

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Е.П. ЯКИМОВИЧ, В.В. НЕМЦОВА, Д.А. КЛЮЧНИКОВ

# **ВОЗРАСТНАЯ АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ГИГИЕНА**

**Учебное пособие**

МОСКВА  
2018

Учебное пособие составлено для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Педагогическое образование", бакалавр, в соответствии с требованиями ФГОС и программой дисциплины «Возрастная анатомия, физиология и гигиена». Пособие включает в себя теоретические вопросы и экспериментальные работы для закрепления лекционного курса по дисциплине «Возрастная анатомия, физиология и гигиена». Пособие может быть использовано студентами при выполнении практических работ и в процессе самостоятельной подготовки.

Учебное пособие написано авторским коллективом профессорами: Аникиной Т.А., Зефириным Т.Л., Русиновой С.И., Ситдиковым Ф.Г., доцентами Билаловой Г.А., Дикопольской Н.Б., Зайневым М.М., Крыловой А.В., Побежимовой О.К., старшим преподавателем: Зверевым А.А.

**Научный редактор – Ф.Г. Ситдиков**, доктор биологических наук, профессор заслуженный деятель науки РФ.

**Рецензенты:** **В.А. Анохин**, доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой детских инфекций ГОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет»;

**Р.Г. Биктемирова**, доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии, физиологии и охраны здоровья человека ФГАОУ ВПО «Казанский федеральный университет»

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Воспитатель должен знать  
человека ... во всех возрастах  
К.Д. Ушинский*

Знания о возрастных особенностях структуры, функции и регуляции каждого органа и организма в целом и гигиенических требований развивающему и растущему организму необходимы для правильной организации школьного и дошкольного режима ребенка. Эти вопросы разрабатывались еще в прошлом столетии в России в Санкт – Петербурге Н.П. Гундобиным и в Казани П.Ф. Лесгафтом и получили развитие во многих вузах и научных учреждениях РФ. Ставится задача создания оздоровительной системы образования, а это предполагает получение студентами не только определенной суммы знаний, но и выработки умений и навыков по самодиагностике, самоконтроля и даже самокоррекции функционального состояния организма.

Данное учебное пособие подготовлено коллективом авторов, представляющих научную школу по возрастной физиологии Казанского государственного педагогического университета (ныне Казанского федерального университета), имеющим опыт и определенные достижения в исследованиях растущего организма.

Получены новые данные о становлении парасимпатической и симпатической регуляции сердца в онтогенезе, об участии таких гуморальных факторов как ацетилхолин, норадреналин, дофамин, АТФ, газообразного посредника оксида азота в передаче информации в регуляторных влияниях на сердце. Механизмы этих явлений познаются на уровне холино-, адрено- и пуринорецепторов. Эти новые факты позволяют объяснить результаты наших многочисленных исследований, проведенных с детьми школьного возраста при разных условиях и технологиях обучения.

Ф.Г. Ситдигов

## **Занятие 1. Физическое развитие детей и подростков и методы его определения. Антропометрия. Оценка типа телосложения**

**Физическое развитие (ФР)** - является комплексным, динамичным, неравномерным по интенсивности процессом. Его уровень – основной показатель морфофункциональных особенностей организма, т.к. он отражает совокупность морфологических, физиологических и биохимических признаков, определяющих степень физической и половой зрелости, физической силы и гармоничности развития индивидуума. Для взрослых людей уровень физического развития (УФР) служит показателем здоровья человека, для детского организма это еще и критерий правильности их роста и развития.

**Основными методами исследования** уровня физического развития являются:

**1. Соматоскопия** - наружный осмотр, который позволяет определить ряд описательных признаков в состоянии скелета, мускулатуры, развития жирового слоя, аномалий в развитии, описание формы грудной клетки, осанки, стопы-органа опоры и передвижения;

**2. Антропометрия** - определение длины отдельных частей тела, диаметров, окружностей и веса тела;

**3. Физиометрия** - измерение функциональных показателей организма с использованием специальных приборов. Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) определяют с помощью спирометра и т.д.

Все обследования проводят по общепринятой унифицированной методике при максимальном обнажении тела, в первой половине дня при естественном освещении (в светлом помещении).

Антропометрия - это комплекс изучения групповых и индивидуальных морфологических особенностей человеческого тела. При

этом изучаются измерительные и описательные признаки. Измерительные признаки выражаются в абсолютных и относительных числах (масса тела, рост и т. д.); описательные - половые, конституциональные, расовые и другие особенности тела - даются в описательной форме или выражаются в условных единицах (баллах), поэтому данный метод исследования получил название антропоскопии, или соматоскопии. **Антропометрия** (anthropos - человек, metron - мера) - метод исследования, основанный на изменении морфологических и функциональных признаков человека. Измерение роста и длины туловища имеет большое значение для оценки общего физического развития ребенка и пропорциональности развития отдельных частей его тела, нарушающихся при нарушении эндокринных функций, обмена веществ, врожденных аномалиях развития. Особое значение имеет контроль физического развития детей, т. к. служит показателем роста и формирования организма ребенка. На первом году жизни измерение роста, массы тела окружности головы, груди и др. производится при медосмотрах ежемесячно, в дошкольном возрасте - не менее 2 раз в год, в школьном возрасте - ежегодно. Систематический антропометрический контроль позволяет своевременно выявить нарушения физического развития ребенка (отставание в росте, массе тела), которые в ряде случаев являются первыми признаками возникновения какого-либо заболевания или нарушения физического развития.

**Рост** условно можно было бы оценить как количественные изменения, тогда как развитие указывает на качественные преобразования. **Рост и развитие** неразрывны между собой и взаимообусловлены. **Развитие** понимается гораздо шире, так как совмещает в себе понятие роста. Несмотря на непрерывный характер роста и развития, расценивая его как поступательный процесс, можно регистрировать возникающие изменения. Ростовые изменения можно отмечать по количественным

показателям, сегодня это доступно на уровне биохимического анализа по мере накопления строительного белка. Однако для оценки процесса развития имеется целый ряд трудностей. Так как развитие дает скачкообразные результаты, то приходится оценивать уровни или этапы развития. Если рост ближе по содержанию к морфологическим понятиям, то развитие - к физиологическим и функциональным. Развитие предполагает:

1) рост; 2) дифференцировку органов; 3) формообразование.

Традиционно считают, что ростовые изменения сопровождаются увеличением числа клеток, что действительно имеет место в костях, легких, коже и мн. других органах. Но в таких образованиях, как мышцы и нервная ткань - преобладают процессы увеличения размеров, объема и массы самих клеток. Рост клеток, тканей, органов и организма активизирует физиологические процессы, обогащает энергорезерв и повышает функциональные возможности - достигается новый уровень развития, происходит скачок на новый этап. Общеизвестны увеличения ударного объема крови, жизненной емкости легких, мышечной силы, работоспособности, ловкости, выносливости и многого другого, что сопряжено с функциональными возможностями, возрастающими по мере роста и развития организма.

В процессе роста и развития, особенно на ранних этапах онтогенеза, весьма изменчивы пропорции тела.

Конечный прирост показателей частей тела неодинаков (рис.1).

Соотношения частей тела новорожденного и взрослого существенно отличаются (рис. 2). Высокая степень изменчивости в онтогенезе наблюдается в верхней части лицевого отдела и конечностей.

Наиболее стабильный индекс в пропорции тела от новорожденного до взрослого - это соотношение показателей длины туловища к общей длине тела ( $H_{\text{туловища}} / H_{\text{длины тела}}$ ) и составляет примерно 40%.

Наращение отделов нервной системы идет неравномерно (рис. 3). Их увеличение происходит в разной степени, прежде чем установится соотношение частей, оптимальное для активного функционирования.

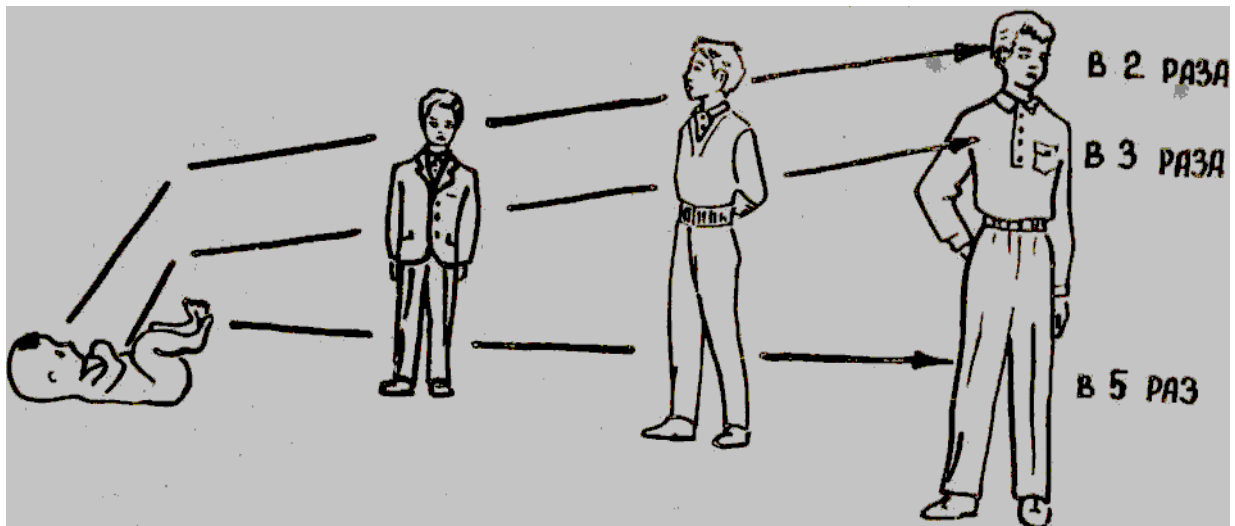


Рис.1 Изменение частей тела по мере роста и развития.

Происходит увеличение головы в 2 раза, туловища - в 3 раза, конечностей - в 5 раз

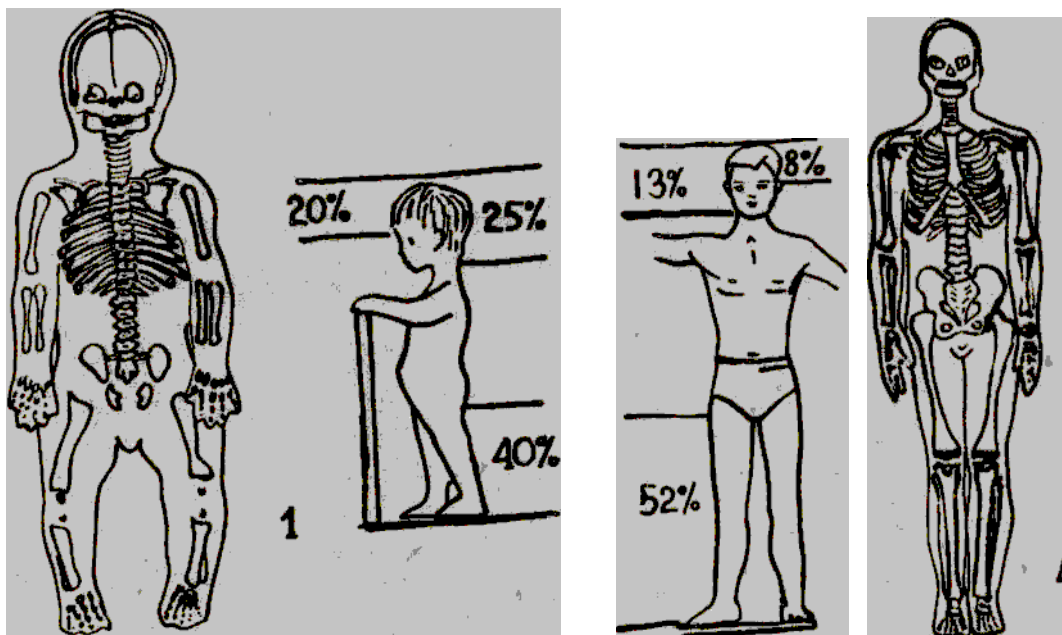


Рис.2. Динамика пропорций тела в зависимости от возраста.

А - новорожденный (2) Б - взрослый (3)

Хорошо известно, что такие показатели, как *масса* *длина* и *поверхность тела* подвержены значительной динамике в онтогенезе. Но оценка этих показателей на каждом этапе развития необходима для получения представления об интенсивности обменных процессов: энергообмене, терморегуляции и мн.др. Так, например: поверхность головы составляет 21% от поверхности тела у новорожденного и 7,5% - у взрослого, туловища 32% и 35% соответственно, одной верхней конечности 17% у новорожденного и 19% у взрослого, нижней конечности 31% и 39% соответственно.

Накопленные знания о росте и развитии свидетельствуют о сложном, неравномерном, неодновременном характере изменений, происходящих в организме. Явление это получило название *гетерохронность* (геторо - другой, хронос - время). После оплодотворения, дробления яйцеклетки начинается закладка тканей и формирование органов. Уже на первых этапах онтогенеза наблюдается гетерохронность. Первыми закладываются эктодерма и энтодерма, затем мезодерма, формирование нервной ткани, хорды, покрова опережает мускулатуру, кровеносную, дыхательную и другие системы. Сердце функционирует уже на третьей неделе эмбрионального развития, а почки значительно позже, вступая в действие только у новорожденного. Формирование, созревание и функциональная активность органов, частей тела зависит от потребностей организма. Так, в период раннего детства (1-3 года) интенсивно совершенствуется нервная система, развивается мышечная система и координационная функция нервной системы при освоении навыков сидения, хождения, положения стоя. В это же время прорезываются зубы, повышается кислотность желудочного сока, интенсивно растет кишечник. Изменяются пропорции тела. У дошкольников (3-7 лет) интенсивно формируется мышечный аппарат, возрастает двигательная активность, но тонус сгибателей



преобладает над тонусом разгибателей, что затрудняет правильную осанку. Абсолютные размеры сердца увеличиваются, хотя при этом относительно общей массы тела показатели сердца уменьшаются; сосуды растут, но темпы их развития не соответствуют темпам, всего организма, что приводит к сужению просвета сосудов, при этом повышается давление. Влияние симпатической нервной системы превалирует над парасимпатической, что стимулирует частоту сердечных сокращений, особенно при мышечной нагрузке и эмоциональном напряжении. Происходит смена молочных зубов. Нарастает острота слуха, но сохраняется дальнозоркая рефракция. В младшем школьном возрасте (6-7-11 лет) увеличивается мышечная сила рук и ног, но слабы глубокие мышцы спины и большая гибкость позвоночника. И в этом возрасте процессы возбуждения продолжают преобладать над торможением. Длина тела увеличивается на 4-5 см (а у дошкольников на 5-8 см), что сопровождается более интенсивным нарастанием длины сосудов – на этом фоне наблюдается даже понижение кровяного давления. Достаточно выраженной гетерохронность в этом возрасте предрасполагает к нарастанию утомления, что усугубляется непродуманной системой нагрузок и игнорированием режима. Подростковый возраст условно обозначают 12-15-16 годами. В указанный период в организме происходят такие бурные процессы, что и внешнее их проявление, а также воздействие на психику весьма велико. Идет интенсивный рост на всех уровнях, повышается обмен веществ, усиливается энергообмен, резко повышается деятельность и эффективность желез внутренней секреции. Выраженное развитие приобретают вторичные половые признаки. Идет интенсивная мускулизация, особенно под влиянием физических упражнений и спортивных тренировок. Заметно увеличивается сердце, значительно опережая сосуды, что приводит к выраженному повышению давления, получившему название «**юношеская**

**гипертония».** На фоне активизации подкорковой зоны наблюдается ослабление тонуса коры, что приводит к нарастанию общего возбуждения и ослабления всех видов внутреннего торможения.

**Гетерохронность роста и развития** не противоречит гармоничности функционального состояния, организма и целом. Гетерохронность отражает поэтапное включение генетического аппарата в развитие организма. Реализующиеся под воздействием среды признаки организма подвергаются жесткому контролю и испытанию. Органы и системы органов совместно обеспечивают оптимальный режим деятельности организма, то есть формируется функциональная система.

После перестроек в детском и юношеском возрасте наступает период высокой надежности и относительной стабильности всех физиологических параметров вплоть до 50-60 лет.

#### ***Методика проведения антропометрических измерений.***

При антропометрии определяют рост, массу, длину туловища, окружность головы, грудной клетки, шеи, живота, размеры таза, нижних и верхних конечностей. По этим показателям дается заключение о физическом развитии и имеющихся отклонениях. Запись линейных размеров дают в сантиметрах, результаты взвешивания - в килограммах. Измерения проводят в одно и то же время, обычно в утренние часы, массу тела устанавливают до приема пищи.

**Массу тела** определяют утром натощак, в легкой одежде. Взвешивание производят на медицинских весах, правильно установленных и отрегулированных. Для регулировки грузы на верхней и нижней планке коромысла (граммы и килограммы) ставят в нулевое положение, открывают защелку коромысла и с помощьюдвигающихся на винте балансировочных грузиков балансируют коромысло. Ребенок становится на площадку весов при закрытой защелке коромысла.

**Длину тела** определяют в вертикальном положении с помощью стандартного деревянного ростомера. Для измерения длины тела используют ростомер, представляющий собой вертикальную планку с нанесенной на ней сантиметровой шкалой, укрепленную на площадке. По вертикальной планке движется вверх-вниз планшет с горизонтально расположенным козырьком. Студента ставят на площадку спиной к вертикальной стойке так, чтобы он касался стойки пятками, ягодицами, лопатками и затылком. Голова находится в таком положении, чтобы наружный слуховой проход и глаз были на одном уровне. Планшет опускают на голову. Цифры на шкале у нижнего края планшета указывают длину тела.

**Окружность головы** измеряют сантиметровой лентой по максимальному периметру головы (сзади - по выступу затылочного бугра, а спереди - по надбровным дугам). **Окружность грудной клетки** измеряют в положении стоя сантиметровой лентой, проходящей сзади под уголками лопаток, спереди - над сосками. Окружность грудной клетки измеряют на высоте максимального вдоха, предельного выдоха и во время дыхательной паузы.

**Оценка пропорциональности телосложения.** Установлено, что между ростом, массой тела и окружностью грудной клетки человека имеются определенные соотношения, которые помогают лучше оценить пропорциональность его телосложения. Наибольшее практическое значение имеют следующие показатели или индексы.

**Масса-ростовой показатель**, отражающий пропорциональность роста и массы, определяемый по формуле:

$$\text{МРП} = \text{М} \times 100 : \text{Д},$$

где М - масса тела, кг, Д – длина тела, см.

Нормальное соотношение длины тела и массы выражается индексом 37-40. Более низкий показатель свидетельствует о пониженной упитанности, более высокий - о повышенной.

**Индекс Чулицкой** также позволяет судить об упитанности:

**3 окружности плеча + окружность бедра + окружность голени - длина тела.**

При нормотрофии величина индекса составляет 20- 25.

**Индекс массы тела** позволяет определить отклонения по массе тела.

**В М I - индекс массы тела (Body Mass Index)**

В М I рассчитывается по формуле:

$$\text{BMI} = m/h^2$$

где  $m$  - масса тела человека (в килограммах), а  $h$  – длина тела человека (в метрах).

Выделяют следующие значения ВМI:

меньше 15 - острый дефицит веса;

от 15 до 20- дефицит веса;

от 20 до 25- нормальный вес;

от 25 до 30- избыточный вес;

свыше 30 - ожирение.

Кроме того, для определения должной массы тела может быть применен ряд индексов. Например, **индекс Брока** используется при росте 155—170 см.

Нормальная масса тела (**рост [см]— 100)— 10 (15).**

Тип телосложения человека оценивается с помощью соматоскопических методов, которые позволяют оценить общую характеристику телосложения по морфологическим признакам обследуемого. При определении конституционального типа обращают внимание на развитие и соотношение таких признаков, как форма спины, грудной клетки, живота, ног, степень развития костной, мышечной и

жировой тканей. Существуют различные классификации типов соматической конституции.

Можно определить тип телосложения, используя масса-ростовой индекс (МРИ) по формуле:

$$\text{МРИ} = \text{М (кг)}/\text{Рост (м)}^3$$

Сравните полученные данные с табличными величинами и найдите тип телосложения и его характеристику.

**Таблица 1.**

**Значение масса-ростового коэффициента у обследуемых мужского пола в разных возрастных группах**

Тип телосложения	Возраст (лет)									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
дигестивный	13,8	13,7	13,5	13,2	13,1	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7
мышечный	12,6	12,6	12,5	12,1	12,6	11,8	11,8	11,8	11,8	11,9
торакальный	11,8	11,4	11,1	11,1	10,9	10,7	10,6	10,9	11,0	11,4
астеничный	9,6	9,4	9,1	8,7	8,6	8,6	8,7	9,1	9,7	9,7

**Таблица 2.**

**Значение масса-ростового коэффициента у обследуемых женского пола в разных возрастных группах**

Тип телосложения	Возраст (лет)									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
дигестивный	13,5	13,2	13,0	13,0	13,0	13,0	13,1	13,2	13,3	13,5
мышечный	12,7	12,4	12,3	11,9	12,0	11,9	12,1	12,2	12,7	13,0
торакальный	11,5	11,4	11,0	11,7	10,7	10,9	11,3	11,6	12,0	12,7
астеничный	9,2	8,8	8,6	8,3	8,5	9,0	9,8	10,9	10,9	10,9

Классификация морфотипов по В.Г. Штефко включает:

*Дигестивный тип* - кости скелета широкие, плечи не шире бедер, сравнительно короткие конечности, относительно малый объём легких, малая выносливость.

**Мышечный тип** - кости скелета узкие, плечи шире бедер, конечности средней длины, объём легких средний, мышечная сила большая, выносливость средняя,

**Торакальный тип** - кости скелета узкие, плечи немного шире бедер, конечности сравнительно длинные, объём легких относительно большой, мышечная сила малая, выносливость большая.

Характеристика **астенического типа** телосложения такая же, как у торакального, но более выраженная.

Также можно определить крепость телосложения, используя **индекс крепости телосложения** (индекс Пинье). Рассчитайте индекс по формуле, после соответствующих измерений.

$$\text{Индекс Пинье (X)} = \text{Рост (см)} - [\text{Масса (кг)} + \text{ОГК (см)}],$$

где ОГК – окружность грудной клетки на выдохе.

**Оценка:** меньше 10 – крепкое телосложение, 10-20 – хорошее, 21-25 – среднее, 26-35 – слабое и больше 36 очень слабое.

Для оценки физического развития детей пользуются индексом Эрисмана:

$$\text{ОГК} = 1/2 \text{ Н}_т,$$

где ОГК - показатель окружности грудной клетки,

Н<sub>т</sub> - длина тела.

Антропометрия включает и функциональные показатели: определение мышечной силы кисти и жизненной емкости легких. **Динамометрию** проводят с помощью специальных пружинных, ртутных, гидравлических и электрических приборов со шкалой, показывающей силу мышц.

**Цель работы:** Освоить методы антропометрических измерений и оценки телосложения.

**Оборудование:** ростомер, медицинские весы, сантиметровая лента.

### **Порядок работы**

1. Определите массу, длину тела, окружность грудной клетки.
2. Определите масса-ростовой показатель (МРП), отражающий пропорциональность телосложения.
3. Рассчитайте индекс массы тела и индекс Брока.
4. Определите свой тип телосложения, используя масса-ростовой индекс (МРИ).
5. Определите крепость телосложения, используя индекс Пинье. Рассчитайте индекс по формуле, после соответствующих измерений.

