузки;  $f_1$  – частота пульса в конце первой нагрузки;  $f_2$  – частота пульса в конце второй нагрузки.

Порядок проведения пробы:

1) изучение медицинского и спортивного анамнеза испытуемого, антропометрические измерения и (при необходимости) прочие исследования в статических условиях. Подготовка аппаратуры (велоэргометра, электрокардиографа) к работе;

2) определение у испытуемого частоты пульса в условиях мышечного покоя (в положении сидя на велоэргометре);

3) первая нагрузка ( $N_1$ ). Продолжительность 5 мин. Мощность работы подбирается по табл. 8, частота педалирования 60 – 75 оборотов в минуту;

4) определение частоты сердечных сокращений при первой нагрузке ( $f_1$ ) в течение последних 30 с работы;

5) 3-минутный отдых;

6) вторая нагрузка ( $N_2$ ). Мощность работы определяется по табл. 9, продолжительность работы и частота педалирования те же, что и для первой нагрузки;

7) определение частоты пульса при второй нагрузке ( $f_2$ ) проводится так же, как и при первой;

8) расчеты индивидуальной величины  $PWC_{170}$  графическим и математическим методами.

**Методика определения  $PWC_{170}$  при применении стептеста.** В тех случаях, когда нет возможности дать велоэргометрическую нагрузку, при определении физической работоспособности можно использовать степ-тест.

Существуют различные варианты проведения степ-тестов в качестве функциональных проб (проба Мастера, проба Гарвардского университета и др.), при которых рекомендуются ступени различной высоты. В большинстве случаев применяется высота ступени, равная половине длины ноги испытуемого. Поэтому лучше иметь набор степ-лесенок (тумбочек) различной высоты с шириной лесенки (площадки), достаточно удобной для постановки ступени обследуемого, или степ-лесенку с регулируемой высотой ступеньки.

*Таблица 8*

### Организация врачебного контроля

Название группы	Медицинская характеристика группы	Допускаемая физическая нагрузка
Основная	Лица без отклонений в состоянии здоровья, а также лица, имеющие незначительные отклонения в состоянии	Занятия по учебным программам физического воспитания в полном объеме; сдача норм ГТО, занятия в одной из

Подготовительная	здоровья, при достаточном физическом развитии и физической подготовленности	спортивных секций; участие в соревнованиях
Специальная	Лица без отклонений в состоянии здоровья, а также лица, имеющие незначительные отклонения в состоянии здоровья, с недостаточным физическим развитием и недостаточной физической подготовленностью	Занятия по учебным программам физического воспитания при условии более постепенного освоения комплекса двигательных навыков и умений, особенно связанных с предъявлением организму повышенных требований. Дополнительные занятия для повышения уровня физической подготовленности и физического развития
	Лица, имеющие отклонения в состоянии здоровья постоянного или временного характера, требующие ограничения физических нагрузок, допущенные к выполнению учебной и производственной работы	Занятия по специальным учебным программам

*Таблица 9*

**Ориентировочные значения мощности мышечной работы, рекомендуемые для определения  $PWC_{170}$  у спортсменов (по В.Л. Карпману и др., 1973)**

Предполагаемая величина $PWC_{170}$ , кгм/мин	Мощность работы при $N_1$ , кгм/мин	Мощность работы при $N_2$ , кгм/мин				
		частота сердечных сокращений (мин) при $N_1$				
		80 – 89	90 – 99	100 – 109	110 – 119	120 – 129
до 1000	400	1100	1000	900	800	700
1000 – 1500	500	1300	1200	1100	1000	900
Более		1500	1400	1300	1100	1000

