

Кафедра теории и методики избранного вида спорта

Д.С. Учасов

## **СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА**

Методические указания  
по выполнению лабораторных работ

Дисциплина – «Спортивная медицина»

Направление – 44.03.01 «Педагогическое образование»

49.03.01 «Физическая культура»

Автор: д-р биол. наук, проф. каф. ТиМИВС Д.С. Учасов

Рецензент: канд. пед. наук, доц., зав. каф. ТиМИВС М.А. Соломченко

Методические указания по выполнению лабораторных работ содержат необходимые теоретические сведения, методику выполнения и порядок оформления лабораторных работ, контрольные вопросы.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям: 44.03.01 «Педагогическое образование», 49.03.01 «Физическая культура», изучающих дисциплину «Спортивная медицина».

Редактор С.Ю. Махов  
Технический редактор И.В. Тиньков

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Подписано к печати 03.06.2019 г. Формат 60x90 1/16.

Усл. печ. л. 1,8. Тираж 10 экз.

Заказ №\_\_\_\_\_

Отпечатано с готового оригинал-макета  
на полиграфической базе ОГУ имени И.С. Тургенева  
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95.

©Учасов Д.С., 2019

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1 Определение и оценка уровня физического развития человека.....	5
Лабораторная работа № 2 Определение остроты зрения и тактильной чувствительности.....	13
Лабораторная работа № 3 Определение общей физической работоспособности человека по показателю пробы PWC <sub>170</sub> ...	17
Лабораторная работа № 4 Определение общей физической работоспособности человека при помощи Гарвардского степ-теста.....	20
Литература.....	25
Приложение А. Мощности нагрузок, рекомендуемые для определения величины PWC <sub>170</sub> у спортсменов.....	27
Приложение Б. Принципы оценки результатов пробы PWC <sub>170</sub> .....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Спортивная медицина» является основой для формирования у студентов знаний, навыков и компетенций в области спортивной медицины, необходимых для рационального управления тренировочным процессом и оценки его эффективности, профилактики заболеваний и травм у спортсменов и физкультурников.

Одним из видов учебных занятий по дисциплине «Спортивная медицина» являются лабораторные работы, которые способствуют усвоению теоретических знаний, развивают у студентов навыки их практического применения.

Методические указания содержат четыре лабораторные работы, каждая из которых включает: теоретические сведения, методику выполнения, порядок оформления полученных результатов, контрольные вопросы для проверки знаний.

Выполнению лабораторной работы должна предшествовать теоретическая подготовка по соответствующей теме. После выполнения работы студент должен занести полученные результаты в рабочую тетрадь, сделать выводы и защитить работу у преподавателя по контрольным вопросам.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

### 1.1 Цель работы

Ознакомиться с методиками определения и оценки уровня физического развития человека.

### 1.2 Теоретические сведения

Физическое развитие – это комплекс морфологических и функциональных показателей, которые определяют физическую работоспособность человека. Физическое развитие является одним из показателей состояния здоровья. Отклонение физического развития от нормы зачастую может быть одним из первых и важных симптомов имеющегося заболевания [11]. Уровень физического развития зависит от наследственности, функционального состояния эндокринной системы, особенностей питания, степени физической активности, условий окружающей среды, труда и быта, наличия заболеваний, вредных привычек, а при спортивной деятельности – от вида спорта [1; 4]. Состояние здоровья и уровень физического развития человека являются факторами, определяющими возможность занятий физическими упражнениями и предопределяющими особенности спортивной тренировки. При этом особенности телосложения и состояние опорно-двигательного аппарата служат важными критериями спортивного отбора, так как при прочих равных условиях лица с определёнными типами телосложения могут иметь более высокие спортивные результаты в отдельных видах спорта. Исследование физического развития и особенностей телосложения людей, занимающихся спортом, является необходимой частью врачебного обследования спортсменов. Многократные повторные исследования физического развития раскрывают влияние спортивной тренировки на организм человека [2].

Основными методами определения физического развития человека являются соматоскопия (наружный осмотр) и антропометрия (соматометрия), представляющая собой методику и технику измерений человеческого тела.

Соматоскопия – это описание и анализ данных наружного осмотра. Она включает определение состояния кожного покрова, опорно-двигательного аппарата и особенностей телосложения. При этом

используются описательные показатели. Например, кожа описывается как чистая, сухая, влажная, бледная и т.п.

При оценке состояния опорно-двигательного аппарата и телосложения основное внимание обращают на осанку, ширину плеч, форму грудной клетки, живота, ног, степень развития мускулатуры, жиротложение.

Осанка – привычная поза непринуждённо стоящего человека. Правильная осанка является важным фактором, определяющим нормальное функционирование внутренних органов. Осанка зависит от положения головы, надплечий, лопаток, конечностей, формы туловища и позвоночника.

Различают осанку нормальную (правильную), сутуловатую, лордотическую, кифотическую и выпрямленную (рис. 1).

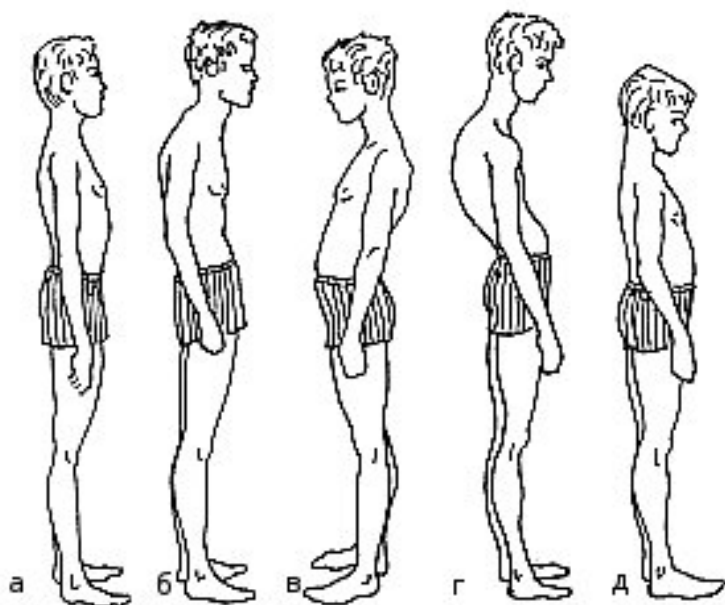


Рис. 1 Виды осанки: а – нормальная; б – сутуловатая, в - лордотическая, г – кифотическая; д – выпрямленная (плоская) [4]