### ***Протокол исследований***

Полученные измерения занесите в таблицу, проанализируйте и сравните со стандартами.

Показатели	Полученные данные	Оценка
Масса-ростовой показатель		
Индекс массы тела		
Индекс Брока		
Масса-ростовой индекс		
Тип телосложения		
Индекс крепости телосложения		

### ***Вопросы:***

1. Дать понятие роста и развития, привести примеры?
2. Назвать основные закономерности роста и развития?
3. Как изменяются пропорции тела с возрастом?
4. Что такое акселерация и каковы ее причины?
5. Назвать критерии возрастной периодизации?

## Занятие 2

### Регуляторные системы организма. Анализ рефлекторной дуги.

#### Коленный рефлекс. Глазосердечный рефлекс.

Организм человека функционирует как единое целое и представляет собой саморегулирующуюся систему. Взаимосвязанная согласованная работа всех органов и физиологических систем обеспечивается нервными и гуморальными механизмами.

Нервная система представляет собой совокупность структур, которые регулируют работу отдельных органов и систем, осуществляют взаимосвязь отдельных органов между собой и всего организма с внешней средой.

Структурной и функциональной единицей нервной системы является нервная клетка - **нейрон**, диаметр которого составляет менее 0.1мм. В нейроне различают три части: тело клетки - сома, длинный отросток – аксон, сильно разветвленный отросток – дендрит (рис.3). Дендриты отростки, которые принимают сигналы, поступающие из внешней среды или от другой клетки. Аксон приспособлен для проведения или передачи возбуждения от нервной клетки к другим нервным клеткам или к рабочим органам. Форма нервной клетки, длина и расположение отростков чрезвычайно разнообразны. Тело нервной клетки и ее отростки покрыты плазматической мембраной - полупроницаемой клеточной оболочкой, которая обеспечивает регуляцию концентрации ионов внутри клетки и ее обмен с окружающей средой. При возбуждении проницаемость клеточной мембраны изменяется, возникает потенциал действия и передача нервных импульсов. Аксоны многих нейронов покрыты миелиновой оболочкой, образованной Шванновскими клетками. Пучки аксонов, покрытые миелином образуют нервы. Различают миелинизированные и немиелинизированные нервные волокна. К миелинизированным относят



волокна соматической нервной системы и некоторые волокна вегетативной нервной системы. К немиелинизированным относится большинство волокон вегетативной нервной системы. Основными свойствами нервных волокон являются: связь с телом клетки, высокая возбудимость и лабильность, большая скорость проведения возбуждения. К моменту рождения миелиновой оболочкой покрыты двигательные нервные волокна. Чувствительные нервные волокна покрываются в течение первых месяцев жизни ребенка. Миелинизация нервных волокон завершается в основном к трехлетнему возрасту. У новорожденных нерв способен проводить 4-10 имп/с, у взрослых 300-1000 имп/с.

Тела нейронов образуют серое вещество головного и спинного мозга, а скопления их отростков - белое вещество. Тела нервных клеток вне центральной нервной системы образуют нервные узлы. Нервные узлы и нервы (скопления длинных отростков нервных клеток, покрытых оболочкой) образуют периферическую нервную систему.

### Типичная структура нейрона

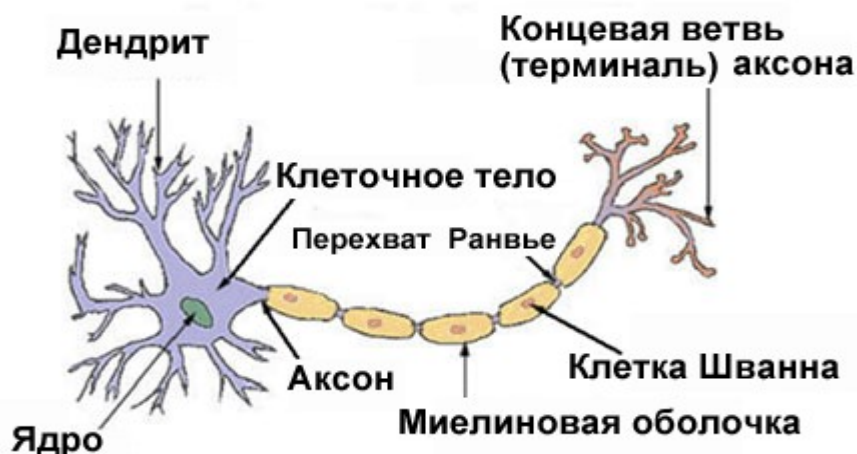


Рис. 3 Строение нервной клетки.

Нейроны классифицируются по форме, по функциям и по количеству отростков (рис. 4).

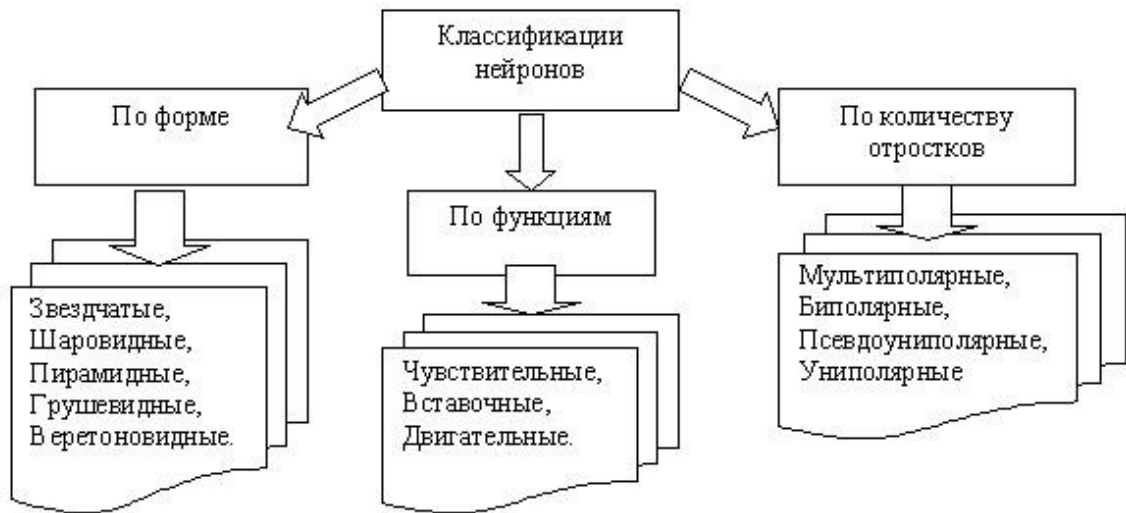


Рис. 4 Классификация нейронов.

На основании количества отходящих от тела клетки отростков все нейроны подразделяются на униполярные, биполярные и мультиполярные (рис. 5). Тела униполярных нейронов имеют овальную форму. От тела клетки отходит один крупный отросток, который на некотором расстоянии делится на два отростка: периферический и центральный. От тела биполярной клетки отходят два отростка. Отросток, который направляется на периферию, является дендритом, а центральный отросток – аксоном. Мультиполярные нейроны наиболее разнообразны по форме и имеют по несколько отростков. Один из них – аксон (нейрит), остальные дендриты.

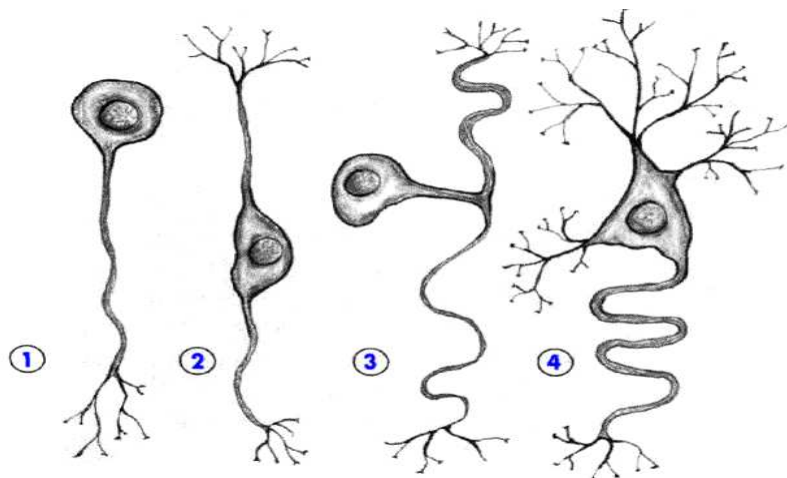


Рис. 5 Виды нейронов: 1 – униполярный, 2 – биполярный, 3 – псевдоуниполярный, 4 – мультиполярный.

По форме тела нейроны могут быть звездчатые, шаровидные, веретенообразные, пирамидные, грушевидные и т.д. (рис. 6).

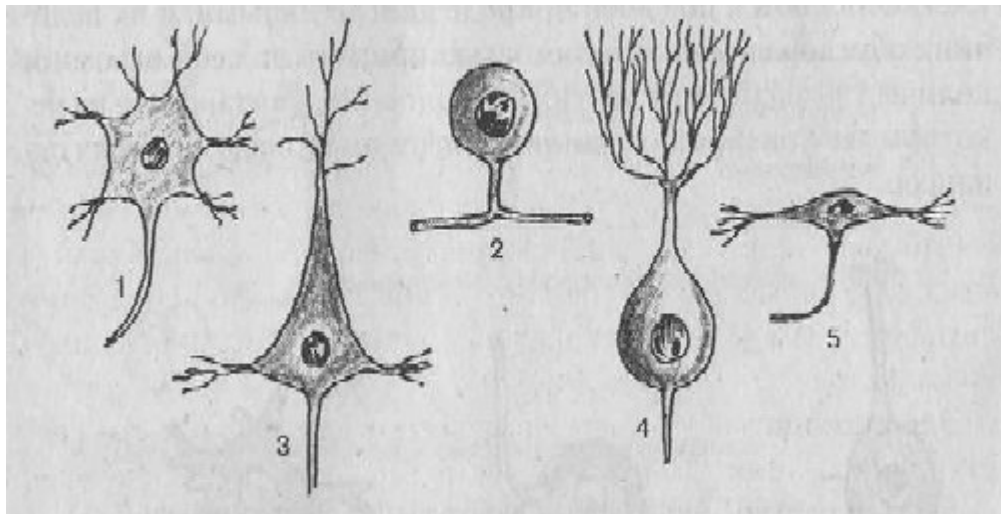


Рис. 6. Классификация нейронов по форме тела: 1-звездчатый нейрон (мотонейрон спинного мозга), 2 – шаровидный нейрон (чувствительный нейрон спинномозговых узлов), 3 – пирамидная клетка (кора больших полушарий), 4 – грушевидная клетка (клетки Пуркинье мозжечка), 5 – веретенообразная клетка (кора больших полушарий).

В функциональном отношении нейроны подразделяются на **чувствительные, двигательные и вставочные.**

Чувствительные (афферентные) нейроны проводят возбуждение от рецепторов в центральную нервную систему. Тела этих нейронов расположены вне ЦНС и находятся в спинномозговых или черепно-мозговых ганглиях.

Вставочные (промежуточные, контактные нейроны, ассоциативные, интернейроны) образуют самую многочисленную группу нейронов. Они расположены в сером веществе мозга, осуществляют связь между разными нейронами, например, афферентным и двигательным. Их отростки не выходят за пределы ЦНС.

Двигательные (эфферентные, эффекторные) нейроны расположены в ЦНС. Их аксоны участвуют в передаче нисходящих влияний от вышерасположенных участков мозга к нижерасположенным или из ЦНС к

рабочим органам - эффекторам. Возбуждение проходит по нейрону в одном направлении - от дендритов к соме и аксону.

Нейроны вместе с нейроглией (клеткой, заполняющей промежутки между нейронами) образуют нервную ткань. Клетки, известные как нейроглия, или глия, в большом количестве присутствуют в центральной нервной системе, а шванновские клетки встречаются в периферической нервной системе. Эти клетки защищают и питают нейроны, а также обеспечивают им поддержку.

Основными функциями нервной клетки являются восприятие внешних раздражений (рецепторная функция), их переработка и передача нервных влияний на другие нейроны или различные рабочие органы (эффекторная функция).

**Рефлекс** – это ответная реакция организма на раздражение рецепторов, протекающая с участием нервной системой. Раздражителем, вызывающим рефлекс может быть любое изменение внешней или внутренней среды.

Цепочка нейронов, по которому осуществляется рефлекс, называется **рефлекторной дугой** (рис. 7). Она состоит из 5 основных звеньев:

1. Рецептор;
2. Аfferентный (чувствительный, центростремительный) нейрон;
3. Участок ЦНС (нервный центр);
4. Эfferентный (двигательный, центробежный) нейрон;
5. Орган-исполнитель (эффектор).

Различают: 1) экстерорецепторы - возбуждаются под влиянием раздражений из окружающей среды (рецепторы кожи, глаза, внутреннего уха, слизистой оболочки носа и ротовой полости); 2) интерорецепторы - воспринимают раздражения из внутренней среды организма (рецепторы внутренних органов, сосудов); 3) проприорецепторы - реагируют на

изменение положения отдельных частей тела в пространстве (рецепторы мышц, сухожилий, связок, суставных сумок).

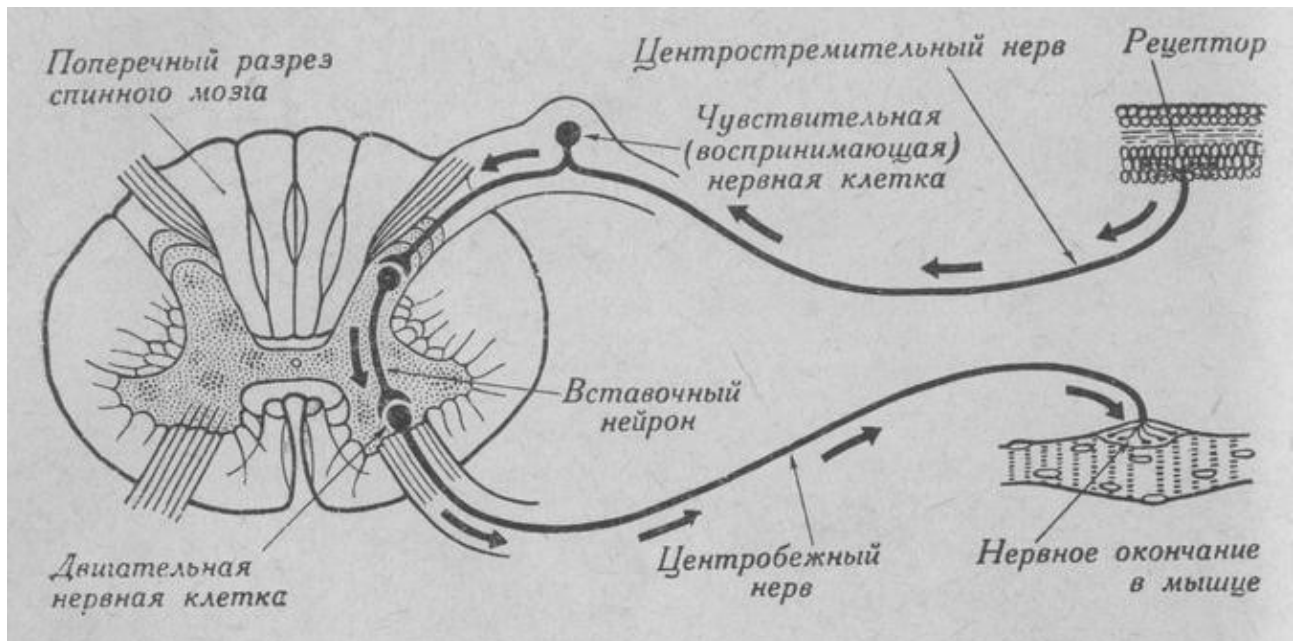


Рис. 7. Схема рефлекторной дуги.

Простейшие рефлекторные дуги состоят из двух или трех нейронов. В трехнейронную дугу входят афферентный, вставочный и эфферентный нейроны. Тело афферентного нейрона лежит в спинномозговом ганглии, а его дендрит связан с рецептором. Аксон в составе задних корешков спинного мозга входит в задние рога спинного мозга и контактирует со вставочным нейроном. Аксон вставочного нейрона передает возбуждение в передние рога спинного мозга к двигательному нейрону (мотонейрону), аксон которого, проходя в составе передних корешков спинного мозга и далее в составе нерва, проводит возбуждение к иннервируемому органу. В ответ на возбуждение этот орган меняет свою активность. В большинстве рефлексов связи между нейронами сложнее, и это усложнение происходит за счет увеличения количества вставочных нейронов. Чем выше уровень ЦНС, тем большую роль играют вставочные нейроны. Они обеспечивают многообразие нервных связей и, как следствие, пластичность реагирования организма.

Между центральной нервной системой и рабочими, исполнительными органами существуют как прямые, так и обратные связи. При действии раздражителя на рецепторы возникает двигательная реакция. В результате этой реакции от эффекторных органов - мышц нервные импульсы поступают в центральную нервную систему. Это вторичные афферентные (центростремительные) импульсы постоянно сигнализируют нервным центрам о состоянии двигательного аппарата, и в ответ на эти сигналы из центральной нервной системы к мышцам поступают новые импульсы, включающие следующую фазу движения или изменяющие движение в соответствии с условиями деятельности. Значит, имеется кольцевое взаимодействие между регуляторами (нервными центрами) и регулируемыми процессами, что дает основание говорить не о рефлекторной дуге, а о рефлекторном кольце, или рефлекторной цепи.

К моменту рождения организм имеет достаточно большое количество безусловных рефлексов, таких как сухожильные, проприоцептивные, вестибулярные, лабиринтные, позно-тонические. Их делят на три категории: 1) стойкие, например, глотательный, сухожильные рефлексы; 2) рудиментарные рефлексы, например, сосательный, хватательный рефлексы; 3) рефлексы, которые появляются после рождения и не всегда выявляются, например, простые шейные и туловищные установочные рефлексы.

Нервный механизм регуляции функций организма более совершенен, нежели гуморальный. Это, во-первых, объясняется быстротой распространения возбуждения по нервной системе (до 100–120 м/с), а во-вторых, тем, что нервные импульсы приходят непосредственно к определенным органам. Однако следует иметь в виду, что вся полнота и тонкость приспособления организма к окружающей среде осуществляются при взаимодействии и нервных, и гуморальных механизмов регуляции. В

эволюции нервной нервной регуляция возникла позже, однако она не отрицает гуморальной регуляции.

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг расположен внутри мозгового отдела черепа, а спинной мозг – в позвоночном канале. На разрезе головного и спинного мозга различают участки темного цвета - серое вещество, и светлого цвета - белое вещество.

**Спинной мозг** представляет собой продолговатый, цилиндрический тяж длиной до 45см и массой 34-38г, располагающийся в позвоночном столбе. Его верхняя граница расположена у основания черепа (верхние отделы переходят в головной мозг), а нижняя – у I-II поясничных позвонков. От спинного мозга симметрично отходят корешки спинномозговых нервов (рис. 8). В нем находятся центры некоторых простых рефлексов, например рефлексов, обеспечивающих движения диафрагмы, дыхательных мышц. Спинной мозг выполняет две функции: рефлекторную и проводящую, под контролем головного мозга регулирует работу внутренних органов (сердца, почек, органов пищеварения). К моменту рождения спинной мозг является наиболее развитым отделом ЦНС. У новорожденного длина спинного мозга 14-16см, нижняя граница находится на уровне второго поясничного позвонка. К 10 годам длина спинного мозга удваивается. У детей 1 года масса спинного мозга составляет 10г, к трем годам – 13г, к 7 годам – 19г, а к 14 годам – 22г. Размеры нервных клеток увеличиваются у детей в школьные годы.

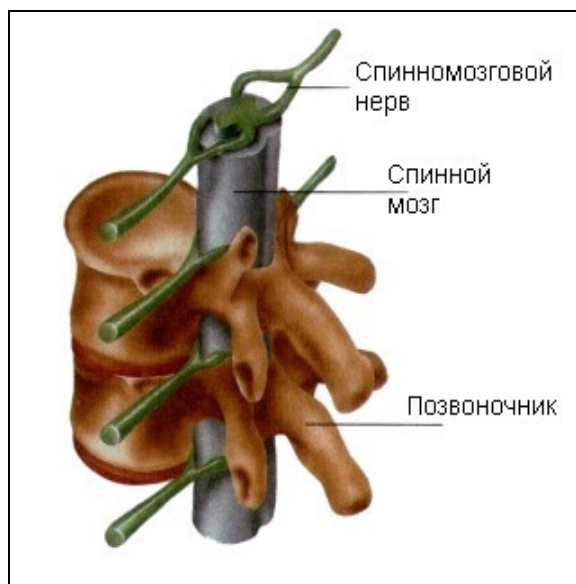


Рис. 8 Участок спинного мозга в позвоночном канале.

**Головной мозг** человека расположен в мозговом отделе черепа. Средняя его масса у новорожденного составляет 400г (11,5% массы тела), в 9 лет – 1300г, у взрослого 1300-1400г (2%). Рост мозга продолжается до 20 лет. Состоит он из конечного мозга и ствола. Ствол включает продолговатый мозг, задний, средний и промежуточный мозг (рис. 9). 12 пар черепных нервов лежат в стволе мозга. Стволовая часть мозга прикрыта полушариями головного мозга.

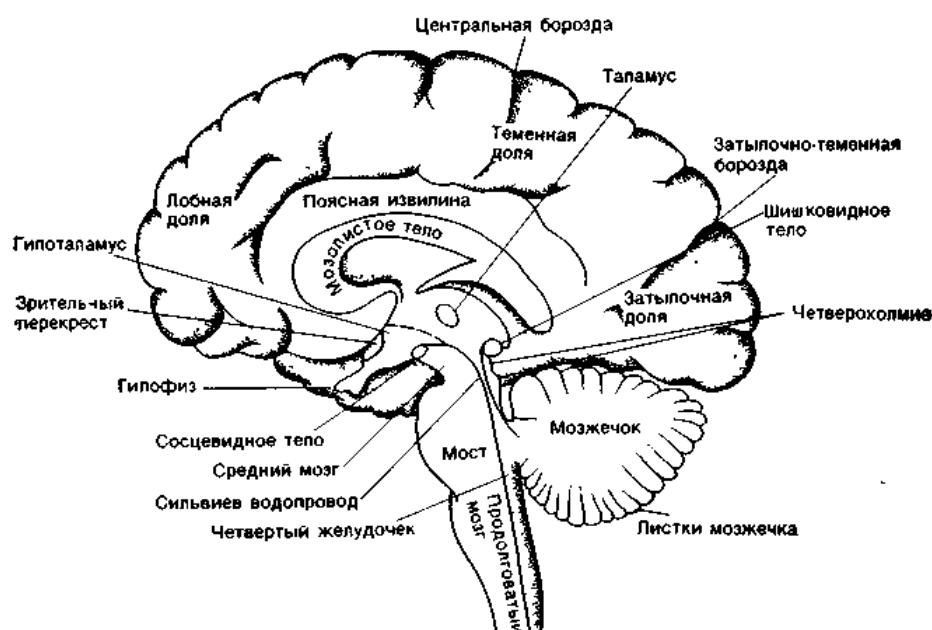


Рис. 9 Головной мозг в сагиттальном разрезе.