## Тестовые задания по данному разделу

1. Индекс Кетле определяют по формуле

а)  $\frac{\text{сила}}{\text{вес}}$

б)  $\frac{\text{окр. грудной клетки ( в паузе)}}{1/2 \text{ роста стоя}}$

в)  $\frac{\text{ЖЕЛ}}{\text{вес тела}}$

г)  $\frac{\text{длина тела стоя} - \text{длина тела сидя}}{\text{рост}}$

д)  $\frac{\text{вес}}{\text{рост}}$

е)  $\text{рост} - (\text{вес} + \text{окр. гр. клетки на выдохе})$

2. Укажите правильную оценку физического развития

а) удовлетворительное

б) хорошее

в) пониженное

г) гармоничное

д) слабое

3. Функциональные пробы позволяют определить функциональные возможности организма

а) в покое

б) в тренировках

в) на занятиях физкультурой

г) при дозированных нагрузках

д) при дозированных нагрузках

4. Качественные функциональные пробы определяют

а) в покое

б) в тренировках

в) на занятиях физкультурой

г) при дозированных нагрузках

4. Качественные функциональные пробы определяют

- а) морфологические особенности организма
- б) физическую работоспособность
- в) адаптацию организма к физическим нагрузкам
- г) функциональное состояние организма

#### 5. Рабочие тесты

- а) проба Летунова
- б) проба Мартина
- в) велоэргометрия
- г) проба Штанге-Генче
- д) проба Соркина

#### 6. Качественные пробы (Выбрать правильный ответ)

- а) Мартинэ
- б) Летунова
- в) велоэргометрия
- г) Генче
- д) Штанге

#### 7. Характерной особенностью ССС у спортсменов является

- а) аритмия
- б) гипертрофия левых отделов сердца
- в) гипертрофия сердечной мышцы в целом

#### 8. Характерные особенности дыхательной системы спортсмена (Исключить неправильный ответ)

- а) тахипное
- б) увеличение мощности вдоха
- в) увеличение мощности выдоха
- г) увеличение ЖЕЛ
- д) традипное

9. Дифференцировать функциональный шум от органического можно

- а) дачей дозированных нагрузок
- б) велоэргометрией
- в) изменением положения тела
- г) функциональными исследованиями в покое

10. Тест  $PWC_{170}$  не применяется для определения

- а) функционального состояния ССС
- б) функционального состояния дыхательной системы
- в) в физическом развитии
- г) адаптация к физическим нагрузкам
- д) уровня тренированности

11. Феномен «бесконечного тона» у нетренированных лиц выслушивается при типе реакции

- а) нормотоническом
- б) гипертоническом
- в) гипотоническом
- г) дистоническом
- д) со ступенчатым подъемом.

12. Для расчета  $PWC_{170}$  необходимы данные

- а) АД в покое
- б) АД после нагрузки
- в) ЧСС в покое
- г) ЧСС после нагрузки
- д) частота дыхания

13.  $PWC_{170}$  рассчитывается по формуле:

а)  $t \times 100$

-----  
 $(f_1 + f_2 + f_3) \times 2$

б)  $W_1 + (W_2 - W_1) \times \frac{170 - F_1}{100}$

$$F_2 - F_1$$

в)  $21,993 + 0,406 \times \text{вес} + 0,209 \times \text{рост}$

г) 
$$\frac{(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)}{1,3 + P \times n \times 10}$$

д)  $1,3 P$

14. Гарвардский степ-тест позволяет оценить (Выбрать правильный ответ)

- а) физическую работоспособность
- б) функциональное состояние ССС
- в) адаптацию к нагрузкам
- г) восстановительные процессы
- д) после нагрузки
- е) физическую подготовленность

15. Наибольшие величины физической работоспособности выявлены у спортсменов тренирующихся

- а) на скорость
- б) на выносливость
- в) на силу
- г) на координацию
- д) равновесие

16. Отличная оценка Гарвардского теста

- а) 80 – 89
- б) 90 и более
- в) меньше 55
- г) 65 – 79
- д) 55 – 64

## Литература

Иванов С.М. Врачебный контроль и лечебная физкультура. М., "Медицина", 1970.

Король В.М., Бирюкович А.А. Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы у детей школьного возраста. М., "Медицина", 1966.

Чоговадзе А В Круглый М М Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте. М., "Медицина", 1977.