При нормальной осанке оси головы и туловища расположены по одной вертикали, перпендикулярной площади опоры; ноги выпрямлены в тазобедренных и коленных суставах, имеют одинаковую длину; выражены физиологические изгибы позвоночника – шейный и поясничный лордоз (изгиб с выпуклостью вперёд), грудной и крестцовый кифоз (изгиб с выпуклостью назад); надплечья расположены на одном уровне, умеренно развёрнуты; лопатки

симметричны и не выделяются; линия остистых отростков позвонков прямая; треугольники талии симметричны; брюшная стенка плоская либо равномерно и умеренно выпуклая.

Сутуловатая осанка характеризуется увеличенным шейным лордозом. При лордотической осанке сильно выражен поясничный лордоз и уменьшен шейный; при кифотической – увеличен грудной кифоз. При выпрямленной (плоской) осанке отмечается сглаженность всех физиологических изгибов позвоночника, что обуславливает снижение его амортизационной способности [1].

Сколиозы – боковые искривления позвоночника. Для определения сколиоза обследуемый стоит спиной, туловище наклонено вперёд, руки опущены. Исследующий проводит с нажимом двумя пальцами по обеим сторонам позвоночника от шеи до крестца. Выделяющаяся розовая линия поможет установить наличие сколиоза, который по форме дуги может быть простым – с одной дугой искривления (С-образный) и сложным – с противопоставлением (S-образный). В зависимости от отдела позвоночника, где определяется искривление и куда оно направлено вершиной дуги, сколиоз может быть шейным, грудным, поясничным, комбинированным, право- или левосторонним [5].

Форма грудной клетки определяется по расположению рёбер и величине надчревного (эпигастрального) угла. В норме она цилиндрическая, коническая или уплощённая. Цилиндрическая грудная клетка – рёбра горизонтально расположены, надчревный угол прямой; коническая – рёбра горизонтально расположены, но надчревный угол тупой; уплощённая – рёбра опущены – надчревный угол острый [2].

Форма живота зависит от развития мышц брюшной стенки и подкожной жировой клетчатки. При нормальной форме живота брюшная стенка втянута или незначительно выпячена, хорошо виден рельеф мышц.

Форма ног оценивается как нормальная, если в стойке «пятки вместе – носки врозь» ноги соприкасаются в области коленных суставов. Различают также О-образную и Х-образную формы ног. При О-образной форме коленные суставы не соприкасаются, при Х-образной – один коленный сустав заходит за другой [5].

При оценке развития мускулатуры учитывают объём, рельефность и упругость основных групп мышц. Различают слабое, среднее и хорошее развитие мускулатуры. При слабом развитии мускулатуры

объём мышц небольшой, рельефность не выражена, упругость недостаточная. При среднем – объём мышц средний, рельефность мало выражена, упругость удовлетворительная. При хорошем развитии мускулатуры объём мышц большой, рельефность выражена, упругость значительна [3].

Телосложение определяется размерами, формами, пропорцией (соотношением одних размеров тела с другими) и особенностями взаимного расположения частей тела. Оно зависит от питания, занятий тем или иным видом спорта, климатических условий и других факторов.

Конституция – это особенности телосложения человека. В соответствии с классификацией М.В. Черноруцкого (1938) различают три типа конституции: астенический, гиперстенический и нормостенический (рис. 2)

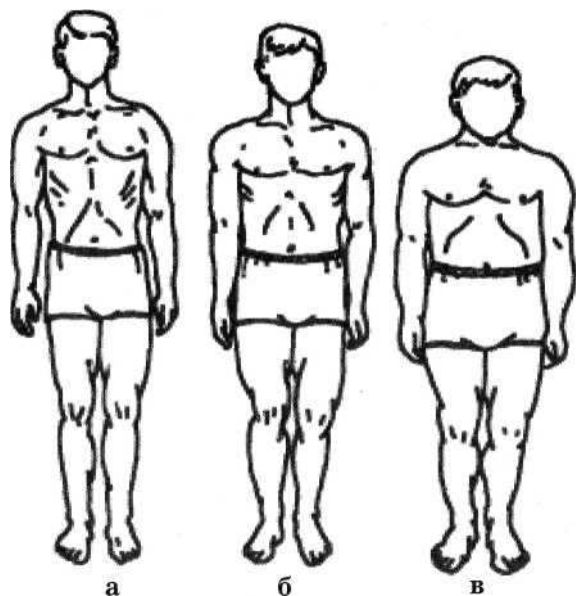


Рис. 2 Типы телосложения: а – астеник; б – нормостеник; в - гиперстеник (по классификации М.В. Черноруцкого, 1938) [4]

Астенический тип телосложения отличается преобладанием продольных размеров тела: узкое лицо, длинная и тонкая шея, длинная и плоская грудная клетка, небольшой живот, тонкие и длинные конечности, слаборазвитая мускулатура, жировое отложение пониженное, тонкая бледная кожа.

При гиперстеническом типе телосложения преобладают поперечные размеры тела: голова округлой формы, лицо широкое, шея короткая и толстая, грудная клетка широкая и короткая, живот



большой, конечности короткие и толстые, мускулатура хорошо развита, жировое отложение повышенное, кожа плотная.