**Продолговатый мозг** продолжение спинного мозга и повторяет его строение; на передней и задней поверхности залегают борозды. Он состоит из белого вещества, где рассеяны скопления серого вещества - ядра, от которых берут начало черепные нервы с 9 по 12-ю пару. Продолговатый мозг содержит центры дыхательных, жевательных, глотательных движений, сердечной деятельности, регуляции обмена веществ, а также защитных рефлексов - чихания, кашля, моргания, слезоотделения, сужения и расширения зрачков, элементарных защитных рефлексов (поворотов тела, настораживания), рефлексов положения тела, связанных с возбуждением вестибулярного аппарата и с изменениями тонуса шейных мышц. К моменту рождения продолговатый мозг в функциональном отношении достаточно зрелый: новорожденный способен самостоятельно совершать дыхательные движения, сосание, глотание, чихание, кашель, осуществлять позно-тонические рефлексы. Созревание ядер продолговатого мозга заканчивается к 7 годам.

Задний мозг включает **варолиев мост**. Варолиев мост снизу ограничен продолговатым мозгом, сверху переходит в ножки мозга, боковые его отделы образуют средние ножки мозжечка. Мост состоит из множества нервных волокон, образующих проводящие пути, которые связывают вышележащие отделы головного мозга с продолговатым мозгом и мозжечком. Варолиев мост к 5 годам доходит до уровня взрослого.

**Мозжечок** расположен сзади моста и продолговатого мозга. Поверхность его состоит из серого вещества (кора). Толщина этого слоя 1-2, 5мм. Поверхность мозжечка испещрена многочисленными бороздами. Белое вещество располагается под корой мозжечка. Внутри белого вещества имеются четыре ядра серого вещества. К мозжечку приходят импульсы от всех рецепторов, которые раздражаются во время движений тела. Мозжечок участвует в координации сложных двигательных актов.

Двусторонние связи мозжечка и коры больших полушарий головного мозга дают возможность ему оказывать влияние на произвольные движения. Большие полушария головного мозга через мозжечок регулируют тонус скелетных мышц (распределяют и перераспределяют его) и координируют их сокращения. У человека при нарушении или выпадении функций мозжечка нарушается регуляция мышечного тонуса: движения рук и ног резкие, некоординированные, походка шаткая, напоминающая походку пьяного; конечности и голова непрерывно дрожат или качаются. Известно участие мозжечка в регуляции вегетативных функций, таких как деятельность сердечно-сосудистой системы, дыхание, пищеварение, терморегуляция. Усиленный рост мозжечка отмечается на первом году жизни ребёнка, что определяется формированием в течение этого периода дифференцированных и координированных движений. В дальнейшем темпы развития мозжечка снижаются, и к 15 годам он достигает размеров взрослого.

**Средний мозг** расположен впереди варолиева моста, он представлен четверохолмием и ножками мозга. Ядра, среднего мозга посылают к скелетным мышцам нервные импульсы, поддерживающие их напряжение - тонус. В среднем мозге проходят рефлекторные дуги ориентировочных рефлексов на зрительные и звуковые раздражения. К моменту рождения средний мозг в морфологическом и функциональном отношении является недостаточно созревшим. Нейроны среднего мозга созревают к 6-7 годам, что способствует совершению тонких и точных движений пальцев рук, следовательно, овладению навыкам письма.

**Промежуточный мозг** занимает самое высокое положение и лежит спереди ножек мозга. Состоит из зрительных бугров, надбугорной, забугорной, подбугорной области. Основная часть промежуточного мозга зрительный бугор – **таламус**, это парное образование серого вещества,

крупное, яйцевидной формы. Серое вещество таламуса состоит из скопления ядер. Центростремительные импульсы от всех рецепторов организма, прежде чем достигнут коры головного мозга, поступают в ядра таламуса. Сюда поступают зрительные сигналы, слуховые, импульсы от рецепторов кожи, лица, туловища, конечностей и от проприорецепторов, от вкусовых рецепторов, рецепторов внутренних органов (висцерорецепторов). Сюда же поступают импульсы из мозжечка, которые затем идут к моторной зоне коры полушарий. Поступившая информация в таламусе перерабатывается, получает соответствующую эмоциональную окраску и направляется к большим полушариям мозга. Нейроны таламуса покрываются миелином к 6-ти месяцам жизни. Ускорение роста зрительного бугра наблюдается в 4 года, к 7 годам его строение приближено к взрослому, а в 13 лет он достигает размеров взрослого. Надбугорье - часть промежуточного мозга, включает в себя шишковидное тело – *эпифиз*. У новорожденного эпифиз имеет массу – 7 мг, у взрослого – 200мг. Эпифиз имеет связи со многими отделами ЦНС и с вегетативной нервной системой. Он принимает участие в развитии и регуляции функций половой системы, регулирует электролитный и углеводный обмен, работу надпочечников. Эпифиз реагирует на изменения долготы дня, являясь своеобразными биологическими часами, регулятором суточной, сезонной и годичной активности организма. Забугорье состоит из коленчатых тел, лежащих под подушкой таламуса. Эти парные образования связаны с холмиками четверохолмия среднего мозга и формируют подкорковые центры зрения и слуха. Подбугорная область - *гипоталамус* является высшим подкорковым центром вегетативной нервной системы. В этой области расположены центры, регулирующие все вегетативные функции, обеспечивающие постоянство внутренней среды организма, а также регулирующие жировой, белковый, углеводный и водно-солевой обмен. В

гипоталамусе имеются: центр жажды, центр голода, центр страха, центр удовольствия, центр неудовольствия, рецепторы, улавливающие изменения температуры крови (терморецепторы), рецепторы осмотического давления (осморепторы) и состава крови (глюкорепторы). С гипофизом гипоталамус образует единую гипоталамо-гипофизарную систему, которая обеспечивает связь в организме двух систем управления - нервной и эндокринной. Специальные нейроны гипоталамических ядер выделяют нейрогормоны: стимулирующего и тормозящего действия, которые усиливают или подавляют выработку тропных гормонов передней долей гипофиза. Эти гормоны стимулируют деятельность всех эндокринных желез, поступая к ним с кровью. Таким образом, гипоталамус играет регулирующую, а гипофиз - эффекторную роль, обеспечивая в организме единую нейрогуморальную регуляцию. К 2-3 годам завершается формирование гипоталамических центров, окончательное созревание гипоталамуса происходит к 15-17 годам.

**Конечный мозг** состоит из двух полушарий, разделенных между собой продольной бороздой. Полушария, соединенные между собой спайками, самым крупным является мозолистое тело. Поверхность полушарий изрезана бороздами, между которыми лежат извилины и покрыт серым веществом, корой. Борозды делят поверхность полушарий на доли; в каждом полушарии различают 4 доли: лобную, теменную, височную и затылочную.

Различают 3 вида зон коры больших полушарий: чувствительные (сенсорные), двигательные (моторные) и ассоциативные. В конечном мозге находятся следующие центры: центр регуляции движений (подкорковые ядра, двигательные зоны коры); центр возникновения условных рефлексов и высшей нервной деятельности (кора): произношение речи (лобная доля), кожно-мышечная чувствительность (теменная доля), зрение (затылочная

доля), обоняние, вкусовые и слуховые ощущения (височная доля); высших психических функций (эмоции, память, мышление и т.д.) (рис. 10). Различные корковые зоны созревают неравномерно. Раньше созревает соматосенсорная и двигательная кора, позже зрительная и слуховая их созревание завершается к 3 годам. К 7 годам наблюдается скачок в развитии ассоциативных областей. Наиболее поздно созревают лобные области коры.

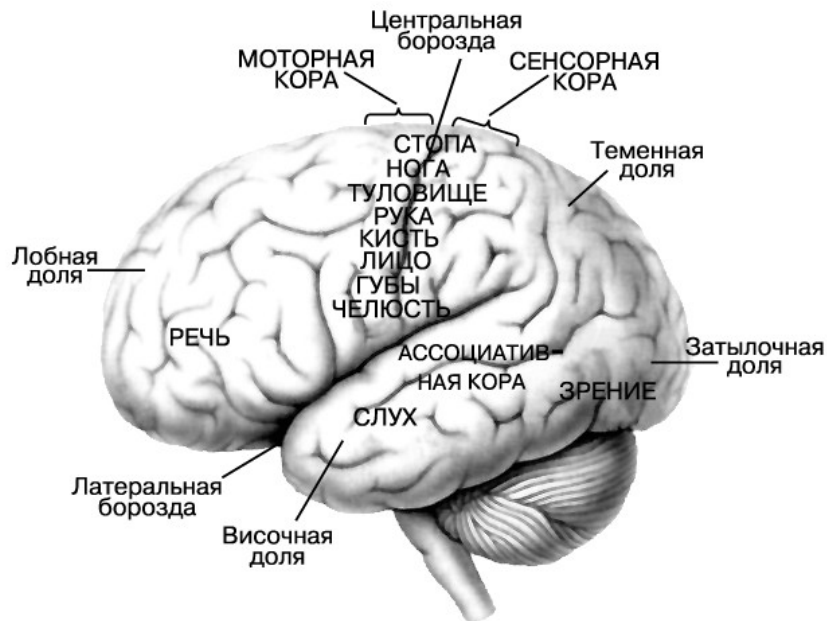


Рис. 10 Функциональные доли и зоны коры больших полушарий.

**Периферическая нервная система**, которая регулирует работу скелетных мышц, называется **соматической** (греч, "сома" - тело) нервной системой. Нервная система, регулирующая деятельность внутренних органов (сердца, желудка, различных желез) называется **автономной** или **вегетативной** нервной системой. Вегетативная нервная система регулирует работу органов, точно приспособляя их деятельность к условиям внешней среды и собственным потребностям организма. Вегетативная нервная система подразделяется на симпатический и парасимпатический отделы (рис. 11). **Симпатическая нервная система** усиливает обмен веществ, повышает возбудимость большинства тканей, мобилизует силы организма на активную деятельность. **Парасимпатическая нервная система** способствует восстановлению

израсходованных запасов энергии, регулирует жизнедеятельность организма во время сна. У новорожденных оба отдела вегетативной нервной системы сформированы недостаточно. Преобладание влияния симпатической нервной системы сохраняется до 6-7 лет. В процессе развития организма повышается степень влияния симпатической и особенно парасимпатической нервной системы на деятельность внутренних органов.

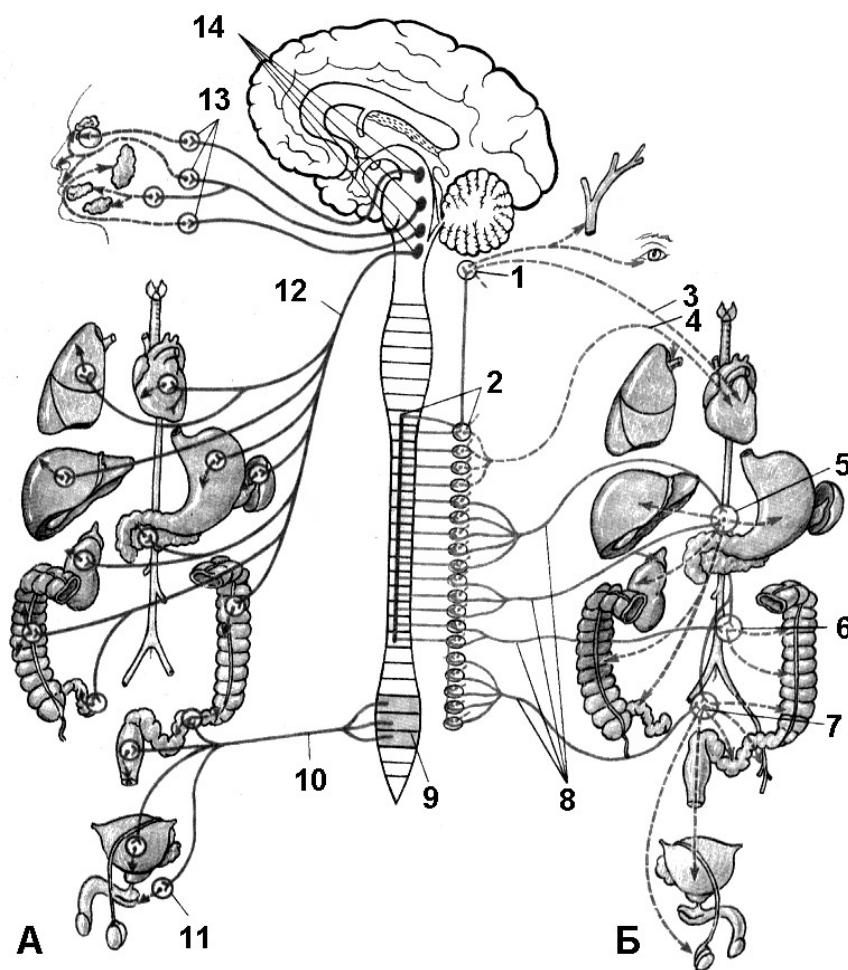


Рис. 11 Схема строения парасимпатической (А) и симпатической (Б) частей вегетативной нервной системы:

1 - шейный узел симпатического ствола; 2 - боковой рог спинного мозга и симпатический ствол; 3 - шейные сердечные нервы; 4 - грудные сердечные и легочные нервы; 5 - чревное (солнечное сплетение); 6 - брыжеечное сплетение; 7 - верхнее и нижнее подчревные сплетения; 8 - внутренностные нервы; 9 - крестцовые парасимпатические ядра; 10 - тазовые внутренностные нервы; 11 - тазовые парасимпатические узлы; 12 - блуждающий нерв; 13 - парасимпатические узлы головы; 14 - парасимпатические ядра в стволе головного мозга.

**Гуморальная регуляция** функций организма осуществляется биологически активными веществами через кровь и лимфу. Например,

гормонами, которые выделяются железами внутренней секреции, образующими в организме эндокринную систему. **Железы внутренней секреции** не имеют выводных протоков, и их гормоны поступают непосредственно в кровь, а затем разносятся по всему телу, они возбуждают или угнетают деятельность организма, влияют на его рост и развитие, изменяют интенсивность обмена веществ. К железам внутренней секреции относятся: гипофиз, щитовидная железа, околощитовидные железы, надпочечники, эпифиз, островковая часть поджелудочной железы, внутрисекреторная часть половых желез. Эндокринная функция осуществляется и другими органами (желудок, кишечник, почки, сердце и др.). Эндокринная и нервная системы тесно взаимодействуют в регуляторной деятельности, отличаясь лишь тем, что эндокринная система контролирует процессы, протекающие сравнительно медленно и длительно. Нервная система управляет быстрыми реакциями, чья длительность может измеряться миллисекундами.

### **Анализ рефлекторной дуги на примере коленного рефлекса**

Рецепторы мышц, сухожилий, суставов называются проприорецепторами. С этих рецепторов возбуждение передается при сокращении или расслаблении мышц. Примером таких рефлексов является коленный рефлекс. Впервые этот феномен описал в 1875 году немецкий невролог Карл Фридрих Отто Вестфаль. Коленный рефлекс является рефлексом поддержания позы. Коленный рефлекс, возникает в ответ на кратковременное растяжение четырехглавой мышцы бедра легким ударом по ее сухожилию ниже надколенника, при котором наблюдается внезапное сокращение четырехглавой мышцы бедра; в результате голень разгибается (рефлекс растяжения). Этот тест позволяет оценить связь между чувствительными нервами, связанными с рецепторами растяжения в мышце, спинным мозгом и двигательными нейронами, аксоны которых

идут от мотонейронов передних рогов спинного мозга к мышце бедра, так как все эти структуры участвуют в образовании данного (моносинаптического) рефлекса (рис.12). В случае какого-либо повреждения одной из структур данный рефлекс у человека может отсутствовать. Кроме основного (моносинаптического) компонента, к дуге коленного рефлекса можно отнести и тот путь передачи сигнала, который обеспечивает расслабление мышцы-антагониста (сгибателя колена). От тех же чувствительных нейронов по коллатералям их аксонов сигнал передается на тормозные нейроны боковых рогов серого вещества, а от них тормозной сигнал передается мотонейронам мышцы-сгибателя.

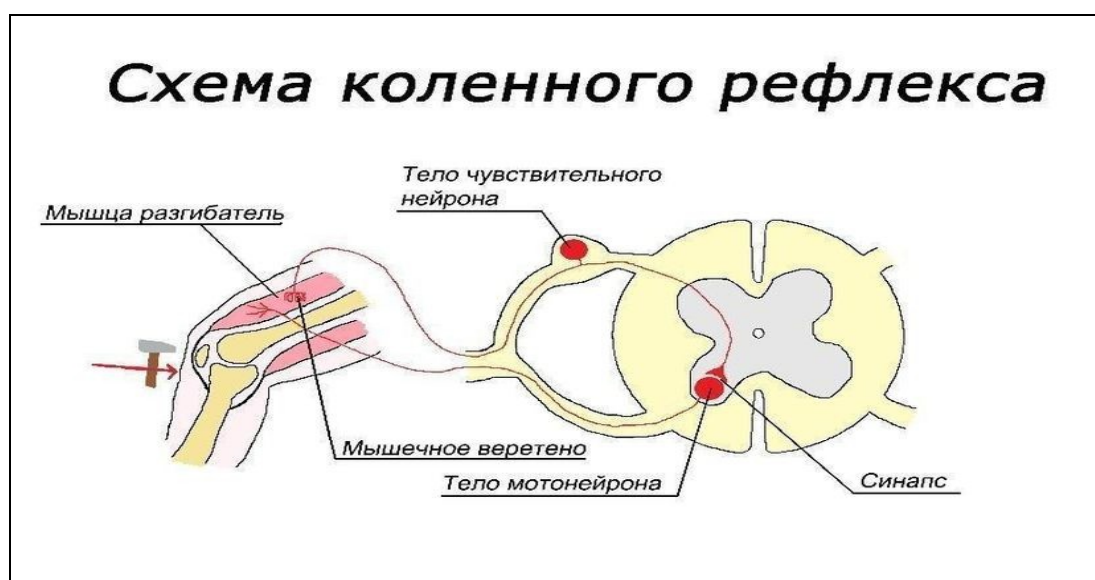


Рис.12 Схема рефлекторной дуги коленного рефлекса.

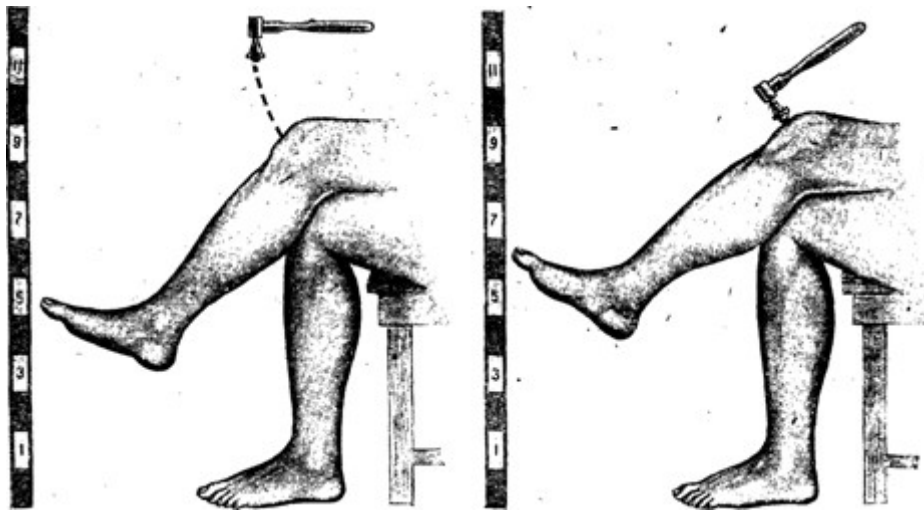
**Цель работы:** на примере оценки коленного рефлекса человека ознакомиться с простыми методами исследования рефлекторной дуги.

**Оборудование:** стул, неврологический молоточек.

#### **Порядок работы.**

1. Посадите испытуемого на стул и попросите его положить правую ногу на левую ногу в области коленного сустава. Нога должна быть расслаблена.





2. Чтобы исключить произвольную задержку рефлекторных ответов во время определения коленного рефлекса, рекомендуется отвлекать внимание испытуемого. Например, дать задание разомкнуть соединенные в замок пальцы обеих рук.
3. Ударьте неврологическим молоточком или ребром ладони (с паузами 10-15 сек) по сухожилию под коленной чашечкой.
4. Наблюдайте за двигательным ответом, который наступает вслед за механическим раздражением рецепторов сухожилий при ударе молоточком. Ответом на раздражение будет сокращение четырехглавого разгибателя бедра и быстрое разгибание голени.
5. Сравните рефлекс на правой и левой ноге, определите какая сила удара требуется для получения одного и того же эффекта.

У новорожденных в 100% случаев этот рефлекс очень ярко проявляется. После 1 года проявление этого рефлекса снижается и у детей старше 8 лет часто коленные рефлексы вызываются с трудом, в связи с тем, что дети их тормозят. В старческом возрасте коленный рефлекс отсутствует чаще, чем в других возрастных группах.

Для коленного рефлекса характерна большая индивидуальная изменчивость (отсутствие или яркая выраженность, может проявляться в виде качательного или тонического типа).

### ***Протокол исследований***

1. Занесите результаты наблюдения в таблицу:

№ п/п	Резкость разгибания	Высота разгибания	Наличие рефлекса
Правая нога			
Левая нога			

2. Проанализируйте резкость и высоту разгибания правого и левого ноги испытуемого.
3. Зарисуйте схему рефлекторной дуги коленного рефлекса в тетрадь протоколов опытов.
4. Проанализируйте функции каждого отдела рефлекторной дуги рефлекса растяжения.

### **Глазо-сердечный рефлекс**

Глазо-сердечный рефлекс (опыт Данини-Ашнера) – снижение частоты сердечных сокращений, возникающее при надавливании на боковую поверхность глаз. Это явление объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва. Рефлекторная дуга этого рефлекса состоит из афферентных волокон глазодвигательного нерва, нейронов среднего, продолговатого мозга и блуждающих нервов, которые при возбуждении оказывают тормозящее действие на сердце. Рефлекторная реакция появляется через 2-5 с и исчезает через 20-60 с после прекращения воздействия. В норме пульс урежается на 6-10 ударов в 1 мин. Уменьшение частоты сердечных сокращений на 12-15 ударов в 1 мин свидетельствует о повышении тонуса парасимпатических нервных центров. Отсутствие изменений или учащение сердечных сокращений свидетельствует о возможных нарушениях вегетативной регуляции сердца.