Нормостенический тип телосложения характеризуется пропорциональностью длины и поперечных размеров тела. У нормостеников достаточно широкие плечи, развитая грудная клетка, хорошо развитая мышечная система, умеренное жировое отложение [4].

К основным антропометрическим показателям относят рост, массу тела, окружность грудной клетки, силу мышц кистей рук.

Рост измеряют с помощью ростомера. Масса тела определяется взвешиванием на рычажных или электронных весах.

Окружность грудной клетки измеряют сантиметровой лентой, которую накладывают сзади под нижними углами лопаток, а спереди – у мужчин – по нижней полуокружности соска, у женщин – по IV ребру над молочными железами. Показания снимают трижды: в покое, при максимальном вдохе и максимальном выдохе. Разность результатов обхвата при максимальном вдохе и максимальном выдохе называют экскурсией грудной клетки. Данный показатель указывает на резервные возможности лёгких. У взрослого человека он составляет 7 – 10 см. Показатели до 4 см оценивают как низкие, 5 – 9 см – средние, более 9 см – высокие [1].

Измерение силы мышц кисти проводят кистевым динамометром, представляющим собой стальную скобу, которую человек сжимает в ладони с максимальным усилием. Сила правой кисти у мужчин, не занимающихся спортом, наиболее часто находится в пределах 35 – 50 кг, левой – 32 – 46 кг, у женщин – 25 – 33 и 23 – 30 кг соответственно [7].

Для сопоставления индивидуальных значений силы отдельных мышечных групп у людей различного телосложения, рекомендуют рассчитывать относительную силу мышц – отношение мышечной силы к массе тела.

При оценке антропометрических данных полученные результаты измерений сравнивают с соответствующими нормативными показателями.

Для ориентировочной оценки антропометрических данных при массовых обследованиях населения нередко используют оценочные индексы, выведенные путём сопоставления разных антропометрических показателей. К наиболее широко используемым индексам можно отнести индекс весоростовой индекс Кетле и индекс массы тела.

Весоростовой индекс Кетле, определяемый путём деления массы тела в граммах на рост в сантиметрах, используют при обследо-

вании и взрослых и детей. Этот индекс показывает, сколько граммов массы тела приходится на каждый сантиметр роста. Принципы оценки индекса Кетле представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Принципы оценки индекса Кетле [8]

Количество граммов массы тела, приходящихся на сантиметр роста	Показатель упитанности
Более 540	Ожирение
451 – 540	Чрезмерная масса тела для мужчин
416 – 450	Чрезмерная масса тела для женщин
401 – 415	Хорошая масса тела
400	Наилучшая масса тела для мужчин
390	Наилучшая масса тела для женщин
360 – 389	Средняя масса тела
320 – 359	Плохая масса тела
300 – 319	Очень плохая масса тела
200 – 299	Истощение

Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывают как отношение массы тела (кг) к росту во второй степени ( $m^2$ ). Этот показатель применяют для оценки массы тела взрослых, начиная с 18 лет, за исключением беременных женщин, людей старше 65-летнего возраста и лиц мускулистого телосложения. Принципы оценки массы тела по величине ИМТ представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Классификация массы тела в зависимости от величины индекса массы тела [1]

Показатель	ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )
дефицит массы тела	менее 18,5
нормальная масса тела	18,5 – 24,9
избыточная масса тела	25,0 – 29,9
ожирение I степени	30,0 – 34,9
ожирение II степени	35,0 – 39,9
ожирение III степени	40,0 и более

### 1.3 Материальное обеспечение работы

Ростомер, весы медицинские, кистевые динамометры, калькулятор.

## 1.4 Методика работы

Выполнение работы начинают с составления таблицы для записи результатов исследований (табл.1.3), затем определяют уровень физического развития обследуемого человека.

Для определения и оценки уровня физического развития человека необходимо:

1. Измерить рост обследуемого. Обследуемый становится спиной к вертикальной стойке ростомера касаясь её пятками, ягодицами и межлопаточной областью. Голову устанавливают так, чтобы наружный угол глаза и козелок ушной раковины находились на одной горизонтали. Подвижную планку ростомера опускают до соприкосновения с головой, после чего определяют показатели в сантиметрах [1]. Результат измерений следует внести в таблицу 1.3.

2. Определить массу тела обследуемого. Результат взвешивания следует внести в таблицу 1.3.

3. Измерить окружность грудной клетки обследуемого. Измерение проводят сантиметровой лентой, которую накладывают сзади под нижними углами лопаток, а спереди по нижней полуокружности соска у мужчин или по IV ребру над молочными железами у женщин. Показания снимают трижды: в покое, при максимальном вдохе и максимальном выдохе. Принципы оценки результатов этих измерений представлены на странице 9. Результаты исследований следует внести в таблицу 1.3.

4. Определить силу мышц кистей рук. Для проведения исследований обследуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Вторая свободная рука опущена и расслаблена. По сигналу экспериментатора обследуемый дважды выполняет максимальное усилие на динамометре. Силу мышц оценивают по лучшему результату. Аналогично определяют силу мышц кисти другой руки. Результаты исследований следует внести в таблицу 1.3.

5. Рассчитать относительную силу мышц кистей рук по формуле:

$$F_{\text{отн}} = F_{\text{абс}}/M,$$

где  $F_{\text{отн}}$  – относительная сила (кг);  $F_{\text{абс}}$  – абсолютная сила (кг),  $M$  – масса тела (кг).

Результат расчёта внести в таблицу 1.3.

6. Рассчитать весоростовой индекс Кетле (ИК) по формуле:

$$\text{ИК} = \frac{\text{масса тела (г)}}{\text{рост (см)}}$$

Результат расчёта внести в таблицу 1.3.