**Цель работы:** на примере глазо-сердечного рефлекса человека ознакомиться со строением сложной рефлекторной дуги.

**Оборудование:** стул, секундомер, марлевые салфетки.

**Порядок работы:**

1. Испытуемого усадить на стул и попросить спокойно сидеть в течение 3-5 минут.
2. Подсчитываем пульс за 15с до проведения глазо-сердечный пробы.
3. Затем через марлевые салфетки указательным и большим пальцами левой руки в течение 15с медленно надавливаем на оба закрытых глаза (не вызывая болезненных ощущений). Одновременно правой рукой определяем пульс (за 15 с) во время воздействия.
4. Подсчитываем пульс за 15с сразу после проведения пробы. Повторите опыт 2-3 раза.
5. Пересчитать пульс в каждом этапе работы за 1 минуту и проанализировать его изменение.

**Оценка пробы:**

- урежение пульса на 4 - 12 уд/мин – нормальная;
- урежение пульса на 12 уд/мин – резко усиленная;
- урежения нет – ареактивная;
- учащение пульса – извращенная.

**Протокол исследований**

1. Полученные результаты внесите в таблицу:

№ п/п	ЧСС до пробы, уд/мин	ЧСС во время пробы, уд/мин	ЧСС после пробы, уд/мин	Изменение ЧСС, уд/мин
Опыт 1				
Опыт 2				

2. Подсчитайте среднюю величину возникшей рефлекторной реакции и оцените состояние ее нервного центра.
3. Нарисуйте схему рефлекторной дуги глазосердечного рефлекса.
4. Сравните схемы рефлекторных дуг коленного и глазосердечного рефлексов.

**Вопросы:**

1. Дать определение «рефлекса»?
2. Назвать отделы рефлекторной дуги, рефлекторного кольца?
3. Назвать функции выполняет спинной мозг?
4. Назвать условия необходимы для осуществления рефлекса?
5. Назвать особенности рефлекторной регуляции сердца развивающегося организма?
6. Назвать строение имеет соматическая рефлекторная дуга?
7. Назвать особенности строения вегетативной рефлекторной дуги?

### **Занятие 3. Зрительная система. Слуховая система. Определение остроты зрения и бинаурального слуха**

Представление о сенсорных системах было сформулировано И.П.Павловым в учении об анализаторах в 1909 году. Понятие «*сенсорная система*» появившаяся позже заменило понятие «анализатор», включив механизмы регуляции различных его отделов с помощью прямых и обратных связей. Наряду с этим по прежнему бытует понятие «орган чувств», как периферическое образование, воспринимающее и частично анализирующее фактор окружающей среды.

Система, обеспечивающая восприятие и переработку информации о явлениях внешней и внутренней среды организма, называется анализатором. Учение об анализаторах разработано И. П. Павловым. Каждый анализатор состоит из трех отделов: периферического, проводникового и центрального. *Периферический отдел* представлен воспринимающими рецепторами, которые входят в состав соответствующих органов чувств. *Проводниковый отдел* — это отходящие от органов чувств нервы. *Центральный отдел* — это определенный участок коры и подкорки головного мозга, где происходит анализ и синтез возбуждений и формирование реального образа. Нарушение деятельности анализатора происходит при повреждении любого из трех отделов. Например, при повреждении (или заболевании) слухового нерва происходит снижение или потеря слуха.

Органы чувств обуславливают основные виды чувствительности: зрение, слух, осязание, обоняние, вкус и положение тела в пространстве.

#### **Строение и функции органа зрения**

Зрительная сенсорная система представляет собой совокупность структур, воспринимающих световую энергию в виде электромагнитного излучения с длиной волны 400 — 700нм и дискретных частиц фотонов, или

квантов, и формирующих зрительные ощущения. С помощью глаза воспринимается 80 — 90% всей информации об окружающем мире.

Благодаря деятельности зрительной сенсорной системы различают освещенность предметов, их цвет, форму, величину, направление передвижения, расстояние, на которое они удалены от глаза и друг от друга. Все это позволяет оценивать пространство, ориентироваться в окружающем мире, выполнять различные виды целенаправленной деятельности.

**Зрение** — это процесс, который позволяет воспринимать форму, размер и цвет окружающих нас предметов и ориентироваться среди них. Наряду с понятием зрительной сенсорной системы существует понятие *органа зрения* (рис. 13): это глаз, включающий три различных в функциональном отношении элемента: 1) глазное яблоко, в котором расположены световоспринимающий, светопреломляющий и светорегулирующий аппараты; 2) защитные приспособления, т.е. наружные оболочки глаза (склера и роговица), слезный аппарат, веки, ресницы, брови; 3) двигательный аппарат, представленный тремя парами глазных мышц (наружная и внутренняя прямые, верхняя и нижняя прямые, верхняя и нижняя косые), которые иннервируются III (глазодвигательный нерв), IV (блоковый нерв) и VI (отводящий нерв) парами черепно-мозговых нервов.



Рис.13 Орган зрения

**Глаз** находится в глазнице — углублении лицевой части черепа. Сзади и с боков глаз окружен мышцами, двигающими глазное яблоко. Глазное яблоко имеет шаровидную форму и три оболочки: наружную — **фиброзную**, среднюю — **сосудистую** и внутреннюю — **сетчатую**. Наружная оболочка придает форму главному яблоку. Спереди она образует проницаемую для света оболочку — **роговицу**, а сзади переходит в белочную оболочку — **склеру**. Сосудистая оболочка называется так потому, что она богата кровеносными сосудами. Изнутри она выстлана темными пигментными клетками. Передняя часть сосудистой оболочки образует **радужку**, которая содержит пигмент, обуславливающий цвет глаза. При небольшом количестве пигмента глаза светло-серые или голубые, при большом — карие или черные. Между роговицей и радужкой находится передняя камера глаза, заполненная жидкостью. В радужке имеется **зрачок** (круглое отверстие), который рефлекторно меняет свои размеры в зависимости от интенсивности освещения от 2мм. при сильном

до 8мм. при слабом освещении. Эту функцию наполняют два типа мышечных волокон: радиальные, расширяющие зрачок, и кольцевые, суживающие его. Позади радужки находится прозрачный **хрусталик**, имеющий форму двояковыпуклой линзы. Между радужкой и хрусталиком расположена задняя камера глаза. Кривизна хрусталика изменяется с помощью ресничной мышцы, расположенной в передней части сосудистой оболочки. Вся внутренняя полость глаза за хрусталиком заполнена студенистой массой, образующей **стекловидное тело**. Хрусталик и стекловидное тело служат для проведения световых лучей внутрь глаза и их преломления. Сетчатая оболочка прилегает к сосудистой и выстилает дно глаза. Она состоит из двух листков: наружного, содержащего пигмент, и внутреннего, содержащего светочувствительные рецепторы — палочки и колбочки. **Палочки** содержат зрительный пигмент — родопсин и воспринимают свет в условиях сумеречного света. **Колбочки** благодаря наличию пигмента йодопсина воспринимают цвета при ярком освещении. В сетчатке находится около 7 млн колбочек и 130 млн палочек. Напротив зрачка расположено **желтое пятно**, в котором сосредоточены только колбочки. Это место наибольшей остроты зрения. Сбоку от желтого пятна расположен участок, лишенный зрительных рецепторов,— место выхода зрительного нерва (**слепое пятно**).

Помимо глазного яблока, глаз снабжен и вспомогательным аппаратом. Защитную функцию выполняют брови и веки с ресницами, а также слезный аппарат. Он состоит из слезной железы, расположенной в наружном углу глаза, и слезовыводящих протоков. Слезная жидкость увлажняет поверхность глазного яблока, смывает посторонние частицы и убивает попавшие в глаз бактерии, так как содержит бактерицидное вещество — лизоцим.



Функция глаза — восприятие световых лучей. Это происходит через оптический аппарат глаза, роговицу, влагу передней камеры, зрачок, хрусталик, влагу задней камеры, стекловидное тело. Все эти образования преломляют лучи таким образом, что на сетчатке образуется уменьшенное перевернутое изображение предметов. Вследствие переработки информации в коре головного мозга человек воспринимает предметы в их естественном положении. Свойство оптической системы глаза создавать на сетчатке четкое изображение предметов, расположенных как на близком, так и на дальнем расстоянии от глаза, называется **аккомодацией**; оно достигается благодаря тому, что хрусталик может изменять свою кривизну.

Когда световые лучи, пройдя через оптическую систему глаза, фокусируются не на сетчатке, развиваются аномалии зрения. Если лучи фокусируются впереди сетчатки, человек четко видит только близкие предметы (аномалия называется **близорукостью**). Если лучи фокусируются позади сетчатки, человек хорошо видит далекие предметы (аномалия — **дальнозоркость**). Дальнозоркость может быть врожденная или приобретенная (старческая). Врожденная дальнозоркость может быть вызвана слабой преломляющей силой роговицы или хрусталика, а также небольшим размером глазного яблока. Старческая дальнозоркость связана с потерей эластичности хрусталика, в связи с чем он значительно теряет способность изменять кривизну, и ослаблением функции ресничной мышцы. Близорукость также может быть врожденной или приобретенной. Врожденная близорукость связана с увеличением размеров глазного яблока или кривизны хрусталика, приобретенная — с ослаблением ресничной мышцы. Для исправления близорукости используют двояковогнутые, дальнозоркости — двояковыпуклые стекла.

Механизм восприятия света. Когда свет падает на световоспринимающие рецепторы, в них возникают сложные

фотохимические процессы. Продукты распада родопсина и йодопсина вызывают возбуждение в фоторецепторах. От них возбуждение по зрительному нерву поступает в подкорковые (четверохолмие, зрительные бугры) центры зрения, а затем в кору затылочных долей мозга, где воспринимается в виде зрительного ощущения.

**Гигиена зрения.** Зрение играет очень важную роль в жизни человека, поэтому его нужно беречь. Для предупреждения ухудшения остроты зрения в связи с высокой нагрузкой на глаза нужно выполнять определенные правила:

- 1) при чтении должно быть достаточное и равномерное освещение;
- 2) свет должен падать слева;
- 3) расстояние от глаза до предмета должно быть около 30—35см;
- 4) нельзя читать в транспорте, так как в результате постоянно меняющегося расстояния между книгой и хрусталиком ослабевает эластичность хрусталика и ресничной мышцы, что ведет к ухудшению зрения.

Необходимо беречь глаза от попадания пыли и инородных предметов, слишком яркого света, который разрушает светочувствительные рецепторы. Поэтому при очень ярком освещении нужно надевать темные очки.

### **Определение остроты зрения**

**Аккомодация**, т.е. способность глаза видеть предметы на различном расстоянии, связана с тем, что хрусталик меняет свою форму. При рассматривании близких предметов хрусталик становится более выпуклым, а при рассмотрении отдаленных предметов – более плоским. Отсюда понятно, что одновременно хорошо видеть и близко и далеко расположенные предметы невозможно.

При фиксации глазом дальнего предмета хрусталик принимает такую форму, что идущие от этого предмета лучи, преломляясь, сходятся на сетчатке (L на рис.14, I). Лучи, идущие от ближнего предмета, при такой форме хрусталика будут сходиться за сетчаткой (N на рис.14, I). При фиксации глазом ближнего предмета (рис.14, II) хрусталик принимает более выпуклую форму, так что лучи, идущие от этого предмета, сходятся на сетчатке (L на рис.14, II). Лучи от дальнего предмета сойдутся перед сетчаткой (N рис.14, II).

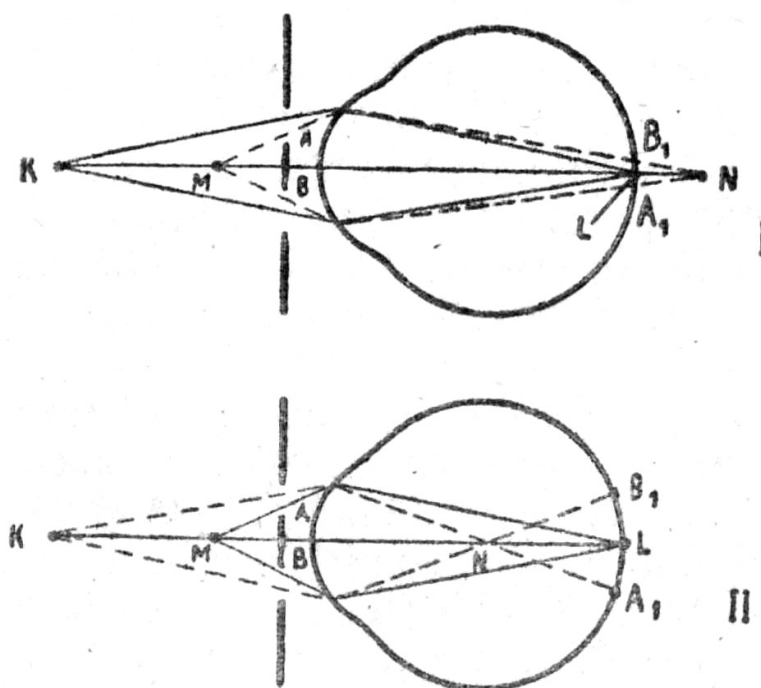


Рис. 14. Схема хода лучей при фиксации дальнего (I) и ближнего (II) предметов

Острота зрения определяется тем наименьшим углом зрения, а следовательно, тем наименьшим расстоянием между двумя точками пространства, при котором они видны еще как отдельные точки.

**Цель:** исследовать остроту зрения с использованием буквенной таблицы Сивцова. Выявить различия остроты зрения правого и левого глаза.

**Оборудование:** стандартные таблицы с буквами, расположенными в 12 строк – таблица Сивцова, ширма для закрывания одного глаза.

**Методика определения остроты зрения с помощью таблицы.**

Для определения остроты зрения существуют таблицы с горизонтально расположенными параллельными рядами цифр, размер которых уменьшается от верхнего ряда к нижнему. Для каждого ряда определено расстояние, с которого две точки, ограничивающие каждую цифру, воспринимаются под углом в 1'. Цифры самого верхнего ряда воспринимаются нормально глазом с расстояния 50м., а нижнего – 5м. Для определения остроты зрения в относительных единицах расстояния, с которого испытуемый может прочесть строку, делится на расстояние, с которого она должна читаться при условии нормального зрения.

***Порядок работы:***

1. Посадить испытуемого на расстояние 5м от таблицы (рис.15), которая должна быть хорошо освещена. Закрывать один глаз испытуемого экраном.

2. Попросите испытуемого называть цифры на таблице в направлении сверху вниз. Отметьте последнюю из строчек, которую испытуемый смог правильно прочесть.

3. Найдите остроту зрения. Для этого разделите расстояние, на котором находится испытуемый от таблицы (5м), на расстояние, с которого он прочитал последнюю из различаемых им строк (например, 10м). Для

данного примера  $\frac{5}{10} = 0,5$ .

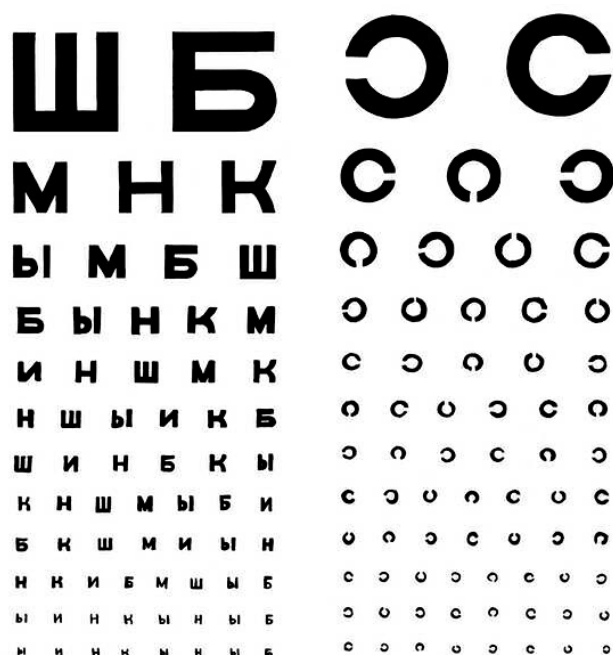


Рис. 15 Таблица Сивцова для определения остроты зрения.

### ***Протокол исследований***

Полученные результаты исследования запишите в тетрадь протоколов опытов. Сравните полученные результаты с данными нормальной остроты зрения.

**Возрастные изменения остроты зрения.** У детей, глаза которых имеют разные преломляющие свойства, возрастные изменения остроты зрения неодинаковы. Так, у детей с нормальным зрением острота зрения повышается от 0,98 в 10-11 лет до 1,15 в 15-15 лет. У дальнозорких детей острота зрения снижается в те же годы с 0,73 до 0,68, а у близоруких – с 0,32 до 0,28. Возрастные изменения остроты зрения при нормальных преломляющих свойствах глаза представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Возрастные изменения остроты зрения при нормальных преломляющих свойствах глаза

Возраст (в г.)	Острота зрения (в усл. ед.)
4-5	0,80
5-6	0,86
7-8	0,91
10	0,98

15	1,15
взрослые	1,00

### Строение и функции органа слуха

**Слух** — вид чувствительности, обуславливающий восприятие звуковых колебаний. Пользуясь слухом, люди могут определять направление звука и по нему — источник звука; без него невозможно звуковое и речевое общение между людьми. Значение слуха велико также для развития речи и психического развития человека. Человек воспринимает звуки с частотой колебаний от 16 до 20000 колебаний в секунду. Слуховой анализатор состоит из периферической части — органа слуха, проводящей части — слухового нерва и центральной части — слуховой зоны в височной доле коры головного мозга.

Орган слуха (рис.16) состоит из трех частей: наружного, среднего и внутреннего уха.

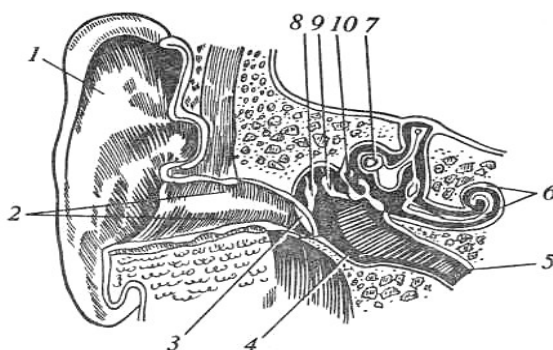


Рис.16 Строение органа слуха. 1 – ушная раковина, 2 – наружный слуховой проход, 3 – барабанная перепонка, 4 – полость среднего уха, 5 – слуховая трубка, 6 – улитка, 7 – полукружные каналы, 8 – молоточек, 9 – наковальня, 10 – стремечко

**Наружное ухо** представлено ушной раковиной, наружным слуховым проходом, барабанной перепонкой. **Ушная раковина** состоит из хряща, покрытого кожей. В наружном слуховом проходе (трубка длиной до 30мм) имеются особые железы, выделяющие серу. Это липкое вещество задерживает пыль и микроорганизмы, попадающие в **наружный слуховой проход**. Упругая, тонкая **барабанная перепонка** отделяет наружное ухо от

среднего. Функция наружного уха — улавливать звуковые колебания и передавать их в среднее ухо.

**Среднее ухо** начинается за барабанной перепонкой. Оно состоит из **барабанной полости** объемом около 1 см<sup>3</sup> и расположенных в полости слуховых косточек. Барабанная полость через **слуховую (евстахиеву) трубу** сообщается с носоглоткой. Слуховая труба служит для выравнивания давления по обе стороны барабанной перепонки. Три **слуховые косточки** (молоточек, наковальня и стремечко) соединены между собой. Колебания барабанной перепонки передаются молоточку, от него через наковальню — стремечку, от стремечка — во внутреннее ухо. Эти косточки уменьшают амплитуду и увеличивают силу звука. На внутренней стенке барабанной полости, отделяющей среднее ухо от внутреннего, имеются два отверстия: круглое и овальное, затянутые перепонкой. Стремечко закрывает овальное отверстие, ведущее во внутреннее ухо.

**Внутреннее ухо** расположено в височной кости. Функцию слуха выполняет **улитка** — спирально закрученный в 2,75 оборота костный канал. В канале улитки расположен **перепончатый лабиринт**, заполненный **эндолимфой** (рис. 17).

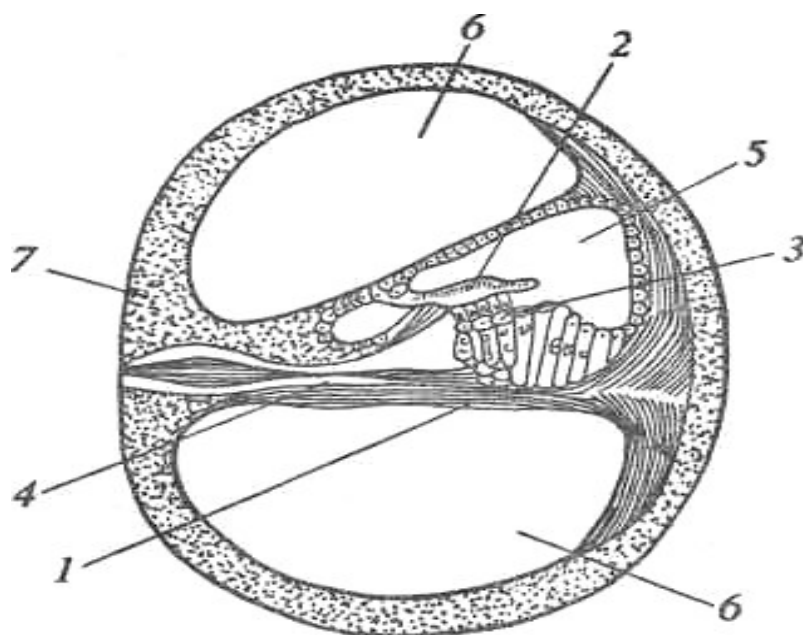


Рис.17. Поперечный разрез через ход улитки: 1 — основная мембрана, 2 — покровная мембрана, 3 — чувствительные клетки (рецепторы), 4 — волокна слухового нерва, 5 — эндолимфа, 6 — перилимфа, 7 — стенка костного канала улитки

Пространство между костным и перепончатым каналами заполнено **перилимфой**. В перепончатом канале находится звуковоспринимающий аппарат — **спиральный орган**. Он состоит из основной мембраны с рецепторными клетками и покровной мембраны. Основная мембрана разделяет канал улитки и состоит из волокон различной длины, расположенных поперек хода улитки. У вершины улитки находятся самые длинные волокна, а у основания — самые короткие. На мембране расположены также звуковые рецепторные клетки удлинённой формы. Один конец клетки фиксирован на мембране, а другой заканчивается несколькими волосками. От фиксированного конца рецепторных (волосковых) клеток отходят волокна слухового нерва. Волоски омываются эндолимфой и могут соприкасаться с нависающей над ними покровной мембраной.

Кроме восприятия звуков, внутреннее ухо выполняет функцию регуляции положения тела в пространстве, что обеспечивается **вестибулярным аппаратом**. Во внутреннем ухе имеется преддверие и три полукружных канала, заполненных жидкостью. В преддверии находятся два мешочка, содержащие эндолимфу. В этих мешочках имеются специальные известковые камешки, а в стенках мешочков — волосковые рецепторные клетки. Полукружные каналы расположены в трех взаимноперпендикулярных плоскостях. Они заполнены жидкостью, и внутри их расширений находятся волосковые рецепторы. При изменении положения тела меняют расположение известковые камешки внутри мешочков, приводится в движение жидкость в полукружных каналах и раздражаются рецепторы вестибулярного аппарата. Возбуждение от них по



волокнам вестибулярного нерва передается в кору головного мозга, и таким образом обеспечивается сохранение правильного положения тела.

**Механизм восприятия звуков.** Звуковые колебания, пройдя через наружный слуховой проход и ударяясь о барабанную перепонку, передаются слуховым косточкам, затем через перепонку овального окна — перилимфе и эндолимфе. Колебания эндолимфы вызывают резонанс волокон определенной длины основной мембраны, воспринимаемый волосковыми рецепторами. При этом волосковые клетки касаются покровной мембраны, что приводит к возникновению в них возбуждения, которое передается по слуховому нерву. Механическая энергия колебаний превращается в электрическую энергию нервного возбуждения. В зависимости от длины звуковой волны возбуждаются различные рецепторы: высокие тона вызывают колебания коротких волокон основной мембраны, низкие тона — длинных волокон. В височной доле коры переднего мозга происходит их качественная оценка.

**Гигиена слуха.** Для сохранения слуха нужно оберегать от повреждающего действия различных факторов, прежде всего от механических повреждений, кожный покров наружного уха и особенно барабанную перепонку. Необходимо регулярно мыть уши теплой водой с мылом, так как вместе со скопившейся в слуховом проходе серой там задерживаются пыль и микроорганизмы. Травмирующее действие на слуховой анализатор, которое приводит к снижению или потере слуха, оказывает очень громкий звук, постоянные шумы и особенно звуковые колебания ультравысоких и инфранизких частот. Поэтому для борьбы с вредным влиянием этих факторов в производственных условиях применяется комплекс защитных мероприятий (индивидуальные противошумные наушники, специальная облицовка помещений, поглощающая звук). Необходимо своевременно лечить простудные

заболевания носоглотки, так как через слуховую трубу в барабанную полость могут проникать болезнетворные микроорганизмы, вызывая воспалительные процессы в органе слуха.

### **Определение бинаурального слуха**

Человек обладает пространственным слухом, т.е. способностью локализовать источник звука, что обусловлено наличием двух симметричных половин слуховой сенсорной системы — бинаурального слуха.

**Цель:** определить бинаулярный слух

**Оборудование:** фонендоскоп с трубками разной длины, вата, спирт, испытуемый.

### **Порядок работы:**

1. Испытуемого усаживают на стул спиной к экспериментатору. Наконечники резиновых трубок фонендоскопа вставляют в уши испытуемого и слегка постукивают по фонендоскопу.
2. Просят испытуемого указать, с какой стороны он слышит звук. Затем трубки фонендоскопа меняют и повторяют опыт. Испытуемый опять сообщает, в каком направлении находится источник звука. Источник звука выходит со стороны короткой трубки фонендоскопа.

### **Протокол исследований**

Запишите результаты наблюдений в тетрадь протоколов опытов. Объясните, почему звук слышится со стороны короткой трубки, отметьте значение бинаурального слуха.

### **Вопросы:**

1. Дать определение понятия «анализатор»? Из каких звеньев он состоит?
2. Перечислить органы чувств?
3. Назвать оболочки глаза? Определить их значение?

4. Назвать светочувствительные рецепторы, имеются в сетчатке? Описать механизмы восприятия света?
  5. Дать определение желтого пятна? Где оно расположено?
  6. Назвать вспомогательный аппарат глаза?
7. Дать определение аккомодации? За счет чего она достигается?
8. Дать определение близорукости, дальнозоркости? Какие причины их развития?
  9. Назвать значение имеет слух?
  10. Перечислить слуховые косточки среднего уха?
  11. Что выполняет функцию слуха во внутреннем ухе?
12. Описать строение звуковоспринимающего аппарата и механизм восприятия звуковых колебаний?

## **Занятие 4.**

### **Умственная работоспособность. Гигиена умственного труда.**

Основной задачей здоровьесберегающей педагогики или школьной гигиены (гигиена - наука, изучающая влияние факторов внешней среды на здоровье человека) является такая организация режима труда и отдыха школьников, создание таких условий для работы, которые бы обеспечили высокую работоспособность на протяжении всего времени учебных занятий, позволили бы отодвинуть утомление и избежать переутомления. И прежде чем говорить о конкретных мероприятиях, направленных на решение данной задачи, нужно познакомиться с тем, а что же кроется за этими понятиями - работоспособность, утомление, переутомление.

Понятно, что работоспособность не всегда одинакова, у одного и того же человека она может колебаться в зависимости от времени года (сезонные колебания), в зависимости от дня недели, от времени суток: различают по колебанию суточной работоспособности так называемых "голубей", "жаворонков" и "сов". "Голуби" характеризуются "двухвершинной" кривой динамики работоспособности: первый пик имеет место примерно в 10-11 часов пополудни, к 14-15 часам работоспособность снижается, а к 17-18 часам вновь повышается, снижаясь к вечеру. "Совы" наиболее продуктивно работают в вечерние часы, "жаворонки", наоборот, - в ранние утренние.

При выполнении конкретной работы работоспособность имеет определенные, вполне закономерные колебания. Вначале, когда человек только приступил к работе, работоспособность относительно невысока и постепенно повышается. Этот период называется фазой вработывания. В это время происходит, во-первых, настройка нервных и гуморальных механизмов управления данным видом деятельности, во-вторых, постепенное формирование необходимого стереотипа движений и, в-

третьих, достижение требуемого уровня вегетативных функций. У детей, по сравнению с взрослыми, фаза вработывания несколько короче, что объясняется более высокой возбудимостью и функциональной подвижностью нервной системы.

Вслед за фазой вработывания следует фаза оптимальной устойчивой работоспособности; в это время человек работает наиболее продуктивно и качественно. Естественно, что продолжительность этой фазы (как, впрочем, и предыдущей) индивидуальна и при прочих равных условиях зависит от возраста человека, его состояния здоровья, уровня тренированности и пр.

Затем работоспособность начинает снижаться, развивается утомление. Однако в ряде случаев, незадолго перед окончанием работы (но при условии, что это окончание известно), работоспособность незначительно и кратковременно повышается. Такое повышение работоспособности получило название "конечный порыв". Физиологи труда, психологи труда объясняют наличие "конечного порыва" тем, что человек как бы радуется предстоящему завершению работы и трудится на более высоком эмоциональном уровне. Следует, однако, подчеркнуть, что если по каким-либо причинам ожидаемого окончания работы не происходит, работоспособность падает очень значительно.

А что же такое утомление? Сам процесс **утомления** - это совокупность изменений, происходящих в организме в период выполнения работы и приводящих, в конце концов, к невозможности ее продолжения. Состояние утомления характеризуется вызванным работой временным снижением работоспособности, которое проявляется в субъективном ощущении усталости. В состоянии утомления человек не способен поддерживать требуемый уровень интенсивности и (или) качества работы или вынужден отказаться от ее продолжения.

Биологическая роль утомления чрезвычайно высока. Во-первых, оно несет защитную функцию, предохраняя организм от истощения при слишком длительной или слишком напряженной работе. Во-вторых, повторное утомление, не доводимое до чрезмерной величины, является средством повышения функциональных возможностей организма.

В развитии утомления различают скрытое, преодолеваемое утомление, при котором сохраняется высокая работоспособность, поддерживаемая волевым усилием. Это так называемое компенсированное утомление; в этом состоянии высокая работоспособность обеспечивается неэкономными, довольно значительными энерготратами. Дальнейшее выполнение работы вызывает развитие некомпенсированного, явного утомления, главным признаком которого является снижение работоспособности. Физиологические механизмы утомления весьма сложны и до конца еще не изучены, хотя к настоящему времени считается доказанным, что в целостном организме утомление в первую очередь возникает в центральной нервной системе. В то же время при утомлении происходят определенные сдвиги и на периферии, т.е. в собственно рабочих органах - мышцах.

Как уже было сказано выше, утомление проявляется субъективным чувством *усталости*. Чаще всего утомление (как объективное физиологическое состояние) и усталость (как субъективное ощущение) развиваются параллельно, однако это происходит не всегда. Так, в тех случаях, когда человек занят любимым, важным для него делом, он может работать достаточно долго, не чувствуя усталости, хотя объективные критерии утомления налицо. И наоборот, если человек вынужден заниматься делом, для него неинтересным, маловажным, чувство усталости может значительно опережать утомление как таковое.

Кроме того, нужно помнить, что усталость, как категория субъективная, возникает не у всех одновременно. Было замечено, что если один ученик (или группа), испытывая чувство усталости, прекращает работу, хотя остальные ее продолжают, то вовсе не обязательно, что у него могут быть зарегистрированы объективные признаки утомления. Такое состояние, когда человек по своим функциональным возможностям еще может работать, но прекращает свою деятельность при первых ощущениях утомления, называется ранней усталостью.

Причин ранней усталости может быть довольно много: человек голоден, не выспался, или болеет, или еще не полностью оправился после перенесенного заболевания. Педагогические наблюдения показывают, что довольно часто (помимо перечисленных причин) у школьников ранняя усталость возникает как следствие отсутствия привычки к систематическому труду. Не умея волевым усилием преодолевать начальные признаки утомления, прекращая работу уже при малейших его проявлениях, такой ученик не тренирует свою работоспособность, не увеличивает ее во времени, у него пропадает уверенность в себе, он попадает в разряд "отстающих".

Преодоление ранней усталости - задача весьма сложная, и решение ее должно быть комплексным, направленным на все звенья цепи: педагог, семья, коллектив школы. От педагога требуется в первую очередь доброжелательность в отношениях с самим учеником и его родителями (очень важно беседовать на языке родителей, чтобы быть понятым ими); дополнительные занятия для ликвидации учебной задолженности лучше проводить по утрам, перед началом школьных занятий. От родителей - понимание необходимости таких дополнительных занятий, создание приемлемых условий для занятий дома и контроль за выполнением заданий. Что касается коллектива школы (педагогического и

ученического), то здесь необходимо понимание важности этой проблемы, привлечение активистов- учащихся в помощники педагогов, развитие у учащихся чувства ответственности за честь класса, дружбы и коллективизма. Очень важным моментом в успешности решения данной задачи является постоянное одобрение деятельности ученика, подчеркивание наметившихся успехов. Необходимо, чтобы ученик поверил в свои силы. Полностью избежать утомления, возникающего вследствие всякой более или менее продолжительной работы, не удастся, да и нецелесообразно, так как только интенсивная деятельность обеспечивает полноценное функционирование и развитие растущего организма. Следовательно, необходимо так дозировать эту деятельность, чтобы возникающее в ее результате утомление полностью исчезало за время отдыха; если этого не происходит, то оно накапливается и приводит к переутомлению.

Что же такое переутомление? В отличие от утомления, которое трактуется как временное снижение работоспособности в результате предшествующей работы и оценивается как физиологическое состояние, **переутомление** - это уже длительное и глубокое снижение работоспособности, сопровождающееся нарушением деятельности систем жизнеобеспечения и требующее для своего устранения длительного отдыха, а в ряде случаев и специальных лечебных мероприятий. Иначе говоря, переутомление - это уже не физиологическое, а патологическое состояние. И, как уже упоминалось, одной из главных задач здоровьесберегающей педагогики является такая организация труда и отдыха школьников, которая обеспечила бы высокую их работоспособность на протяжении всего времени учебных занятий (будь то урок, учебный день, неделя, четверть, полугодие, год, весь период



обучения в школе), позволила бы по возможности отодвинуть утомление и исключить переутомление.

И утомление, и переутомление у детей возникают быстрее, чем у взрослых, что объясняется особенностями деятельности центральной нервной системы. В то же время причины развития утомления у младших школьников несколько отличны от таковых у средних и старших школьников.

Утомление в начальной школе возникает в первую очередь в связи с тем, что школьники должны овладеть тремя основными школьными навыками: навыком письма, навыком чтения и навыком длительного неподвижного сидения. Под навыком понимают закрепленное многократным повторением (упражнением) умение выполнять то или иное действие. **Умение** - это первая ступень овладения действием, при которой оно выполняется, но относительно медленно, неэкономично (с привлечением ненужных мышечных групп), с весьма большим количеством ошибок и поправок и при непрерывном контроле сознания. **Навык** - это уже более совершенная форма владения действием. Переход от умения к навыку заключается в образовании устойчивых, прочных, слаженных связей в центральной нервной системе. В процессе формирования навыка выполнение действия ускоряется, действие становится более точным и более экономным; ряд элементов деятельности автоматизируется.

Большинство детей, приходящих в школу, уже умеют писать, умеют читать и умеют сидеть, но пока еще только умеют, навыка этих действий у них нет. Отсюда понятно, что ряд движений, производимых грамотными людьми совершенно легко и автоматически, для младших школьников представляет значительные трудности, поскольку связанные с этими движениями двигательные навыки только формируются и еще не

автоматизировались. Это в первую очередь касается овладения навыком письма. Как известно, процесс письма осуществляется преимущественно мелкими мышцами кисти. Эти мышцы у детей развиваются одними из последних и к началу школьного обучения являются еще недостаточно развившимися и окрепшими. В то же время сам процесс письма, заключающийся в захватывании ручки тремя пальцами и в сгибательных и разгибательных движениях этих пальцев, обеспечивающих начертание букв, а также в передвижении всей кисти вдоль строки, требует от этих мышц значительной работы. Кроме того, положение пальцев во время письма противоречит врожденной координации их движений. Наиболее естественными для пальцев являются хватательные движения, при которых большой палец действует самостоятельно, а остальные 4 - совместно и одинаковым образом.

При письме же движения большого пальца объединяются с движениями указательного и среднего пальцев, а безымянный палец и мизинец остаются неподвижными и служат лишь опорой для кисти. Такая тонкая координация деятельности мелких мышц кисти у младших школьников еще не установилась, и те отделы центральной нервной системы, которые ведают тонкими и точными движениями, работают с большим напряжением. То знаменитое упражнение, которое все мы делали на уроках в начальной школе - "мы писали, мы писали, наши пальчики устали", - в первую очередь адресовано не к пальчикам, а к тем отделам центральной нервной системы, которые ведают движениями этих пальчиков.

Исследования показывают, что максимальная продолжительность непрерывного письма в начальных классах не должна превышать 8-12 минут. Обычно на уроках эта продолжительность не выходит за пределы рекомендованных границ, однако дома, во время выполнения домашних

заданий родители довольно часто допускают ошибку, заставляя детей переписывать по несколько раз плохо, по их мнению, выполненные упражнения по письму. Такая "забота" вызывает развитие глубокого утомления, иной раз вплоть до переутомления.

Весьма трудоемким для учеников начальных классов является и процесс чтения. Чтение (точнее, первая его часть - зрительное восприятие текста) подразумевает различение большого числа мелких объектов, что предъявляет соответствующие требования к воспринимающему аппарату глаза, в первую очередь аккомодационным и глазодвигательным мышцам. Длительное напряжение аккомодации и большая работа глазодвигательных мышц (неопытный читатель проделывает глазами значительно больший объем работы, чем опытный) вызывают довольно быстрое утомление в тех отделах центральной нервной системы, которые ведают мышечным аппаратом глаза. Вот почему максимальная продолжительность непрерывного чтения в начальных классах не должна быть больше 15-25 минут. В комплекс упражнений физкультпауз в начальных классах должны быть обязательно включены упражнения для глаз, это позволит отодвинуть утомление и, кроме того, эти упражнения являются хорошей профилактикой развития близорукости. Кроме того, родители должны помнить, что хотя ученики начальных классов умеют читать, но полноценный навык чтения у них еще не сформирован, процесс чтения для них является весьма утомительным, и поэтому желательно читать для них вслух, как это обычно делают для дошкольников, еще не умеющих читать.

Для младших школьников большую трудность представляет и то, что обычно считается отдыхом, - неподвижное сидение во время урока. Относительная неподвижность ученика, требуемая школьной дисциплиной, может быть достигнута за счет длительного статического напряжения позных мышц - в первую очередь мышц спины и шеи. Между

тем известно, что статическое напряжение гораздо утомительнее, чем динамическое, т.е. направленное на осуществление движения. Кроме того, чем младше школьник, тем сильнее выражена у него двигательная доминанта, потребность в движении, и длительное торможение этой доминанты во время урока вызывает значительное утомление в центральной нервной системе. Вот почему не физиологично требовать от школьников (особенно начальных классов) "железной" дисциплины, "каменной" неподвижности, чем иной раз грешат учителя. Упражнения физкультпауз обязательно должны быть направлены на активацию позных мышц; очень хорошо, если школьники во время урока - имеют возможность работать не только сидя, но и стоя (за конторками). Разработаны различные варианты конторок, некоторые авторы предлагают работать стоя без обуви на специальных ковриках с резиновыми шипами. Переминаясь с ноги на ногу за конторкой, школьник делает массаж подошвенной поверхности стоп, который благотворно влияет на весь организм (на подошве находится большое количество биологически активных точек). Это повышает работоспособность и, кроме того, способствует профилактике плоскостопия.

Таким образом, видно, что в начальной школе утомление в первую очередь связано с формированием основных школьных навыков. На последующих этапах обучения, в более старших классах, когда основные двигательные навыки, необходимые для школьных занятий, уже приобретены и упрочены, на первое место выступают трудности, связанные с интенсивной умственной деятельностью, требующей значительного напряжения центральной нервной системы и в первую очередь клеток коры больших полушарий. Учебные занятия в школе, построенные на постоянном возникновении замыкательных реакций, на использовании установленных условных связей и создании новых, требуют

от учащихся высокой активности как возбудительных, так и тормозных процессов, хорошего уравнивания их в коре больших полушарий головного мозга, а подчас и быстрой их смены. Кроме того, следует иметь в виду, что чаще всего эти реакции протекают в сфере второй сигнальной системы, возникающей в онтогенезе позже, чем первая, и более лабильной и уязвимой. И хотя к моменту поступления в школу речевая функция (вторая сигнальная система) ребенка уже достаточно сформирована, она все-таки оказывается функционально слабее, чем первая. У младших школьников на протяжении учебного дня физиологические сдвиги наступают раньше всего в речевой функции коры больших полушарий.

Каковы же внешние признаки утомления у школьников? Прежде всего происходит ослабление активного торможения. Это проявляется в двигательном беспокойстве, нарушении дифференцировок, что особенно ярко выражается у младших школьников: дети начинают потягиваться, часто менять позу, ерзать на сиденьях; менее сдержанные начинают шалить. Но в большей или меньшей степени это наблюдается у всех школьников. Затем следует вторая фаза - ослабление процессов возбуждения. Она проявляется в ослаблении замыкательной функции корковых клеток, в уменьшении силы условных реакций, в снижении активного внимания, в преобладании торможения над возбуждением. У младших и старших школьников утомление и развивается по-разному, и проявляется неодинаково. В начальной школе каждая работа очень быстро приводит к запредельному торможению, и это предохраняет нервные клетки от длительной непрерывной активности. По существу, ученики начальных классов, как правило, не умеют утомляться по-настоящему; им доступны лишь начальные фазы утомления, которые прерываются наступающим торможением работающих нервных клеток. Эти формы утомления легко и быстро снимаются последующим отдыхом. У более

старших школьников вырабатывается способность волевым усилием преодолевать начальные стадии утомления и продолжать работать вплоть до наступления значительных сдвигов в организме, в связи с чем у этих школьников наблюдаются не только начальные, но и более глубокие стадии утомления, требующие значительного восстановительного периода.

**Работоспособность** - это реализация функциональных возможностей организма при индивидуальной физиологической цене. Функциональные возможности могут реализовываться на:

1) максимальном; 2) минимальном; 3) оптимальном уровнях, соответственно возрастно-половой группе. При этом физиологическая цена может существенно отличаться, что сопряжено с индивидуальным потенциалом и состоянием организма.

**Умственная работоспособность** - это функциональный потенциал головного мозга. Концентрация внимания является основным фактором, обуславливающим индивидуальную эффективность в работе. Функциональная проба представляет собой нагрузку, ограниченную по объему, времени и содержанию, что позволяет оценить количественный и качественный показатели выполненной работы.

### **Определение умственной работоспособности**

Умственная деятельность, связанная с обучением, относится к самой трудной деятельности детей. Нервные клетки головного мозга, обладая низкими функциональными возможностями, под влиянием учебной нагрузки могут проходить в состояние истощения.

Кроме того, вынужденная статическая поза, преобладающая в течение урока, является дополнительным существенным фактором, способствующим нарушению функции нервных процессов. Таким образом, при интенсивной или длительной учебной работе у школьников развивается утомление, а иногда и переутомление.

Перечисленные факторы предъявляют определенные гигиенические требования к организации учебного процесса, соблюдение которых приводит к более медленному развитию утомления и переутомления в процессе обучения в школе. Критерием соблюдения гигиенических требований во время урока является медленное развитие утомления, которое определяется изменением умственной работоспособности. Чем быстрее развивается утомление, тем сильнее уменьшается умственная работоспособность. Наиболее доступным методом ее определения служит использование дозированных задач.

Для получения отчетливых результатов о состоянии центральной нервной системы и степени утомления детей необходимо проводить обследования в динамике (в начале и в конце урока, перемены, дня, недели, четверти, года и т.д.) и в одинаковых условиях (микроклимат, освещенность и т.д.).

Снижение работоспособности по мере развития утомления идет по линии количественных и качественных изменений, которые могут быть выявлены соответственно по изменению темпа и качества работы. На этом основаны методики изучения умственной работоспособности. Известно несколько методов определения работоспособности: проведение пробных диктантов, решение арифметических задач, использование специальных корректурных проб. Они связаны, как правило, с выполнением специальных заданий в течение строго ограниченного времени. Задания близки по своему характеру к учебным.

**Цель работы:** ознакомить студентов с доступными и адекватными методическими приемами исследования умственной работоспособности детей и подростков.

**Оборудование:** корректурная буквенная таблица, секундомер.

## ***Порядок работы***

Метод определения умственной работоспособности, основанной на использовании специальных корректурных таблиц, называется корректурной пробой. Корректурная проба выполняется с помощью специальных таблиц, представляющих собой набор различных букв или сочетаний, лишенных смыслового значения. Как правило, используются таблицы в разработке В.Я.Анфимова. Задания, составляющие существо корректурной пробы, сводятся к вычеркиванию или подчеркиванию различных букв или их сочетаний. Результаты работы подвергаются специальному анализу, выявляющему качество и количество проделанной работы.

## ***Процесс тестирования***

1. Оформление листа тестирования - корректурной таблицы для индивидуальной работы. Заполняется верхнее поле листа.

2. Объяснение задания:

– работа состоит из 2-х частей и выполняется в 2 этапа с паузой между ними

– каждая работа длится 2 минуты

– каждая часть начинается с новой строки

– выполнение работы начинается по команде "начали"

– завершается работа по команде "стоп"

– при команде "стоп" ставится точка у буквы, где остановился взгляд

– в конце последней строчки (как правило, незавершенной) ставится знак закрытой строчки »

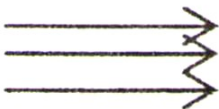
3. В первой части работы, просматривая ряды букв слева направо каждую строчку, тестируемый зачеркивает сверху вниз справа налево посередине буквы В и Х, не сливаясь с линиями букв. Если изучение умственной работоспособности осуществляется в динамике учебной



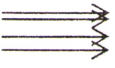
недели, удобно пользоваться заданиями в разработке М.В. Антроповой, 1974. Можно выбрать другие буквы.