7. Рассчитать индекс массы тела (ИМТ) по формуле:

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{масса тела (кг)}}{\text{рост (м}^2\text{)}}$$

Результат расчёта внести в таблицу 1.3.

8. Сделать вывод об уровне физического развития обследуемого человека.

Таблица 1.3 – Показатели физического развития человека

Показатели	Результаты исследований
Рост, см	
Масса тела, кг	
Окружность грудной клетки в покое, см	
Окружность грудной клетки при максимальном вдохе, см	
Окружность грудной клетки при максимальном выдохе, см	
Динамометрия правой кисти, кг	
Динамометрия левой кисти, кг	
Относительная сила мышц правой кисти, кг	
Относительная сила мышц левой кисти, кг	
Индекс Кетле, г/см	
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	

### 1.5 Оформление работы

Работа оформляется в виде отчёта, который представляют в рабочей тетради. Отчёт должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- расчёты относительной силы мышц кистей рук обследуемого;
- расчёты индексов Кетле, массы тела;
- результаты определения показателей физического развития человека в виде таблицы (табл. 1.3);
- вывод о физическом развитии обследуемого человека.

## **1.6 Контрольные вопросы**

1. Физическое развитие и факторы на него влияющие
2. Методы определения физического развития человека
3. Понятие о соматоскопии, её основные принципы
4. Что такое осанка, от чего она зависит?
5. Признаки правильной осанки
6. Что такое лордоз, кифоз?
7. Понятие о сколиозе, его виды
- 8 Конституция тела. Типы конституции по классификации М.В. Черноруцкого
9. Антропометрия: понятие и основные показатели
10. Что такое экскурсия грудной клетки?
11. Что показывает весоростовой индекс Кетле? Его достоинства и недостатки
12. Как рассчитать индекс массы тела (ИМТ)? Преимущества и недостатки данного показателя

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ И ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

### **2.1 Цель работы**

Ознакомиться с методиками определения остроты зрения и тактильной чувствительности кожи.

### **2.2 Теоретические сведения**

#### **2.2.1 Острота зрения**

До 90 % информации об окружающей среде человек получает через зрительную сенсорную систему. Одной из важнейших характеристик органа зрения острота зрения.

Острота зрения – это способность глаза различать отдельные объекты. Она зависит от количества рецепторов, свойств преломляющих сред глаза (роговицы, хрусталика, зрачка), обуславливающих чёткость изображения на сетчатке, степени аккомодации, диаметра зрачка (наибольшая при 3 – 4 мм), возраста (наибольшая в 17 лет). В центре сетчатки находится наибольшее количество рецепторов, поэтому центральное зрение более острое, чем периферическое

[14; 15]. С возрастом острота зрения уменьшается. Ключевое значение имеет степень освещённости предмета. С уменьшением освещённости острота зрения падает.

Для определения остроты зрения пользуются специальными таблицами, состоящими из 12 строк печатных букв (таблица Д.А. Сивцева) или незамкнутых окружностей с различным расположением их «разрывов» (таблица С.С. Головина). Знаки одной строки одинаковы по размеру, но в каждой нижней строке они меньше, чем в верхней. Таблицы рассчитаны для исследования остроты зрения с дистанции 5 м. Слева от каждой строки стоит число, обозначающее расстояние в метрах, с которого нормальный глаз должен видеть детали знаков данной строки. Для самых больших знаков верхней строки это расстояние составляет 50 м, для самых маленьких знаков нижней строки – 2,5 м. Справа от каждой строки указана острота зрения.

Остроту зрения рассчитывают по формуле:  $V = d/D$ , где  $V$  – острота зрения,  $d$  – расстояние от обследуемого до таблицы,  $D$  – расстояние, с которого данная строка правильно читается при нормальной остроте зрения.

Например, если человек с расстояния 5 м от таблицы читает 10-ю строку, которая должна быть видна нормальному глазу с 5 м, то  $V = 5/5 = 1,0$  т.е. острота зрения нормальная. Если обследуемый на дистанции 5 м от таблицы может прочесть лишь первую строку, которую нормальный глаз должен видеть на расстоянии 50 м, то острота зрения обследуемого равна 0,1 от нормальной остроты зрения ( $5/50 = 0,1$ ). Нормальная острота зрения у человека – 0,9 – 1,3; пониженная – от 0,8 и ниже, повышенная острота зрения – 1,4 и выше [14].

### **2.2.2 Тактильная чувствительность**

Тактильная сенсорная система обеспечивает восприятие прикосновения и давления. Различные участки кожи обладают разной тактильной чувствительностью, что обусловлено неравномерным расположением тактильных рецепторов по поверхности тела. Больше всего их на кончиках пальцев рук и ног, ладонях, подошвах, губах, кончике языка, меньше всего – на спине.

Хорошо развитая тактильная чувствительность является необходимым условием формирования способности к выполнению мелких скоординированных движений рук. Поэтому хорошо развитую тактильную чувствительность и мелкую моторику рассматривают как качества, способствующие достижению спортивных успехов в таких видах спорта как баскетбол, волейбол, пулевая стрельба, биатлон, ху-

дожественная гимнастика. Например, в баскетболе чувствительность пальцев напрямую связана с точностью броска, а в волейболе наиболее высокую тактильную чувствительность пальцев рук имеют пасующие игроки и либеро [13].

У боксёров и представителей других контактных видов спорта, часто получающих удары по лицу, тактильная чувствительность кожи лица существенно снижается [10].

Для определения тактильной чувствительности различных областей кожи используют циркуль Вебера, состоящий из двух заострённых на концах ножек, которые можно сближать между собой. При этом находят то минимальное расстояние, при котором прикосновение двух ножек циркуля вызывает ещё два отдельных ощущения. При уменьшении этого расстояния ощущения сливаются в одно [12].