Дни недели	Буквы – условные раздражители	
	Положительные (подлежат вычеркиванию)	Отрицательные (подлежат подчеркиванию)
Понедельник	Х А	ИХ СА
Вторник	В К	ИВ ЕК
Среда	С А	ИС НА
Четверг	Н Е	СН АЕ
Пятницу	Х И	ВХ ЕИ
Суббота	И Е	ВИ КЕ

Запись на доске по ходу объяснения:

1. – 2 мин.  Х И  
(зачеркнуть)

4. Вторая часть работы начинается с новой строки. Просматривая ряды букв слева направо каждую строчку, тестируемый зачеркивает как и в первой части В и Х, но за исключением случаев, когда ВХ стоят рядом, причем В впереди Х, которые подчеркиваются, подчеркивается и другое сочетание букв ЕИ, т.е. Е стоит рядом с И, причем впереди. Запись на доске по ходу объяснения с последующим пояснением:

2. – 2 мин.  Х ... И .... ВХ ..... ЕИ ...  
(зачеркнуть)  
(Буквы можно менять)

Перед началом каждого этапа работы дается подробные объяснения и пояснения, необходимо ответить на все возникающие у тестируемых вопросы.

Проверить готовность к работе всех тестируемых.

Дать установку на концентрацию внимания и комфортность состояния:

1. сесть глубже на сиденье стула;
2. расслабить мышцы спины;
3. сблизить лопатки для коррекции осанки;
4. положить локти на стол для снятия физического напряжения;
5. улыбнуться, или слегка массировать нижние скуловые точки;
6. обратиться к тестируемым "готовы!?", получив утвердительный ответ, дать команду "начали" и параллельно с командой включить секундомер для отсчета времени работы - 2 минуты. По истечении 2-х минут дается команда "стоп, точка, закрыть строку".

Буквы и их сочетания могут быть разные.

#### 5. Анализ корректурной таблицы после тестирования

Подсчитывается количество букв (всех) просмотренных в 1 и во 2 части работы.

Количество букв 1 этапа:  $a_1 = 40n + a$

Количество букв 2 этапа:  $a_1 = 40n + a$

$a$  - количество просмотренных букв последней строки;

40 - количество букв в строке;

$n$  - количество просмотренных полных строк.

Количество букв, просмотренных за 4 минуты (в 2 этапа), суммируется:  $A = a_1 + a_2$

Количественный показатель работы оценивается через коэффициент ***K*** (***скорость переключения внимания***, распределение возбуждения в коре больших полушарий, попеременная локализация очагов возбуждения).

$$K = \frac{A}{a_1} \quad (\text{считать до сотых} - 1, 11)$$

Для оценки качественного показателя выполненной работы применяется коэффициент продуктивности  $Q$ , где учитываются допущенные ошибки. Просматривая каждую строчку, выявляются все

варианты ошибок - пропуски, исправления, неправильно зачеркнуты, небрежно подчеркнуты, подчеркнуты не те буквы и пары букв и другие отклонения от задания.

ОШ – ошибки двух этапов работы в сумме.

$d_1$  – ошибки 1 части.

$d_2$  – ошибки 2 части (дифференцированной работы)

$$\text{ОШ} = d_1 + d_2$$

Во второй части работы в случае, если зачеркнуты стоящие рядом ВХ, а не подчеркнутые - оценивается как 3 ошибки, т.е. 1- зачеркнули В, 2- зачеркнули Х, а надо было подчеркнуть ВХ -3.

$$Q_n = \frac{(A:10)^2}{(A:10) + \text{ОШ}} \quad (\text{считать до десятых} - 50, 1)$$

A – количество букв, просмотренных за 4 минуты.

ОШ – количество ошибок за 4 минуты.

При индивидуальной оценке показателей корректурной таблицы, вычисляется среднее арифметическое для обследованной группы:

$$K_{cp} = \frac{K_n \text{ сумма}}{n} \qquad Q_{cp} = \frac{\Sigma Q_n}{n}$$

$$ИК = \frac{Q \cdot K}{10} \qquad ИК_{cp} = \frac{\Sigma ИК}{n}$$

ИК- индивидуальный коэффициент

Достигнутый уровень оценивается по соотнесённости индивидуальных показателей с идеальными:

Критерии идеального

$a$	$a_2$	A	B	K	Q	ИК
800	800	1600	0	2	160	32

Подсчеты достигнутого уровня:

800 - 100 % 2 – 100 % 160 – 100 %

$a_1 - x$  % К – X % Q – X

$$x = \frac{a_1 \cdot 100}{800} \text{ и т.д.}$$

$$x = \frac{K \cdot 100}{2}$$

$$x = \frac{Q \cdot 100}{160}$$

**Вопросы:**

1. Дать определение работоспособности, как физиологического процесса?
2. Назвать динамику работоспособности при выполнении конкретного задания?
3. Какова биологическая роль процесса утомления?

## Занятие 5

### Физическая работоспособность и методы её определения

Роль физических упражнений не ограничивается только благоприятным воздействием на здоровье, одним из объективных критериев которого является уровень физической работоспособности человека. Физические упражнения повышают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов. Показателем стабильности здоровья служит высокая степень работоспособности и, наоборот, низкие ее значения рассматриваются как фактор риска для здоровья. Как правило, высокая физическая работоспособность связана с постоянной, не уменьшающейся в объеме, в сочетании с сбалансированным питанием, тренировкой (более высокой двигательной активностью), что обеспечивает эффективность самообновления и совершенствования организма.

Эффективность физического воспитания в школьном возрасте требует обоснованной оценки функциональных возможностей. Тестирование, применяемое в педагогическом контроле, является одним из важнейших средств управления физическим развитием на разных этапах обучения в школе. В связи с этим большую актуальность приобретает изучение индивидуальных функциональных особенностей современных школьников и их динамики в процессе школьного обучения, особенно в подростковом возрасте, характеризующемся некоторым ухудшением регуляции жизненно важных функций в силу активизации процессов полового созревания. Здесь особенно требуется строгий педагогический контроль над выполнением физических нагрузок, предлагаемых учителем физической культуры на уроке. Отсюда неослабевающий интерес к исследованиям в данном направлении.

**Физическая работоспособность** – способность человека выполнять заданную работу с наименьшими физиологическими затратами с наивысшими результатами. Работоспособность подразделяют на общую и специальную. Общая физическая работоспособность – это уровень развития всех систем организма и всех физических качеств. Специальная физическая работоспособность – это уровень развития физических качеств и тех функциональных систем, которые непосредственно влияют на результат в избранном виде спорта. Единицы измерения, нормы и факторы в каждом виде спорта индивидуальны.

Потребность в движении - одна из общебиологических потребностей организма, играющая важную роль в его жизнедеятельности и формировании человека на всех этапах его эволюционного развития. Развитие происходит в неразрывной связи с активной мышечной деятельностью.

Двигательная активность принадлежит к числу основных факторов, определяющих уровень обменных процессов организма и состояние его костной, мышечной и сердечно-сосудистой системы. Она связана тесно с тремя аспектами здоровья: физическим, психическим и социальным и в течение жизни человека играет разную роль. Потребность организма в двигательной активности индивидуальна и зависит от многих физиологических, социально-экономических и культурных факторов. Уровень потребности в двигательной активности в значительной мере обуславливается наследственными и генетическими признаками. Для нормального развития и функционирования организма сохранения здоровья необходим определенный уровень физ. активности. Этот диапазон имеет минимальный, оптимальный уровни двигательной активности и максимальный.

**Минимальный уровень** позволяет поддерживать нормальное функциональное состояние организма. **При оптимальном** достигается наиболее высокий уровень функциональных возможностей и жизнедеятельности организма; максимальные границы отделяют чрезмерные нагрузки, которые могут привести к переутомлению, резкому снижению работоспособности. При этом возникает вопрос о привычной физической активности, которую можно определить уровнем и характером потребления энергии в процессе обычной жизнедеятельности. Оценка этой двигательной активности проводится по двум составляющим, профессиональной и непрофессиональной.

Давайте посмотрим, какова двигательная активность современного человека студенческого возраста. Надо отметить недостаточность движений, что вызывает целый ряд функциональных и органических изменений, а так же болезненных симптомов, отмечаемых во всех почти органах и системах организма. Такое явление получило название “**гипокинетической болезни**” или “**гипокинезии**”.

При уменьшении физической нагрузки в мышцах отмечается усиливающаяся атрофия со структурными и функциональными изменениями, ведущими к прогрессирующей мышечной слабости. Например, из-за ослабления мышц связочного и костного аппарата туловища, нижних конечностей, которые не могут выполнять полноценно свою функцию - удержание опорно-двигательного аппарата, развиваются нарушения осанки, деформация позвоночника, грудной клетки, таза и т. д. которые влекут целый ряд нарушений здоровья, что приводит к снижению работоспособности. Ограничение двигательной активности приводит к изменениям функций внутренних органов. При этом очень уязвимой является сердечно сосудистая система. Функциональное состояние сердца ухудшается, нарушаются процессы биологического окисления, что

ухудшает тканевое дыхание. При небольшой нагрузке развивается, кислородная недостаточность. Это приводит к ранней патологии системы кровообращения, развитию атеросклеротических бляшек, быстрому износу системы.

При низкой двигательной активности уменьшаются резервы, что снижает общую адаптационную способность организма. Происходит преждевременное формирование “старческого” механизма регуляции жизнедеятельности органов и тканей. У людей, ведущих малоподвижной образ жизни, наблюдается прерывистое дыхание, отдышка, снижение работоспособности, боли в области сердца, головокружение, боли в спине. Снижение физической активности ведет к инфаркту, гипертонии, ожирению. Например, у людей умственного труда инфаркт миокарда встречается в 2-3 чаще, чем у людей физического труда.

Патологические изменения в организме развиваются не только при отсутствии движения, но и даже при обычном образе жизни, но тогда, когда двигательный режим не соответствует “задуманной” природой генетической программе. Недостаточность физической активности приводит к нарушению обмена веществ, нарушению устойчивости к гипоксии - недостатку кислорода.

Способность человека противостоять *гиподинамии* - отсутствие мышечной активности - далеко не беспредельна. Уже через одну-две недели постельного режима, даже у совершенно здоровых людей отмечается значительное уменьшение мышечной силы, расстройство координации движений, снижение выносливости. Отрицательные последствия гиподинамии распространяются на многие функции организма даже, не имеющих отношение к мышечной работе, движению.

Например, недостаток нервных импульсов способствует развитию тормозных процессов в головном мозге, из-за чего ухудшается его



деятельность, контролирующая работу внутренних органов. В результате их функционирование, взаимодействие этих органов постепенно нарушается.

Физическая работоспособность понятие комплексное и определяется следующими факторами:

- морфофункциональным состоянием органов и систем человека;
- психическим статусом, мотивацией и др.

Заключение о величине физической работоспособности можно составить только на основе комплексной оценки. На практике физическая работоспособность определяется с помощью функциональных проб. С этой целью наукой предложено более 200 различных тестов. Для оценки физической работоспособности в спортивно-медицинской и педагогической практике используются специальные приборы; велоэргометры, степэргометры (восхождение на ступеньку-вышагивание), бег на тредмиллях (бегущая дорожка).

#### ***Гарвардский «степ-тест»***

***Цель:*** Определить физическую работоспособность, используя Гарвардский «степ-тест».

***Оборудование:*** секундомер, ступенька, метроном.

Для выполнения этого теста нужна ступенька. Ее высота согласно рекомендациям авторов должна составлять 35см. для детей 8–12 лет, 40–45 см для подростков 12–18 лет, 50,8см. для мужчин и 43см. для женщин. Эти параметры приблизительны, важно сохранять одинаковую высоту ступеньки для данного испытуемого в течение нескольких последовательных измерений, чтобы данные были сопоставимы. Частота подъемов на ступеньку – 30 раз в минуту (под метроном), длительность может изменяться, но не должна быть менее 2 минут для детей и 4–5 минут для взрослых.

### ***Порядок работы***

1. Определите пульс у испытуемого в покое.
2. Определите пульс у испытуемого перед началом выполнения нагрузки.
3. Испытуемый совершает восхождения и спуск со ступеньки в определенном темпе и заданной длительности.
4. После окончания работы в восстановительном периоде в положении сидя у испытуемого, измеряют частоту пульса, за 30 сек вначале 2-,3-, 4- минуты после завершения нагрузки.
5. Определите частоту сердечных сокращений за минуту в конце 5 минуты восстановительного периода.
6. Вычислите индекс Гарврдского степ-теста (ИГСТ) по формуле.

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{(f1 + f2 + f4) \times 2}$$

Где **t** - время выполнения пробы в секундах,

**f1, f2 и f4** – сумма пульса за 30 секунд на 2-, 3-й и 4-й минутах восстановления.

Качественная оценка работоспособности:

И = 55 – плохая

И = 56 - 64 – ниже средней

И = 65 – 79 – средняя

И = 80 – 89 - хорошая

И = 90 и выше – отличная

### ***Протокол исследований***

1. Запишите в тетрадь ИГСТ. Сделайте вывод о состоянии своей физической работоспособности.

2. На основании полученных данных, сделайте сравнительный анализ изменения ЧСС под влиянием физической нагрузки (покой, предстартовое состояние, восстановительный период). Постройте график.

### **Определение физической работоспособности при помощи теста PWC - 170 методом степ-теста**

Наименование теста PWC происходит от первых букв английского термина "физическая работоспособность" (Physical Working Capacity). Он был предложен Шестрандом для определения физической работоспособности спортсменов.

Тесная связь сердечно-сосудистых реакций с выполняемой физической нагрузкой позволяет применять простейшую функциональную пробу, позволяющую судить об общей физической работоспособности человека по характеру изменения пульса. Такой простейшей функциональной пробой является «степ-тест», разработанный в Гарвардском университете.

Данная функциональная проба заключается в восхождении и спуске со ступеньки стандартной величины в определенном темпе и продолжительности.

Физическая работоспособность в этом тесте выражается в величинах мощности физической нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 ударов в мин. Такая ЧСС выбрана потому, что: между мощностью выполняемой нагрузки и ЧСС существует линейная зависимость вплоть до ЧСС 170 уд./мин., а при более высокой частоте эта зависимость утрачивается. Следовательно, чем больше мощность нагрузки, при которой ЧСС равно 170 уд/мин., тем больше резервы кардио-респираторной системы, которые определяют уровень физической работоспособности. У здоровых нетренированных мужчин PWC170 находится в диапазоне 700-1100 кгм/мин., у женщин - 450-750 кгм/мин., а в

пересчете на кг. массы тела, соответственно - 15,5 и 10,5 кгм/мин. У спортсменов PWC170 достигает 1500-1700 кгм/мин.

**Цель работы:** рассчитать величину PWC170, используя степ-тест.

**Оборудование:** скамейка для степ-теста, секундомер, весы, метроном, калькулятор.

### **Порядок работы**

1. Испытуемый в течение 3 минут совершает подъемы на ступень высотой 35см с частотой 20 подъемов в минуту (частота метронома 80 ударов в мин.). На один удар метронома совершается одно движение. Сразу по окончании нагрузки считают пульс в течение 10 с (P1).

2. Далее сразу же выполняется нагрузка с частотой 30 подъемов в минуту. Снова считают пульс сразу по окончании нагрузки (P2).

3. Определяют PWC170 с помощью таблицы 1. На горизонтальной линии находят ЧСС после первой нагрузки, а на вертикальной, соответственно, после второй. Пересечение двух показателей дает величину PWC170 в пересчете на 1 кг веса тела.

Общая работоспособность рассчитывается следующим образом:

$$\text{PWC170 (кгм/мин)} = A \times M,$$

где: А - величина относительного PWC170 (табл.4)

М - масса тела испытуемого.

### **Протокол исследований**

1. Запишите в тетрадь PWC170. Сделайте вывод о состоянии своей физической работоспособности.

### **Вопросы:**

1. Назвать общие физиологические закономерности улучшения здоровья при занятиях физическими упражнениями?

2. Назвать интенсивность, длительность и частоту тренировочных занятий в неделю?

3. Назвать влияние физической активности на резервы физиологических функций человека с увеличением возраста?

Таблица 4

## Определение PWC170с помощью степ-теста

Пульс за 10 с при подъеме на ступеньку														
2-я нагрузка (P2)	1-я нагрузка (P1)													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
18	22,7													
19	18,9	21,9												
20	16,6	18,2	20,7											
21	15,0	16,0	17,3	19,2										
22	13,8	14,5	15,3	16,2	18,0									
23	13,0	13,5	13,9	14,4	15,3	16,8								
24	12,4	12,7	12,9	13,2	13,7	14,4	15,6							
25	11,9	12,1	12,2	12,3	12,6	13,0	13,5	14,4						
26	11,4	11,6	11,7	11,7	11,8	11,9	12,7	12,6	13,2					
27	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,3	11,4	11,5	11,7	12,0				
28	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8			
29	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,3	10,2	10,2	10,1	9,6	9,6		
30	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,1	9,9	9,9	9,7	9,6	9,4	9,0	8,4	
31	10,1	10,1	10,0	9,9	9,8	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	9,0	8,6	8,1	7,2
32	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6	9,6	9,4	9,1	9,0	8,7	8,4	7,9	7,6	7,2
33	9,8	9,8	9,6	9,6	9,5	9,4	9,3	9,1	9,0	8,6	8,5	8,2	7,8	7,2

## Занятие 6

### Двигательные качества человека. Определение физической выносливости человека с помощью кардиореспираторного индекса.

К основным двигательным качествам человека относятся сила, скорость, выносливость и координация движений. Их развитие происходит не равномерно. Прежде всего, развиваются скорость и ловкость движений. **Скорость** движений характеризуется числом движений, которое ребенок в состоянии произвести за единицу времени. Она значительно возрастает у детей с 4-5 лет и к 13-14 годам достигает уровня взрослого. Скорость движений качество определяется процентным соотношением в мышцах быстрых и медленных волокон. Оно определяется генетически и не зависит от тренированности человека. Скорость одиночных движений (например, при беге) увеличивается с возрастом и достигает максимума к 16-18 годам.

**Силу** мышц определяют по максимальному проявлению усилия, которое может развить группа мышц в определенных условиях. В возрасте 7-8 лет мальчики и девочки имеют одинаковую силу большинства мышечных групп. Увеличение силы мышц у мальчиков обусловлено повышением концентрации в крови андрогенов (12-13 лет), что приводит к росту мышечной массы. В дальнейшем разница в силе мышц у мальчиков и девочек увеличивается, и максимальные показатели силы мышц наблюдаются в возрасте 20-40 лет.

Развитие движений и механизмов их координации наиболее интенсивно идет в первые годы жизни и до подросткового возраста. Их совершенствование всегда тесно связано с развитием нервной системы ребенка, поэтому всякая задержка в развитии движений должна насторожить воспитателя. В подростковом возрасте координация движений вследствие гормональных перестроек организме ребенка несколько

нарушается. Однако это временное явление которое обычно после 15 лет исчезает.

**Выносливость** – это способность организма противостоять утомлению или способность к длительной двигательной деятельности без снижения ее эффективности.

Критерием выносливости является время, в течение которого возможно поддерживать заданную интенсивность.

Уровень развития выносливости определяется, прежде всего, функциональными возможностями сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, уровнем обменных процессов, а также координацией деятельности различных органов и систем. Поэтому воспитание выносливости выражается, прежде всего, в повышении нормализации деятельности сердца и дыхательной системы.

Наиболее эффективны для воспитания этого качества упражнения, в которых участвуют большое количество мышечных групп. Они создают своеобразный мышечный насос, способствующий кровообращению. К таким упражнениям можно отнести кроссовый бег, плавание, езду на велосипеде, лыжные гонки, специальные и основные упражнения игровых видов спорта.

Выносливость обеспечивается повышенными функциональными возможностями организма. Она обуславливается многими факторами, но прежде всего – деятельностью коры головного мозга, определяющей и регулирующей состояние ЦНС и работоспособность всех других органов систем, в том числе энергетической. ЦНС, ее высшие нервные центры определяют работоспособность мышц, слаженность функций всех органов и систем, выполнение движений и действий спортсмена. ЦНС в этом отношении обладает очень большими возможностями. В процессе тренировки на выносливость совершенствуется вся система нервных

процессов, необходимая для выполнения требуемой работы, для улучшения координации функции органов и систем, для экономизации их деятельности. Наряду с этим нервные клетки головного мозга повышают свою способность работать дольше, не снижая интенсивности; они сами как бы становятся выносливее. Нет сомнения, что в соответствии с концепцией функция строит орган при выполнении упражнений, требующих разной выносливости, возникают отличия и в системе нервных процессов, и в их совершенствовании. Иными словами, ЦНС приспособливает свои функции к требованиям различной выносливости. При прочих равных условиях выносливость в наибольшей мере проявит спортсмен, имеющий лучшую подготовленность соответствующих органов и функций. В конечном счете, даже при самом высоком уровне всех факторов, определяющих выносливость, утомление возникает, прежде всего, в ЦНС (И.М. Сеченов, И.П. Павлов). Не случайно говорят, что борьба с утомлением – это прежде всего борьба высших нервных центров за сохранение работоспособности самих нервных центров.

**Выносливость** – это способность человека к продолжительному выполнению того или иного вида физической деятельности без снижения их эффективности. Она формируется в течение длительного периода онтогенеза. В 7-11 лет выносливость к динамической работе еще очень невелика. С 11-12 лет мальчики и девочки становятся более выносливыми. Хорошим средством развития выносливости являются ходьба, медленный бег, передвижение на лыжах. К 14 годам мышечная выносливость составляет 50-70%, а к 16 годам – около 80% выносливости взрослого человека.

Выносливость к статическим усилиям особенно интенсивно увеличивается в период от 8 до 17 лет. Ее наиболее значительные изменения отмечаются в младшем школьном возрасте. У 11-14-летних школьников



самыми выносливыми являются икроножные мышцы. В целом выносливость к 17-19 годам составляет 85% уровня взрослого, а максимальных значений она достигает к 25-30 годам.

Темпы развития многих двигательных качеств особенно высоки в младшем школьном возрасте, что, учитывая интерес детей к занятиям физкультурой и спортом, дает основание целенаправленно развивать двигательную активность в этом возрасте.

Различают специальную и общую выносливость. **Специальная выносливость** - это способность к длительному перенесению нагрузок, характерных для конкретного вида профессиональной деятельности. Выделяют несколько видов проявления специальной выносливости: к сложнокоординированной, силовой, скоростно-силовой и гликолитической анаэробной работе; статическую выносливость, связанную с длительным пребыванием в вынужденной позе в условиях малой подвижности или ограниченного пространства; выносливость к продолжительному выполнению работы умеренной и малой мощности; к длительной работе переменной мощности; а также к работе в условиях гипоксии (недостатка кислорода). Сенсорная выносливость - способность быстро и точно реагировать на внешние воздействия среды без снижения эффективности профессиональных действий в условиях физической перегрузки или утомления сенсорных систем организма. Сенсорная выносливость зависит от устойчивости и надёжности функционирования анализаторов: двигательного, вестибулярного, тактильного, зрительного, слухового.

Под **общей выносливостью** понимается совокупность функциональных возможностей организма, определяющих его способность к продолжительному выполнению с высокой эффективностью работы умеренной интенсивности и составляющих неспецифическую основу

проявления работоспособности в различных видах профессиональной или спортивной деятельности.

Физиологической основой общей выносливости для большинства современных видов профессиональной деятельности являются аэробные способности: они относительно малоспецифичны и мало зависят от вида выполняемых упражнений.

### **Основные методы развития выносливости**

Выносливость развивается лишь в тех случаях, когда в процессе занятий преодолевается утомление определенной степени. При этом организм адаптируется к функциональным сдвигам, что внешне выражается в улучшении выносливости. Величина и направленность приспособительных изменений соответствуют степени и характеру реакций, вызванных нагрузками.

При воспитании выносливости нагрузка определяется следующими пятью факторами:

- 1) абсолютная интенсивность упражнения (скорость передвижения и т.д.);
- 2) продолжительность упражнения;
- 3) продолжительность интервалов отдыха;
- 4) характер отдыха (активный, либо пассивный и формы активного отдыха);
- 5) число повторений упражнения.

Для оценки физической выносливости и тренированности человека широко используют различные показатели, характеризующие состояние сердечно-сосудистой системы и системы дыхания. Основанием для этого подхода является тот факт, что изменение функции этих систем в норме коррелирует со степенью физического и эмоционального напряжения и основной функцией кровообращения и дыхания является обеспечение

метаболических потребностей организма. При тестировании выносливости используются показатели частоты сердечных сокращений и кровяного давления. Величина и характер изменений этих показателей свидетельствуют о состоянии сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а это, в свою очередь, служит индикатором общей выносливости организма.

Одним из показателей выносливости человека – **кардиореспираторный индекс (КРИС)**. Его можно определить в лабораторных условиях. В формулу для его расчета входят семь легко определяемых параметров:

1. Артериальное давление (АД) систолическое;
2. АД диастолическое;
3. Максимальное давление выдоха;
4. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ);
5. ЧСС;
6. Время максимальной задержки дыхания (ВМЗД);
7. Возраст исследуемого.

Для оценки устойчивости организма к физической нагрузке определяют КРИС в покое, при дозированной физической нагрузке и в восстановительном периоде.

**Цель:** проанализировать уровень физической выносливости испытуемого по значению кардиореспираторного индекса в покое и после физической нагрузки.

**Оборудование:** сфигмоманометр и стерильные мундштуки для его резиновой трубки, спирометр, секундомер, ступенька для выполнения гарвардского степ-теста.

### **Порядок работы**

1. Определите в покое следующие показатели:

- а) АД систолическое; АД диастолическое;
- б) Максимальное давление выдоха (МДВ в мм.рт.ст.). Для этого испытуемый делает максимальный выдох через резиновую трубку сфигмоманометра.
- в) Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) с помощью спирометра. Этот показатель выражают в относительных единицах, за единицу измерения принимают 100мл объема, т.е. ЖЕЛ в мл\100.
- г) ЧСС за 1 минуту.
- д) Время максимальной задержки дыхания после спокойного вдоха в секундах.

2. Выполните гарвардский степ-тест. Сразу после его окончания повторите определения вышеуказанных показателей(1-5). Измерения проводите быстро и четко.

3. Определите время восстановительного периода, т.е. время возвращения показателей к исходному уровню. Для этого повторите определения показателей с 1 по 5 через каждые 3 минуты после нагрузки до получения исходных значений.

4. Рассчитайте КРИС в покое, сразу после выполнения дозированной физической нагрузки и в восстановительном периоде по формуле:

$$\text{КРИС} = \frac{\text{ЖЕЛ}\backslash 100 + \text{МДВ} + \text{ВМЗД} + \text{В}}{\text{АД сист.} + \text{АД диаст.}},$$

где В-возраст в годах.

### ***Протокол исследований***

1.Внесите величины КРИС в покое и его изменения после физической нагрузки. Сравните с данными таблицы.

КРИС в покое	
КРИС после выполнения физической нагрузки	

1. Сравните длительность восстановительного периода испытуемого с данными таблицы.
2. Сделайте вывод об уровне физической выносливости испытуемого.

Показатели КРИС здоровых людей разной степени физической тренированности

Группа	КРИС в покое	Снижение КРИС при дозированной нагрузке (20 кДж) в %	Длительность восстановительного периода (мин)
Хорошо тренированные спортсмены	От 1,0 и выше	5	1-3
Нетренированные, но практически здоровые люди	0,8-0,9	15-30	1-3

**Вопросы:**

1. Назвать строение костной системы человека?
2. Что является физиологической основой выносливости?
3. Назвать возрастные особенности развития позвоночника и костей таза?
4. Как происходит развитие мышечной системы у ребенка?
5. Назвать возрастные особенности развития двигательной активности у детей?

## Занятие 7

### **Показатели сердечно-сосудистой системы. Пульсометрия. Определение артериального давления.**

Различные варианты методик, связанных с анализом сердечбиений и пульсовой волны, широко используются в современной физиологии. При этом развиваются как «традиционные» методики, похожие на применявшиеся в исторической физиологии и медицине, так и аппаратные (когда для анализа ритмичности работы сердца используют приборы: пульсомер, пульсоксиметр, электрокардиограф и др.). Таким образом, сегодня исследования пульса можно условно разделить на 2 ветви:

1. Мануальные исследования проявлений работы сердца;
2. Аппаратные исследования ритмичности сердечбиений.

К аппаратным методикам можно отнести, например, анализ variability кардиоритма, основы которого были заложены в 60-х гг. XX-века. Пионером метода в России является Р.М.Баевский. Аналогичные методы анализа получили признание во всем мире. В практической физиологии и медицине выделяют ряд направлений, связанных с анализом ритмичности сердечной функции:

1. Мониторинг функции сердца у детей и подростков;
2. Диагностика сердечно-сосудистой патологии у детей и взрослых;
3. Функциональный контроль в спортивной практике;
4. Исследование динамики сердечной деятельности детей и подростков при различных видах нагрузок: физических, умственных, учебных, эмоциональных, стрессорных.

#### **Артериальный пульс**

**Наиболее часто используемые параметры сердечно-сосудистой системы (ССС): частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление. ЧСС можно определить по пульсу. Артериальный пульс (лат.**

**pulsus удар, толчок)** — это ритмические толчкообразные колебания стенок артерий, связанные с изменением их кровенаполнения при сокращении и расслаблении сердца в течение одного сердечного цикла. **Артериальный пульс** подразделяют на центральный (пульс на аорте, подключичных и сонных артериях) и периферический, определяемый на артериях конечностей.

Существует несколько методов исследования пульса:

- Пальпация
- Осмотр
- Сфигмография
- Пульсоксиметрия

### Пальпация

При большом разнообразии методов исследования сердечной деятельности пальпация отличается скоростью и простотой, так как не требуется длительной специальной подготовки перед процедурой. В человеческом теле есть несколько мест, в которых можно пропальпировать пульс. Во время процедуры пальпируются поверхностно лежащие артерии.

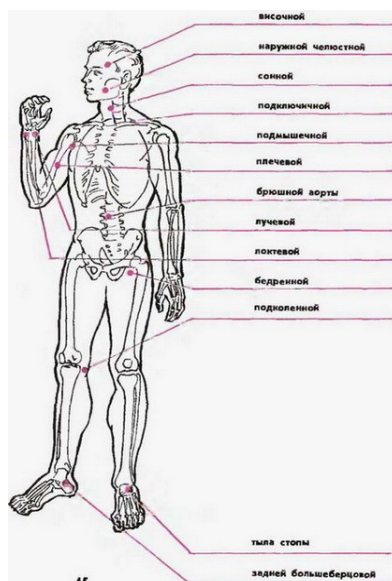


Рис. 18. Точки пальпации артерий



Рис. 19. Пальпация лучевой артерии.

**Пальпация артерий на области головы и шеи:**

*Сонная артерия* пальпируется на шее справа и слева от гортани

*Лицевая артерия* - на нижнем крае нижней челюсти по линии угла рта

*Височная артерия* - на висках, чуть кпереди и выше от скуловой дуги

**Пальпация артерий на области верхней конечности:**

*Подмышечная артерия* - пальпируется на дне подмышечной впадины при вытянутой вперед руке;

*Плечевая артерия* - над локтевой ямкой;

*Лучевая артерия* - на латеральной стороне запястья

*Локтевая артерия* – на медиальной части запястья.

**Пальпация артерий на области нижней конечности:**

*Бедренная артерия* пальпируется в паховой области при выпрямленном бедре с небольшим поворотом его кнаружи;



**Подколенная артерия** - в подколенной ямке в положении лежа на животе с согнутой в колене ногой

**Задняя большеберцовая артерия** - определяется в мышечковом желобке за внутренней лодыжкой

**Тыльная артерия стопы** — в проксимальной части первого межплюсневого пространства с внешней стороны длинного разгибателя большого пальца ноги.

### **Пальпация артерий на области туловища:**

**Верхушечный пульс.** Определяется в 4-5 левом межреберье, кнаружи от среднеключичной линии. В отличие от других методов определения пульса, при данном способе оценивается не пульсация артерий, а непосредственно сократительная деятельность [сердца](#).

### **Осмотр**

В ряде случаев пульсация артерий бывает настолько выраженной, что её можно выявить при осмотре. Типичный пример— пляска каротид, которая характеризуется выраженной пульсацией области сонной артерии на шее.

### **Свойства артериального пульса:**

**Частота пульса**— величина, отражающая число колебаний стенок артерии за единицу времени. В зависимости от частоты, различают пульс:

- умеренной частоты— 60-90 уд./мин;
- редкий — менее 60 уд./мин;
- частый — более 90 уд./мин.

У здоровых взрослых людей в горизонтальном положении частота пульса составляет от 60 до 80 ударов в 1 мин; при переходе в вертикальное положение она возрастает на 5—15 ударов в 1 мин. У лиц, занятых физическим трудом, а также у пожилых людей частота пульса обычно ниже и нередко бывает меньше 60. У женщин пульс в среднем на 6—8 ударов

чаще, чем у мужчин того же возраста. У детей до одного года частота пульса составляет 120—140 ударов в 1 мин; с возрастом она постепенно снижается, достигая к 4—5 годам в среднем 100, к 7 годам — 85—90, к 14 годам — около 75 в 1 мин.

Таблица 5.

**Изменение частоты пульса с возрастом (А.Г. Хрипкова с соавт. 1990 г.)**

Возраст (лет)	Новорожденные	1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пульс (уд/мин)	140	120	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76	75

При физической нагрузке, изменении эмоционального состояния, а также при связанных с дефицитом гемоглобина в крови и других заболеваниях, частота пульса увеличивается, так как организм человека стандартно реагирует на требование органам и тканям повышенного кровоснабжения увеличением сердечных сокращений.

**Ритмичность**

**Ритмичность пульса**— величина, характеризующая интервалы между следующими друг за другом пульсовыми волнами. По этому показателю различают:

- ритмичный пульс — если интервалы между пульсовыми волнами одинаковы;
- аритмичный пульс — если они различны.

**Наполнение**

**Наполнение пульса**— объем крови в артерии на высоте пульсовой волны. Различают:

- пульс умеренного наполнения;
- полный пульс— наполнение пульса сверх нормы;

- пустой пульс— плохо пальпируемый;
- нитевидный пульс— едва ощутимый.

### **Напряжение**

**Напряжение пульса** характеризуется силой, которую нужно приложить для полного пережатия артерии. Различают:

- пульс умеренного напряжения;
- твёрдый пульс;
- мягкий пульс.

**Цель работы:** ознакомиться и освоить методики определения различных характеристик пульса.

**Оборудование:** секундомер, фонендоскоп, схема точек подсчета пульса.

### **Порядок работы**

#### **1. Освойте методику пальпации лучевой артерии и подсчета пульса.**

- 1) Уложите руку испытуемого на стол параллельно линии сердца.
- 2) **Правой рукой** нащупайте лучевую артерию и слегка прижмите её тремя пальцами (указательным, средним и безымянным) к лучевой кости.
- 3) Подушечками пальцев ощутите артериальный пульс как толчкообразное увеличение объема артерии.
- 4) Подсчитайте пульс испытуемого за 1 минуту, используя секундомер.
- 5) Подсчитайте пульс испытуемого за 10 секунд, а затем, умножив полученную цифру на 6, получите величину пульса за 1 минуту.

#### **6) Занесите полученные результаты в таблицу №6.**

#### **2. Определите симметричность пульса.**

- 1) Для этого встаньте напротив испытуемого и прощупайте пульсацию лучевых артерий на его правой и левой руке.
- 2) Затем одновременно обхватывая тремя пальцами своей правой руки область пульсации на левой руке обследуемого, а левой рукой, соответственно, на правой.

3) Полагаясь на своё чувство осязания, определите симметричность пульса испытуемого.

### **3. Определите основные характеристики пульса**

1) Нащупайте тремя пальцами область лучевой артерии на одной руке пациента и определите его основные характеристики: частота (за 1 минуту), ритмичность, наполнение, напряжение.

2) Занесите полученные результаты в таблицу № 7 протокола опыта.

### **4. Определите наличие или отсутствие дефицита пульса**

1) Данное исследование проведите вдвоем. Один экспериментатор методом пальпации определит частоту пульса (ЧП), второй методом аускультация с помощью фонендоскопа) подсчитает ЧСС.

2) Сравните полученные цифры. (В норме ЧП = ЧСС, но в ряде случаев, например, при аритмиях, они отличаются. В этом случае, говорят о дефиците пульса).

## ***Протокол исследований***

**1. Занесите результаты исследования № 1 в таблицу №6 и сделайте вывод о степени точности проведенного измерения пульса.**

**Таблица 6.**

Величина пульса, подсчитанного за 1 минуту (уд/мин)	Величина пульса, подсчитанного за 10 секунд (уд/мин)

2. Занесите в таблицу № 7 результаты исследования № 2, 3, 4 .Оцените основные характеристики пульса испытуемого.

**Таблица 7.**

Частота (уд/мин)	Ритмичность	Наполнение	Напряжение	Симметричность	Дефицит пульса

3. Зарисуйте схему точек подсчета пульса.

## **Определение артериального давления**

Переменное давление, под которым кровь находится в кровеносном сосуде, называют **кровяным давлением**. Кровяное давление необходимо для продвижения крови по всему сосудистому руслу. Величина давления определяется в основном работой сердца, диаметром просвета сосудов, степенью эластичности их стенок и вязкостью крови.

Основная причина движения крови по кругам кровообращения - работа сердца, создающая разность давления между началом и концом сосудистого русла. По мере удаления сосудов от сердца кровяное давление постепенно снижается. Кровь движется из области высокого давления в область низкого давления, т.е. из артериальной системы сосудов в венозную. Снижение давления крови происходит постепенно, но не равномерно: наиболее высоко оно в артериях, намного ниже – в капиллярах, еще ниже – в венах. Наиболее высокое давление в нашем организме – в легочных артериях и аорте. Наиболее низкое давление – в легочных венах, в верхней и нижней полых венах, т.к. на проталкивание крови через систему капилляров затрачивается много энергии, а кровоток испытывает при движении сопротивление, зависящее от вязкости крови и диаметра сосуда. Артериальное давление (АД) является одним из основных показателей состояния системы кровообращения человека.

**Артериальное давление** — это давление крови в крупных артериях человека. Различают два показателя артериального давления:

**Систолическое** (максимальное, верхнее) артериальное давление — это уровень давления крови в момент максимального сокращения сердца.

**Диастолическое** (минимальное, нижнее) артериальное давление — это уровень давления крови в момент максимального расслабления сердца.

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, сокращенно мм. рт. ст. Значение величины артериального давления 120/80

означает, что величина систолического давления равна 120 мм/рт. ст., а величина диастолического артериального давления равна 80 мм/рт. ст.

Повышение давления на каждые 10 мм/рт. ст. увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на 30%. У людей с повышенным давлением в 7 раз чаще развиваются нарушения мозгового кровообращения (инсульты), в 4 раза чаще — ишемическая болезнь сердца, в 2 раза чаще — поражение сосудов ног. Именно с измерения артериального давления необходимо начинать поиск причины таких частых проявлений дискомфорта, как головная боль, слабость, головокружение. Во многих случаях за давлением необходим постоянный контроль, и измерения следует проводить по несколько раз в день.

- **Гипотония** – это снижение артериального давления на 20% от исходных значений или ниже 60 мм/рт. ст. среднего артериального давления.
- **Гипертония** – это стойкое повышение артериального давления (выше 90 мм/ртутного столба среднего АД).

### **Оценка уровня артериального давления**

Артериальное давление — один из важнейших показателей функционирования организма, поэтому каждому человеку необходимо знать его величину. Чем выше уровень артериального давления, тем выше риск развития таких опасных заболеваний, как ишемическая болезнь сердца, инсульт, инфаркт, почечная недостаточность.

Для оценки уровня артериального давления используется классификация Всемирной организации здравоохранения, принятая в 1999 году.

Термины «мягкая», «пограничная», «тяжелая», «умеренная», приведенные в классификации, характеризуют только уровень артериального давления, а не степень тяжести заболевания больного.

Категория АД	Систолическое АД (мм/рт.ст.)	Диастолическое АД (мм/рт.ст.)
Оптимальное	Менее 120	Менее 80
Нормальное	Менее 130	Менее 85
Повышенное нормальное	130-139	85-89
Гипертония 1 степень (мягкая)	140—159	90-99
2 степень (умеренная)	160-179	100-109
3 степень (тяжелая)	Более 180	Более 110
Пограничная	140-149	Менее 90

### **Изменение артериального давления с возрастом**

У детей кровяное давление значительно ниже, чем у взрослых. Чем меньше ребенок, тем у него более эластичные стенки сосудов, шире их просвет, больше капиллярная сеть, а, следовательно, и ниже давление крови. С возрастом давление (как систолическое, так и диастолическое) увеличивается.

Довольно существенно артериальное давление растет на первом году жизни ребенка. До 5 лет артериальное давление у мальчиков и девочек почти одинаковое. От 5 до 9 лет оно несколько выше у мальчиков. Достигнув величин 110 - 120 / 60 – 70 мм/рт. ст., артериальное давление потом длительно поддерживается на этом уровне. К старости уровень максимального давления растет у женщин больше, чем у мужчин. Пульсовое давление возрастает. После 80 лет артериальное давление у мужчин стабилизируется, а у женщин даже немного снижается.

### **Возрастные величины систолического и диастолического давления (в мм/рт. ст)**

Возраст (лет)	Систолическое давление	Диастолическое давление
5	83	50
7	88	55
8	90	60
9	91	60

<b>10</b>	93	62
<b>11</b>	98	62
<b>12</b>	103	62
<b>13</b>	107	61
<b>14</b>	109	62
<b>15</b>	110	70
<b>16</b>	113	70
<b>18</b>	115	70
<b>19-20</b>	117	70
<b>20-45</b>	122	73
<b>45-50</b>	124	76
<b>50-55</b>	127	76
<b>55-60</b>	129	76
<b>60-75</b>	135	77

### **Методы измерения артериального давления**

Для измерения артериального давления в настоящее время широко используются 2 метода:

#### **1.Метод Короткова**

Этот метод, разработанный русским хирургом Н.С. Коротковым в 1905 году, предусматривает для измерения артериального давления очень простой прибор, состоящий из механического манометра, манжеты с грушей и фонендоскопа. Метод основан на полном пережатии манжетой плечевой артерии и выслушивании тонов, возникающих при медленном выпуске воздуха из манжеты.

#### *Преимущества метода:*

признан официальным эталоном неинвазивного измерения артериального давления для диагностических целей и при проверке автоматических измерителей артериального давления;

высокая устойчивость к движениям руки.

#### *Недостатки метода:*



зависит от индивидуальных особенностей человека, производящего измерение (хорошее зрение, слух, координация системы «руки—зрение—слух»);

чувствителен к шумам в помещении, точности расположения головки фонендоскопа относительно артерии;

требует непосредственного контакта манжеты и мембраны фонендоскопа с кожей пациента;

требует специального обучения

### **Осциллометрический метод**

Это метод, при котором используются электронные приборы. Он основан на регистрации прибором пульсаций давления воздуха, возникающих в манжете при прохождении крови через сдавленный участок артерии.

#### *Преимущества:*

не зависит от индивидуальных особенностей человека, производящего измерение устойчивость к шумовым нагрузкам;

позволяет производить определение артериального давления при выраженном «аускультативном провале», «бесконечном тоне», слабых тонах Короткова;

позволяет производить измерения без потери точности через тонкую ткань одежды

не требуется специального обучения.

#### *Недостаток:*

при измерении рука должна быть неподвижна.

Для измерения артериального давления в настоящее время применяются механические и электронные измерители. Механические измерители, основанные на использовании метода Короткова, в основном

применяются в профессиональной медицине, так как без специального обучения допускаются погрешности в показателях.

Для домашнего использования наиболее подходят полуавтоматические и автоматические электронные приборы. Их применение не требует никакого предварительного обучения и, при соблюдении простых методических рекомендаций, позволяет получить точные данные артериального давления путем нажатия одной кнопки.

### **Приборы, используемые для измерения артериального давления**



Рис. 20 Механический тонометр

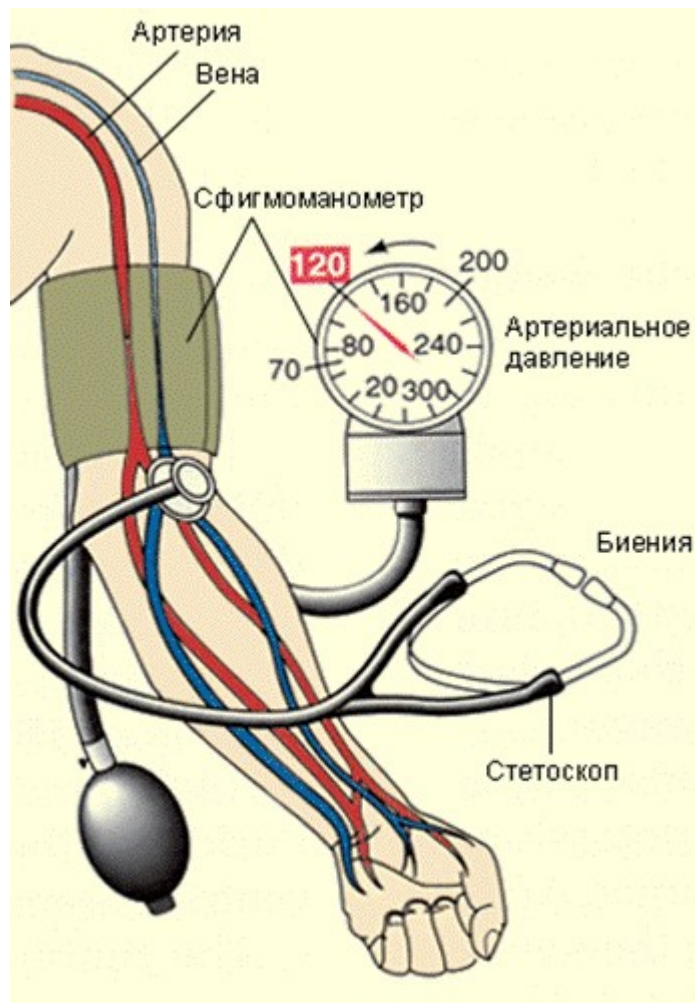


Рис.21 Схема измерения артериального давления с помощью тонометра.