### **2.3. Материальное обеспечение работы**

Таблица для определения остроты зрения, лампа для освещения таблицы, щиток для закрывания глаза, метр, указка, стул.

Циркуль Вебера (эстезиометр).

### **2.4 Методика работы**

#### ***2.4.1 Определение остроты зрения***

Таблицу вешают на стену. Она должна быть хорошо освещена. Испытуемому предлагают сесть на расстоянии 5 м от таблицы и закрыть один глаз специальным щитком. Определение начинают с самой верхней строки, показывая указкой на отдельную букву (незамкнутую окружность). Постепенно опускаясь на нижерасположенные строки, выясняют, какую из строк испытуемый видит отчётливо. Затем аналогично исследуют другой глаз. Полученные данные записывают. Делают заключение об остроте зрения обследуемого человека.

#### ***2.4.2 Исследование тактильной чувствительности***

Испытуемого, сидящего на стуле, просят закрыть глаза. Циркулем Вебера с максимально сведенными ножками прикасаются к различным участкам кожи (кончики пальцев рук, ладони, предплечье, плечо, лицо, спина). При этом обе ножки циркуля должны прикасаться к коже одновременно и с одинаковым давлением. Продолжают прикосновение к различным участкам кожи обследуемого в заранее избранной последовательности, постепенно раздвигая ножки циркуля (прибавляя каждый раз по 1 мм). Замечают, при каком расстоянии между ножками циркуля, и на каком участке кожи испытуемый впер-

вые различает двойные прикосновения. Таким образом, определяют пространственный порог тактильной чувствительности.

Результаты исследования следует занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Тактильная чувствительность различных участков кожи

Участок кожи	Пространственный порог тактильной чувствительности, мм
Пальцы рук	
Ладони	
Предплечье	
Плечо	
Лицо	
Спина	

Сделайте заключение о результатах исследования тактильной чувствительности обследуемого человека.

## 2.5 Оформление работы

Работа оформляется в виде отчёта, который представляют в рабочей тетради. Отчёт должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- методику и результаты определения остроты зрения;
- заключение о результатах определения остроты зрения;
- результаты исследования тактильной чувствительности (табл. 2.1);
- заключение о результатах определения тактильной чувствительности.

## 2.6 Контрольные вопросы

1. Что такое острота зрения?
2. Какие факторы влияют на остроту зрения?
3. Что относится к светопреломляющим средам глаза?
4. Что такое аккомодация?
5. Каким образом можно определить остроту зрения?



6. Какие участки кожи содержат наибольшее и наименьшее количество рецепторов тактильной сенсорной системы?
7. Как определить пространственный порог тактильной чувствительности различных участков кожи?
8. Каким образом уровень тактильной чувствительности кожи человека может быть связан с его спортивной деятельностью?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ПРОБЫ PWC<sub>170</sub>**

#### **3.1 Цель работы**

Ознакомиться с методикой определения общей физической работоспособности человека по показателю пробы PWC<sub>170</sub>.

#### **3.2 Теоретические сведения**

Физическая работоспособность проявляется в различных формах мышечной деятельности и зависит от способности и готовности человека к физической работе. Она является одной из основных составляющих спортивного успеха. Для определения уровня физической работоспособности спортсменов в спортивной медицине наиболее широко используются тесты (пробы) с субмаксимальными мощностями физических нагрузок, такие как проба PWC<sub>170</sub>.

**Тест PWC<sub>170</sub>** (от английского термина «Physical Working Capacity» – физическая работоспособность) – функциональная проба, основанная на определении мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) повышается до 170 уд./мин.

Данная проба рекомендована Всемирной организацией здравоохранения для определения физической работоспособности как спортсменов, так и здоровых нетренированных людей [15].

Теоретической основой теста PWC<sub>170</sub> являются две физиологические закономерности:

- 1) учащение сердцебиения при мышечной работе прямо пропорционально её интенсивности (мощности или скорости);
- 2) степень повышения ЧСС при непредельной физической нагрузке обратно пропорциональна функциональным возможностям

сердечно-сосудистой системы, являющимся косвенным критерием общей физической работоспособности [8].

Выбор ЧСС, равной именно 170 уд./мин, основан на следующем:

1) ЧСС, равная 170 уд./мин, характеризует начало оптимальной зоны функционирования кардиореспираторной системы при нагрузке;

2) взаимосвязь между ЧСС и мощностью выполняемой физической нагрузки имеет линейный характер у большинства испытуемых до пульса, равного 170 уд./мин. При более высокой ЧСС этот характер нарушается [15].

Физическая работоспособность человека в тесте  $PWC_{170}$  выражается в величинах мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 уд./мин. Мощность нагрузки выражают в кгм/мин или Вт (1 ватт = 6,11 кгм/мин) [9]. Чем больше  $PWC_{170}$ , тем выше физическая работоспособность. При оценке физической работоспособности сравнивают полученную величину  $PWC_{170}$  с нормальными значениями  $PWC$  для лиц разного пола, возраста, спортивной специализации.

Показатели теста  $PWC_{170}$  зависят от пола, возраста, состояния здоровья, уровня физической подготовленности, спортивной специализации и квалификации человека.

У здоровых молодых нетренированных мужчин величина  $PWC_{170}$  составляет 850 – 1100 кгм/мин, у женщин – 450 – 850 кгм/мин. У спортсменов этот показатель в большинстве случаев существенно выше, чем у нетренированных лиц. При этом наиболее высокие результаты пробы  $PWC_{170}$  отмечаются у представителей циклических видов спорта, уделяющих особое внимание развитию выносливости.

Абсолютные значения  $PWC_{170}$  находятся в прямой зависимости от размеров тела. Поэтому для сглаживания индивидуальных различий по массе тела определяют относительные величины  $PWC_{170}$ , рассчитанные на 1 кг массы тела. У нетренированных мужчин этот показатель составляет в среднем 14,4 кгм/мин/кг, у нетренированных женщин – 10,2 кгм/мин/кг. При повышении массы тела относительные величины  $PWC_{170}$  имеют тенденцию к снижению [6].

### **3.3 Материальное обеспечение работы**

Велоэргометр с вариатором нагрузки.

### 3.4 Методика работы

Проба PWC<sub>170</sub> проводится без предварительной разминки. Испытуемый выполняет на велоэргометре две нагрузки возрастающей мощности (например, 300 и 600 кгм/мин) продолжительностью по 5 мин каждая, с интервалом отдыха 3 мин. Величина нагрузки дозируется с помощью частоты педалирования (60 – 75 оборотов в минуту) и сопротивления вращению педалей.

Выбор первой нагрузки осуществляется с учётом массы тела и уровня физической подготовленности человека (табл. А 1). Вторая нагрузка задаётся с учётом ЧСС, вызванной первой нагрузкой (табл. А 2).

Пример выбора нагрузки представлен в таблице 3.1.

В конце каждой нагрузки в течение 30 с регистрируют ЧСС. Результаты записывают.

Для обеспечения надёжных результатов пробы PWC<sub>170</sub> частота сердечных сокращений в конце первой нагрузки должна достигать 110 – 130 уд./мин, а в конце второй нагрузки – 150 – 165 уд./мин (разница не менее 40 уд./мин) [8].

Таблица 3.1 – Мощность нагрузок (кгм/мин), рекомендуемая для определения физической работоспособности [6]

Испытуемые	Женщины		Мужчины	
	1-я нагрузка	2-я нагрузка	1-я нагрузка	2-я нагрузка
Спортсмены	300	600	600	1200
Лица, не занимающиеся спортом	150	300	300	600

Расчёт величины показателя PWC<sub>170</sub> осуществляют по формуле В.Л. Карпмана:  $PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$ ,

где PWC<sub>170</sub> – мощность физической нагрузки (физическая работоспособность) при ЧСС 170 уд./мин (кгм/мин или Вт);

$W_1$  и  $W_2$  – мощности 1-й и 2-й нагрузок (кгм/мин или Вт);

$f_1$  и  $f_2$  – ЧСС в конце 1-й и 2-й нагрузок (в 1 мин).

Запишите результаты определения физической работоспособности с помощью теста PWC<sub>170</sub>.

Рассчитайте относительную величину показателя PWC<sub>170</sub>.

Результаты расчёта запишите в рабочую тетрадь.

Сравните полученные данные с нормальными значениями абсолютных и относительных величин показателя  $PWC_{170}$  (табл. Б 1 – Б 4).

Сделайте заключение об уровне общей физической работоспособности испытуемого.

### **3.5. Контрольные вопросы**

1. Что такое физическая работоспособность, в чём она проявляется?
2. Почему в качестве основного показателя при определении общей физической работоспособности человека используется ЧСС?
3. В чём заключается сущность пробы  $PWC_{170}$ ?
4. Какие физиологические закономерности служат теоретическим базисом теста  $PWC_{170}$ ?
5. Почему при проведении теста  $PWC_{170}$  выбрана величина ЧСС, равная именно 170 уд/мин?
6. От каких факторов зависит величина  $PWC_{170}$ ?
7. Каковы средние показатели теста  $PWC_{170}$  у здоровых молодых мужчин, не занимающихся спортом?
8. Каковы средние величины  $PWC_{170}$  у здоровых молодых нетренированных женщин?
9. Представители каких видов спорта обычно имеют наиболее высокие показатели теста  $PWC_{170}$ ?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОМОЩИ ГАРВАРДСКОГО СТЕП-ТЕСТА**

### **4.1 Цель работы**

Ознакомиться с методикой определения общей физической работоспособности человека по индексу Гарвардского степ-теста.

### **4.2 Теоретические сведения**

Гарвардский степ-тест, разработанный в США, наряду с пробой  $PWC_{170}$  относится к числу наиболее распространённых проб, применяемых для определения общей физической работоспособности человека. Теоретической основой этого теста является физиологическая закономерность, заключающаяся в том, что продолжительность рабо-

ты на пульсе, равном 150-170 уд./мин, и скорость восстановления ЧСС после выполнения такой физической нагрузки достаточно надёжно характеризуют функциональные возможности сердечно-сосудистой системы и, как следствие, уровень общей физической работоспособности спортсмена [8]. Данный тест используется для количественной оценки восстановительных процессов, протекающих в организме человека после дозированной физической работы. Его положительными сторонами являются: методическая простота, доступность, возможность количественного выражения результатов исследования. Вместе с этим, из-за значительной интенсивности физической нагрузки, выполняемой во время проведения исследования, Гарвардский степ-тест не рекомендуется применять при обследовании лиц старшего, а тем более пожилого возраста, занимающихся физической культурой [6].

### **4.3 Материальное обеспечение работы**

Ступеньки для проведения степ-теста, секундомер, метроном.

### **4.4 Методика работы**

Физическая нагрузка задаётся в виде восхождений на ступеньку. Высота ступеньки и время восхождения на неё зависят от пола, возраста и антропометрических показателей испытуемого (табл. 4.1). Например для мужчин высота ступеньки составляет 50 см, время восхождения – 5 мин. Испытуемому предлагают совершать восхождения на ступеньку с частотой 30 раз в 1 мин. Темп движений задаётся метрономом, частоту которого устанавливают на 120 уд./мин. Подъём и спуск состоят из четырех движений, каждому из которых будет соответствовать один удар метронома: 1 – обследуемый ставит на ступеньку одну ногу, 2 – ставит на ступеньку другую ногу, 3 – ставит назад на пол ногу, с которой начал восхождение, 4 – ставит на пол другую ногу.

В положении стоя на ступеньке ноги должны быть прямыми, туловище должно находиться в строго вертикальном положении. При подъёме и спуске руки выполняют обычные для ходьбы движения. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъём.

Перед проведением теста испытуемому следует ознакомить с техникой выполнения нагрузки, предоставить ему возможность совершить несколько пробных восхождений на ступеньку.

Таблица 4.1 – Высота ступеньки и время восхождения при проведении Гарвардского степ-теста [6]

Группа испытуемых	Высота ступеньки, см	Время восхождений, мин
Мужчины (старше 18 лет)	50	5
Женщины (старше 18 лет)	43	5
Юноши и подростки (12 - 18 лет) с поверхностью тела больше 1,85 см <sup>2</sup>	50	4
Юноши и подростки (12 -18 лет) с поверхностью тела меньше 1,85 см <sup>2</sup>	45	4
Девушки (12 – 18 лет)	40	4
Мальчики и девочки 8 – 11 лет	35	3
Мальчики и девочки до 8 лет	35	2

После окончания физической нагрузки у испытуемого в положении сидя регистрируют ЧСС в течение первых 30 с на 2-й, 3-й и 4-х минутах восстановительного периода. Полученные показатели записывают.

Результаты тестирования выражаются в условных единицах в виде индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ), который рассчитывается по формуле:

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / (f_1 + f_2 + f_3) \times 2,$$

где  $t$  – фактическое время выполнения физической нагрузки, с;  
 $f_1, f_2, f_3$  – ЧСС за первые 30 с на 2-й, 3-й и 4-х минутах восстановления.

Величина 100 необходима для выражения ИГСТ в целых числах, а цифра 2 – для перевода показателя ЧСС за 30-секундные промежутки времени в число сердцебиений за минуту.

В случае если испытуемый при проведении тестирования начинает отставать от заданного темпа, то тест прекращают и фиксируют время, в течение которого совершалась физическая работа. При этом

индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) рассчитывают по сокращённой формуле:

$$\text{ИГСТ} = t \times 100 / f_1 \times 5,5,$$

где  $t_1$  – ЧСС в первые 30 с 2-й минуты восстановительного периода.

Уровень физической работоспособности человека оценивается по значению полученного индекса. Величина ИГСТ характеризует скорость восстановительных процессов после достаточно напряжённой физической работы. Чем быстрее восстанавливается ЧСС, тем выше индекс Гарвардского степ-теста. У спортсменов этот показатель обычно выше, чем у лиц, не занимающихся спортом. Особенно высокие величины индекса Гарвардского степ-теста наблюдаются у атлетов, тренирующихся на выносливость (лыжные гонки, велоспорт, плавание, конькобежный спорт, бег на длинные дистанции и др.) [9].

Запишите полученный ИГСТ в рабочую тетрадь. Сравните этот показатель с данными таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Оценка результатов Гарвардского степ-теста [8]

Оценка	Величина индекса Гарвардского степ-теста		
	у здоровых нетренированных лиц	у представителей ациклических видов спорта	у представителей циклических видов спорта
Плохая	меньше 56	меньше 61	меньше 71
Ниже средней	56 – 65	61 – 70	71 – 80
Средняя	66 – 70	71 – 80	81 – 90
Выше средней	71 – 80	81 – 90	91 – 100
Хорошая	81 – 90	91 – 100	101 – 110
Отличная	больше 90	больше 100	больше 110

Сделайте заключение об уровне физической работоспособности испытуемого.

#### 4.5. Контрольные вопросы

1. Какова общая идея Гарвардского степ-теста?

2. Расскажите, как проводится Гарвардский степ-тест?
3. В каких единицах выражаются результаты Гарвардского степ-теста?
4. Представители каких видов спорта имеют наиболее высокие показатели Гарвардского степ-теста?
5. Какова высота ступеньки для проведения Гарвардского степ-теста, если испытуемый – мужчина 25 лет?
6. Какие величины индекса Гарвардского степ-теста, соответствуют хорошей оценке результатов этой пробы для здоровых нетренированных людей?



## ЛИТЕРАТУРА

1. Волокитина, Т.В. Основы медицинских знаний: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования /Т.В. Волокитина, Г.Г. Бральнина, Н.И. Никитинская.– М.: Академия, 2011. – 224 с.
2. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия. Учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 1 /Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.
3. Детская спортивная медицина/Т.Г. Авдеева [и др.]; под ред. Т.Г. Авдеевой, И.И. Бахраха. – изд. 4-е, исправ. И доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 320 с.
4. Дубровский, В.И. Спортивная медицина: учебник для студентов вузов, обучающихся по педагогическим специальностям /В.И. Дубровский. – 3-е изд., доп. М.: ВЛАДОС, 2005. – 528 с.
5. Капилевич, Л.В. Спортивная медицина: Практикум: в 2 частях /Л.В. Капилевич, А.В. Кабачкова. – Томск: ТГУ, 2009. – 86 с.
6. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине /В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
7. Лабораторные работы по физиологии человека и животных: учеб. пособие / С.И. Гуляева, А.П. Салей, М.Ю. Мещерякова, К.В. Демеш. – Воронеж, ВГУ, 2003. – 64 с.
8. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник /Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2008. – 480 с.
9. Миллер, Л.Л. Спортивная медицина: учебное пособие /Л.Л. Миллер. – М.: Человек, 2015. – 184 с.
10. Модель проведения соревнований оздоровительной направленности (на примере боксёров-новичков) / В.В. Ким, Г.С. Хам, Р.Х. Аминов, Р.Р. Юсупов // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 5. – С. 15 – 19.
11. Плотников, В.П. Уроки спортивной медицины: учебно-методическое пособие/ В.П. Плотников, Б.А. Поляев; под ред. проф. А.В. Чоговадзе. – М., 2008. – 82 с.
12. Практикум по нормальной физиологии: учеб. пособие /Н.А. Агаджанян, Л.К. Щельцын, А.А. Башкиров и др.; под ред. Н.А. Агаджаняна. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 340 с.
13. Семёнов, Д.А. Развитие тактильной чувствительности спортсменов как пример доступной инновации в спортивной подготовке /Д.А. Семёнов, С.Н. Прокопович // Инновационные технологии в под-

готовке спортсменов: материалы 3-й научно-практической конференции (01-02 октября 2015 г., Москва). – М.: ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта, 2015. – С. 83 – 86.

14. Солодков, А.С. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека: учеб. пособие для вузов физической культуры/ под общ. ред. А.С. Солодкова; НГУ им. П.Ф. Лесгафта. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Советский спорт, 2011. – 200 с.

15. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Спорт, 2016. – 624 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Мощности нагрузок, рекомендуемые для определения величины $PWC_{170}$ у спортсменов

Таблица А.1 – Мощность первой нагрузки ( $W_1$ , кгм/мин), рекомендуемая для определения величины  $PWC_{170}$  у спортсменов различной специализации и массы тела [6]

Группы видов спорта	Масса тела, кг						
	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85 и более
Скоростно-силовые и сложнокоординационные	300	400	500	500	500	600	600
Игровые и единоборства	300	400	500	600	700	800	800
«На выносливость»	500	600	700	800	900	900	1000

Таблица А.2 – Мощность второй нагрузки ( $W_2$ , кгм/мин), рекомендуемая для определения величины  $PWC_{170}$  [6]

Мощность первой нагрузки ( $W_1$ ) кгм/мин	Мощность второй нагрузки ( $W_2$ ), кгм/мин			
	ЧСС при мощности первой нагрузки, уд./мин			
	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Принципы оценки результатов пробы PWC<sub>170</sub>

Таблица Б.1 - Оценка физической работоспособности по тесту PWC<sub>170</sub> (кгм/мин) у квалифицированных спортсменов [6]

Масса тела, кг	Оценка физической работоспособности				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
Спортсмены, тренирующиеся «на выносливость»					
60 - 69	< 1199	1200 - 1399	1400 - 1799	1800 - 1999	> 2000
70 - 79	< 1399	1400 - 1599	1600 - 1999	2000 - 2199	> 2200
80 - 89	< 1599	1550 - 1749	1750 - 2149	2150 - 2349	> 2350
Спортсмены, занимающиеся игровыми видами спорта, единоборствами, специально не тренирующиеся «на выносливость»					
60 - 69	< 999	1000 - 1199	1200 - 1599	1600 - 1799	> 1800
70 - 79	< 1149	1150 - 1349	1350 - 1749	1750 - 1949	> 1950
80 - 89	< 1299	1300 - 1499	1500 - 1899	1900 - 2099	> 2100
Спортсмены, занимающиеся скоростно-силовыми и сложнокоординационными видами спорта					
60 - 69	< 699	700 - 899	900 - 1299	1300 - 1499	> 1500
70 - 79	< 799	800 - 999	1000 - 1399	1400 - 1599	> 1600
80 - 89	< 899	900 - 1099	1100 - 1499	1500 - 1699	> 1700

Таблица Б.2 - Нормальный диапазон колебаний величин PWC<sub>170</sub> (кгм/мин) у спортсменов различной квалификации и специализации [6]

Группа видов спорта	Спортивный разряд			Кандидаты в мастера спорта	Мастера спорта
	III	II	I		
«На выносливость»	900 – 1400	1000 – 1500	1150 – 1650	1300 – 1800	1450 – 1950
Игровые, единоборства	900 – 1300	950 – 1350	1050 – 1450	1150 – 1550	1200 – 1600
Скоростно-силовые, сложнокоординационные	900 – 1200	900 – 1200	950 – 1250	950 – 1250	1000 – 1300

Таблица Б. 3 - Физическая работоспособность по тесту PWC<sub>170</sub> у спортсменов различных специализаций и нетренированных лиц [6]

Вид спорта	PWC <sub>170</sub>			
	кгм/мин		кгм/мин/кг	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Лыжные гонки	1760 ± 305	899 ± 117	25,7 ± 4,6	15,1 ± 2,2
Лёгкая атлетика (бег на средние дистанции)	1676 ± 190	1046 ± 73	24,1 ± 4,9	19,3 ± 1,3
Велосипедный	1676 ± 296	1074 ± 144	22,7 ± 2,8	17,2 ± 2,2
Плавание	1642 ± 217	880 ± 172	22,9 ± 3,0	14,3 ± 1,5
Фигурное катание на коньках	1672 ± 379	932 ± 191	24,5 ± 3,0	19,8 ± 2,8
Баскетбол	1705 ± 280	-	19,3 ± 2,7	-
Футбол	1618 ± 296	-	21,6 ± 2,8	-
Хоккей	1428 ± 217	-	20,1 ± 2,7	-
Бокс	1360 ± 335	-	20,2 ± 2,4	-
Лёгкая атлетика (метания, толкания)	1571 ± 377	1106 ± 211	14,6 ± 3,6	12,7 ± 2,0
Прыжки в воду	1198 ± 243	710 ± 112	17,8 ± 2,2	13,5 ± 1,9
Аэробика	-	799 ± 128	-	13,8 ± 2,2
Тяжёлая атлетика	1135 ± 20	-	15,3 ± 2,3	-
Нетренированные люди	1001 ± 136	640 ± 105	14,4 ± 2,7	10,2 ± 1,6

Таблица Б. 4 – Принципы оценки относительных значений показателей пробы PWC<sub>170</sub> [8]

Общая физическая работоспособность	PWC <sub>170</sub> (кгм/мин/кг)
Низкая	14 и меньше
Ниже средней	15 – 16
Средняя	17 – 18
Выше средней	19 – 20
Высокая	21 – 22
Очень высокая	23 и больше