### **Общие рекомендации по измерению артериального давления**

Уровень артериального давления не является постоянной величиной — он непрерывно колеблется в зависимости от воздействия различных факторов. Колебания артериального давления у больных артериальной гипертонией значительно выше, чем у лиц, не имеющих этого заболевания. Одним из основных факторов, влияющих на уровень артериального давления, является состояние человека. Измерение артериального давления может проводиться как в состоянии покоя, так и во время действия физических, умственных, учебных или психо-эмоциональных нагрузок, а также в интервалах между различными видами активности.

Артериальное давление чаще всего измеряется в положении сидя, но в некоторых случаях возникает необходимость его измерения в положении лежа или стоя.

Для выполнения измерений в состоянии покоя необходимо обеспечить комфортные условия для обследуемого и выполнить следующие требования:

- за 30 минут перед измерением необходимо исключить прием пищи, курение, физическое и умственное напряжение и воздействие холодных и тепловых нагрузок;
- перед измерением давления необходимо спокойно посидеть или полежать (в зависимости от выбранного положения тела, при котором будет производиться измерение) и расслабиться;
- измерение начинается через 5 минут после отдыха в вышеуказанном положении;
- при измерении давления в положении сидя спина должна иметь опору, т. к. любые формы изометрических упражнений вызывают немедленное повышение артериального давления.
- Средняя точка плеча должна находиться на уровне сердца (4-е межреберье);
- в положении лёжа рука должна располагаться вдоль тела и быть слегка поднятой до уровня, соответствующего середине груди (под плечо и локоть можно подложить небольшую подушечку);
- во время измерения нельзя разговаривать и делать резкие движения;
- если проводится серия измерений, рекомендуется менять первоначальное положение.
- Интервал между измерениями должен составлять не менее 15 секунд.

## ***Порядок работы***

1. Ознакомьтесь с устройством тонометра
2. Освойте методику определения артериального давления с помощью метода Короткова
  - а) Усадите испытуемого боком к столу и положите на стол его левую руку, обнаженную до плеча. Средняя точка плеча должна находиться на уровне сердца (4-е межреберье).
  - б) Наложите манжету тонометра на верхнюю треть плеча испытуемого так, чтобы ее нижний край был на 2-3см выше локтевого сгиба
  - в) Нащупайте пульсацию плечевой артерии в области локтевого сгиба.
  - г) Приложите мембрану фонендоскопа к точке пульсации артерии, а другой рукой нагнетайте воздух в манжету примерно до 140мм/рт.ст.
  - д) Медленно выпускайте воздух из манжеты и одновременно прослушивайте звуки через фонендоскоп
  - е) Зарегистрируйте по манометру момент появления первого звука как систолическое давление и момент исчезновения последнего звука как диастолическое давление.



Рис. 22 Измерение артериального давления методом Короткова

### ***Протокол исследований***

1. Запишите в протокол эксперимента показания манометра, соответствующие систолическому и диастолическому давлению, определенному по методу Короткова.

2. Вычислите величину пульсового давления.

$$\text{ПД} = \text{СД} - \text{ДД}$$

где ПД – пульсовое давление,

СД – систолическое давление,

ДД – диастолическое давление

Таблица № 8.

Систолическое давление	Диастолическое давление	Пульсовое давление

3. Сопоставьте полученные результаты с возрастной нормой.

## Определение ударного и минутного объема крови (по методу Старра)

**Ударный (систолической) объем крови (УОК)** - это объем крови, который выбрасывается сердцем за одно сокращение. Минутный объем - это объем крови, который выбрасывается сердцем за минуту работы сердца.

**Минутный объем крови (МОК)** зависит от общего обмена и определяется потребностью различных органов и систем в кислороде.

При физической нагрузке у тренированных людей МОК нарастает в основном за счет увеличения систолического выброса и в меньшей степени - за счёт учащения сердцебиений. У нетренированных - за счёт повышенной ЧСС.

### Изменение УОК И МОК с возрастом

С возрастом значения УОК и МОК увеличиваются. Увеличение МОК происходит за счёт возрастания как ударного объема, так и частоты сердечных сокращений.

При оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы необходимо иметь в виду, что у детей одного возраста и уровня физического развития может быть разная величина гемодинамических показателей, обусловленная индивидуальными различиями в темпах полового созревания.

Средние показатели ударного и минутного объемов крови у детей 7 - 15 лет

Возраст (лет)	Девочки		Мальчики	
	УОК (мл)	МОК (л/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)
7	32	2.9	32	2.8
8	34	2.9	38	2.8
9	36	3	38	2.9
10	38	3.2	39	3.1
11	44	3.4	50	3.8
12	47	3.8	53	4.0
13	47	3.7	56	4.2
14	57	3.8	64	4.3
15	59	3.9	64	4.5

## **Определение ударного и минутного объема крови расчетным методом Старра**

В связи с невозможностью широко использовать лабораторные методы определения УОК и МОК была выведена формула Старра для косвенного определения этих показателей с использованием величин артериального давления и частоты сердечных сокращений.

Зная величину систолического (СД), диастолического (ДД) и пульсового (ПД) давления крови, частоту сердечных сокращений (ЧСС) можно рассчитать величину ударного и минутного объемов крови (УОК и МОК).

Для взрослого человека формула Стара имеет следующий вид:

$$\text{УОК} = \{(101 + 0,5 \cdot \text{ПД}) - (0,6 \cdot \text{ДД})\} - 0,6 \cdot \text{А},$$

где УОК - систолический объем ;

ПД - пульсовое давление;

ДД - диастолическое давление;

А - возраст испытуемого (в годах).

Минутный объем крови рассчитывается по формуле:

$$\text{МОК} = \text{СО} \times \text{ЧСС},$$

где ЧСС - частота сердечных сокращений (пульс подсчитывается за минуту)

Для определения сердечного выброса у детей применяют модифицированную формулу Старра:

$$\text{УОК} = \{(40 + 0,5 \cdot \text{ПД}) - (0,6 \cdot \text{ДД})\} + 3,2 \cdot \text{А}$$

**Цель работы:** Рассчитать систолический и минутный объем крови, используя формулу Старра .

**Оборудование:** тонометр, фонендоскоп, спирт, вата, калькулятор

### **Порядок работы**

1. Измерьте уровень артериального давления по методу Короткова



2. Подсчитайте пульсовое давление
3. Подсчитайте частоту сердечных сокращений (ЧСС) по пульсу (за 1 минуту)
4. Вычислите ударный объем крови, используя формулу Старра.
5. Вычислите минутный объем крови, используя показатели УОК и ЧСС.
6. Запишите полученные результаты в таблицу № 9 протокола эксперимента

**Протокол исследований**

1. Запишите полученные результаты в таблицу № 9.

Таблица № 9.

СД	ДД	ПД	ЧСС	УОК	МОК

2. Сопоставьте полученные результаты с возрастной нормой.

**Вопросы:**

1. Что такое артериальный пульс и каков механизм его возникновения?
2. Указать основные точки подсчета пульса на схеме кровообращения?
3. Дать характеристику основным свойствам пульса: частота, ритмичность, наполнение, напряжение?
4. Что такое артериальное давление и каков механизм его возникновения?
5. Какие причины вызывают появление и исчезновение звуков в артерии при сдавливании ее манжетой?
6. Назвать факторы внешней среды, способные оказывать влияние на уровень артериального давления?
7. Каков уровень артериального давления у детей и подростков?
8. Почему с возрастом УОК и МОК увеличиваются, а ЧСС снижается?
9. Как влияет физическая нагрузка на показатели УОК, МОК и ЧСС у тренированных и нетренированных людей и почему?

## Занятие 8.

### **Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы. Оценка функциональных резервов сердечно-сосудистой системы**

Сердце образуется из клеток мезенхимы, оно закладывается в шейной области в конце второй недели развития эмбриона, длина которого около 1,5мм. Сначала появляются две продольно направленные эндотелиальные трубки. Они приближаются друг к другу, а затем сливаются, и образуется одна сердечная трубка, которая интенсивно растет с третьей недели развития эмбриона. Из внутренней оболочки этой трубки образуется эндокард, а из наружного слоя позднее развивается перикард. Такой зачаток сердца уже сокращается и проталкивает кровь. Первичная сердечная трубка растет очень быстро и неравномерно, поэтому она изгибается. В ней образуются предсердие и желудочек, разграниченные клапанами. В течение шестой недели развития плода предсердие приобретает окончательную форму и разделяется продольной перегородкой на правое и левое. К этому периоду сердце перемещается из шейной области в грудную полость. При этом происходит поворот сердца: желудочек, располагавшийся спереди, перемещается книзу влево, а предсердия, находившиеся сзади, устанавливаются вверху справа. К концу второго месяца желудочек разделяется на правый и левый продольной перегородкой, и сердце становится четырехкамерным. Идущая из желудочка артерия продольно разделяется на два сосуда: легочную артерию и аорту. Затем происходит дальнейшее преобразование сосудов. У плода легочная артерия соединена с аортой сосудом, который называется боталловым протоком. В течение первых месяцев внутриутробного развития плода образуется окологердечная сумка – перикард. Отличительной особенностью строения сердца плода является наличие овального отверстия между правым и левым предсердиями.

Сердце у плода относительно большое: в 7 месяцев оно имеет длину около 2,2см и ширину 3см. К девяти месяцам эмбрионального развития длина увеличивается до 3см, а ширина – до 3,85см. Масса сердца плода также относительно большая. У 10-недельного зародыша она составляет около 10% массы тела. Размеры и масса сердца плода увеличиваются в основном за счет мышечной массы. У эмбриона массой 1г масса сердца равна 10мг, что составляет 1/100 массы тела. К моменту рождения масса сердца достигает 20г, т.е. за период внутриутробного развития сердце увеличивается в 2000 раз. Последующие темпы развития значительно меньше. Средняя масса сердца взрослого около 300г, - значит, от рождения до взрослого состояния оно увеличивается только в 15 раз. Строение и расположение сердца у плода приспособлены к условиям его дыхания. На развитие сердца и его функции у плода влияют отсутствие функционирования легочного круга кровообращения и малая величина давления крови.

Акт рождения ребенка характеризуется переходом его к другим условиям существования. Изменения, происходящие в сердечно-сосудистой системе, связаны, прежде всего, с включением легочного дыхания. В момент рождения ребенка перевязывают и перерезают пуповину, поэтому прекращается обмен газов, осуществляющийся в плаценте. При этом в крови новорожденного увеличивается содержание углекислого газа и уменьшается количество кислорода. Эта кровь, с измененным газовым составом, приходит к дыхательному центру и возбуждает его – возникает первый вздох, при котором расправляются легкие и расширяются находящиеся в них сосуды. Расширенные сосуды легких обладают большой емкостью и имеют низкое давление крови. Поэтому вся кровь из правого желудочка по легочной артерии устремляется в легкие. Боталлов проток постепенно зарастает. В связи с изменившимся

давлением крови овальное отверстие в сердце закрывается складкой эндокарда, которая постепенно прирастает, и создается сплошная перегородка между предсердиями. С этого момента разделяются большой и малый круги кровообращения, в правой половине сердца циркулирует только венозная кровь, а в левой – только артериальная.

Сердце новорожденного отличается от сердца взрослого по форме, относительной массе и расположению. Оно имеет почти шаровидную форму, его ширина несколько больше длины. Стенки правого и левого желудочков одинаковы по толщине. Сердце новорожденного расположено высоко из-за большой печени и поэтому высокого положения диафрагмы. К концу первого года жизни в связи с опусканием диафрагмы и переходом ребенка к вертикальному положению сердце занимает косое положение. К 2-3 годам его верхушка доходит до 5-го левого ребра. У 10-летних детей границы сердца почти такие же, как у взрослых. Масса сердца новорожденного в среднем равна 23,6г (колебания возможны от 11,4 до 49,5г) и составляет 0,89% от массы тела (у взрослого этот процент колеблется от 0,48 до 0,52%). С возрастом масса сердца увеличивается, особенно масса левого желудочка. К 8-ми месяцам жизни масса сердца увеличивается вдвое, к 2-3 годам – в 3 раза, к 5-ти годам – в 4 раза, к 6-ти годам – в 11 раз. В период с 3-х до 7-8 лет при относительно медленном темпе роста массы сердца совершается его окончательная тканевая дифференцировка, обогащение соединительной тканью, дальнейшее утолщение мышечных волокон. В возрасте старше 10 лет происходит интенсивный рост всех элементов с заметным увеличением количества соединительной ткани, появляются вкрапления жира. От 7-ми до 12-ти лет рост сердца замедляется и несколько отстает от роста тела. В 14-15 лет – в период полового созревания – снова наступает усиленный рост сердца. Масса сердца несколько больше у мальчиков, чем у девочек. После 11 лет

сердце девочек увеличивается быстрее, и в 13-14 лет оно становится больше, чем у мальчиков. После этого возраста масса сердца мальчиков вновь нарастает более интенсивно, и к 16-ти годам сердце снова становится тяжелее, чем у девочек.

Наиболее усиленно растет левая половина сердца. Стимулятором роста левого желудочка являются возрастающее сосудистое сопротивление, артериальное давление и физические нагрузки. После рождения ребенка вследствие большей нагрузки на левый желудочек мышечный слой растет быстрее и к концу второго года жизни вдвое превосходит вес правого желудочка.

У детей грудного возраста артериальное давление низкое, в среднем 76/40 мм/рт.ст., что объясняется относительно большой шириной сосудов. В связи с развитием гладкомышечных элементов стенки сосудов, увеличением их длины, и, как следствие, - увеличением сопротивления току крови, артериальное давление с возрастом увеличивается. Происходит увеличение преимущественно систолического артериального давления, диастолическое давление имеет только тенденцию к повышению.

Рост давления происходит более интенсивно в первые 2-3 года жизни, в препубертатном и пубертатном периодах. Повышение давления с возрастом идет параллельно скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного типа, что связано с повышением тонуса этих сосудов. В некоторые периоды онтогенеза, особенно в период полового созревания, рост сердца опережает рост кровеносных сосудов. Масса тела в этот период значительно увеличивается, сосуды не успевают привыкнуть к быстрому темпу изменения опорно-двигательного аппарата, и происходит их натяжение. Это приводит к сужению просвета и напряжению стенок сосудов. Нагнетательная сила сердца встречает сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов, что отражается на величине

кровенного давления. Такое явление носит, как правило, временный характер и называется юношеской гипертонией. Высокое давление действует на рецепторы сосудов, что является особенно чувствительным для сосудов головного мозга. Юношеская гипертония требует осторожности при дозировании физической нагрузки.

Показатели артериального давления тесно коррелируют с физическим развитием детей. Величина артериального давления у детей одного возраста значительно колеблется. Более высокое давление отмечено у детей, имеющих больший рост и массу. Имеет значение не только достигнутый уровень размеров или массы тела, но и динамика, то есть темп роста ребенка. Наивысшие нормальные показатели артериального давления определяются в период наиболее интенсивного увеличения размеров тела, но без соответствующего нарастания массы сердечной мышцы. У старших школьников изменения артериального давления отражают и созревание эндокринной системы, прежде всего увеличение активности надпочечников с увеличением выработки минералокортикоидов и катехоламинов, особенности их метаболизма и чувствительности рецепторов.

Величина артериального давления у детей легко изменяется под влиянием различных внешних факторов. Так, при переходе тела из положения сидя в горизонтальное кровяное давление у большинства детей повышается на 10-30мм/рт.ст. На величину артериального давления у детей влияют климатические и географические условия местности: у детей всех возрастных групп, проживающих на юге, кровяное давление ниже, чем у детей, проживающих в северных районах.

Артериальное давление у детей резко изменяется под влиянием эмоций: систолическое давление повышается на 20-40 мм/рт.ст., диастолическое – на несколько меньшую величину. У грудных детей

отмечено повышение давления при приеме пищи. Утром артериальное давление ниже, к вечеру оно повышается.

Занятия в школе также влияют на величину артериального давления учащихся. К концу учебного дня кровяное давление повышается. При наличии уроков физкультуры отмечено меньшее снижение величины пульсового артериального давления.

Во время мышечной работы у детей повышается величина максимального, и несколько снижаются показатели минимального артериального давления. Во время выполнения предельной мышечной нагрузки у подростков величина систолического давления может возрастать до 180-200мм/рт.ст. Поскольку в это время величина диастолического давления изменяется незначительно, то пульсовое давление возрастает до 50-80мм/рт.ст., что говорит об увеличении силы сокращения сердца. Интенсивность изменений величины артериального давления во время физической нагрузки зависит от возраста: чем старше ребенок, тем значительнее эти изменения. Возрастные изменения кровяного давления при физической нагрузке особенно ярко проявляются в восстановительном периоде. Восстановление систолического давления до исходной величины осуществляется тем быстрее, чем старше возраст ребенка.

Первые сокращения сердца начинаются на 22-й день при длине эмбриона 3мм. После 5-ой недели регистрация сердечной деятельности плода может проводиться уже эхокардиографически. Частота сердечных сокращений (ЧСС) человеческого эмбриона сравнительно низкая (15-35 уд/мин). По мере формирования плацентарного кровообращения она увеличивается к 6-й неделе до 112 уд/мин, а к 8-9-й неделям – до 165-175 ударов в минуту. В последующие сроки частота сокращений сердца несколько снижается и к концу беременности составляет около 140 ударов

в минуту. Большие показатели ЧСС объясняются высоким обменом веществ и отсутствием тонуса блуждающего нерва. Регуляция деятельности сердца плода осуществляется главным образом с помощью гуморальных механизмов. Сразу после формирования клеточных скоплений узлов проводящей системы сердца отмечается их исключительно высокая чувствительность к гуморальным воздействиям, и, прежде всего, к адреналину и ацетилхолину, к гипоксическому стимулу. Регуляция гемодинамики плода заключается в приспособлении к временным и достаточно серьезным нарушениям оксигенации крови. Причем формы ответа на гипоксию в этом периоде очень эффективны и рациональны. Плод отвечает на гипоксию чаще всего брадикардией, что гораздо более экономично.

У новорожденного частота сердечных сокращений близка к ее величине у плода и составляет 120-140 ударов в минуту. Но если у плода ритм сердечных сокращений отличается относительным постоянством, то у новорожденного он легко меняется под влиянием различных раздражителей. У новорожденного регуляторные механизмы еще незрелые, но степень выраженности их влияний выше, чем у плода. Так, при действии стрессоров (холод, тепло) и при плаче ЧСС увеличивается вследствие возбуждения симпатической нервной системы, которая на сердце реализует свое влияние в онтогенезе раньше парасимпатической. Тонус блуждающего нерва начинает формироваться в конце 1-го года жизни, что связано с двигательной активностью ребенка – поток афферентных импульсов от проприорецепторов и от всех экстерорецепторов ускоряет созревание центральной нервной системы и нервных регуляторных механизмов. С увеличением тонуса блуждающего нерва уменьшается частота сокращений сердца, в начале 2-го года жизни возникает дыхательная аритмия, что свидетельствует о появлении тонуса блуждающего нерва. В возрасте 3-4



лет этот тонус уже сформирован. С возрастом частота сердечных сокращений постепенно уменьшается. К 7-ми годам появляются половые различия – у девочек ЧСС становится больше, чем у мальчиков. ЧСС, характерная для взрослых, устанавливается после полового созревания, причем у девушек она на 10% выше, чем у юношей. Это связано с большей выраженностью у юношей тонуса блуждающего нерва.

Характерная особенность деятельности сердца ребенка – наличие дыхательной аритмии: в момент вдоха наступает учащение ритма сердечных сокращений, а во время выдоха – замедление. В раннем детстве аритмия встречается редко и слабо выражена. Начиная с дошкольного возраста и до 14 лет, она значительна. В возрасте 15-16 лет встречаются лишь единичные случаи дыхательной аритмии. Урежение пульса и возникновение дыхательной аритмии являются внешними маркерами созревания регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы. Особенно ярко они проявляются у старших детей и подростков, занимающихся спортом. У детей с достаточной двигательной нагрузкой частота пульса меньше, чем у их сверстников с гиподинамией.

У детей 9-11 лет, в период «предподросткового напряжения регуляции», возникает своеобразный синдром, включающий в себя тенденции к тахикардии, артериальной гипертензии и сужению характеристик variability волновой структуры ритма сердца.

У детей частота сердечных сокращений подвергается большим изменениям под влиянием различных факторов. Эмоциональные влияния приводят, как правило, к увеличению ритма сердечной деятельности. Она значительно увеличивается при повышении температуры внешней среды и при физической работе и уменьшается при понижении температуры. Частота сердечных сокращений во время физической работы увеличивается до 180-200 ударов в минуту. Это объясняется недостаточным развитием

механизмов, обеспечивающих увеличение потребления кислорода во время работы. У детей старшего возраста более совершенные регуляторные механизмы обеспечивают быструю перестройку сердечно-сосудистой системы в соответствии с физической нагрузкой.

Важную роль в совершенствовании регуляторных механизмов, особенно в период полового созревания, играет физическая культура. Умеренная физическая нагрузка и занятия спортом оказывают благоприятное влияние на развитие организма в целом.

В связи с большой частотой сердечных сокращений у детей длительность всего цикла сокращений значительно меньше, чем у взрослых. Если у взрослого она составляет 0,8сек, то у плода – 0,46сек, у новорожденного – 0,4-0,5сек, у 6-7-летних детей длительность сердечного цикла равна 0,63сек, у детей 12-летнего возраста – 0,75сек, т.е. величина почти такая же, как у взрослых.

Величина ударного объема крови с возрастом увеличивается более значительно, чем величина минутного объема. На изменении минутного объема сказывается уменьшение числа сердечных сокращений с возрастом.

Величина минутного объема крови у новорожденных и детей до 1 года в среднем равна 0,33л, в возрасте 1 года – 1,2л, у 5-летних детей – 1,8л, у 10-летних – 2,5л. У взрослых минутный объем крови в состоянии относительного покоя равен 4,5-5л. Ударный объем крови легко рассчитать, разделив минутный объем крови на число сердечных сокращений. Величина ударного объема крови у новорожденных равна 2,5мл, а у ребенка 1 года – 10,2мл.

Ударный и минутный объемы сердца зависят не только от возраста, но и связаны с общим физическим развитием детей. У детей, более развитых физически, больше величина минутного и ударного объемов

крови. У девочек и женщин величина минутного и ударного объемов крови меньше, чем у мальчиков и мужчин.

Минутный объем крови связан с потребностями организма в кислороде. К концу первого года жизни количество потребленного кислорода на 1 кг массы тела у ребенка в 2-3 раза больше, чем у взрослого. Соответственно, и минутный объем крови на 1кг массы тела детей этого возраста больше в два с лишним раза, чем у взрослых.

Величина минутного и систолического объемов крови подвергается большим индивидуальным колебаниям и зависит от различных условий: функционального состояния организма, температуры тела, положения тела в пространстве и др. Она значительно изменяется под влиянием физической нагрузки. При выполнении различной физической работы минутный объем сердца у детей увеличивается в меньшей степени, чем у взрослых. У детей всех возрастных групп увеличение минутного объема крови при умеренной физической нагрузке происходит за счет увеличения ударного объема крови. При нагрузках максимальной мощности мобилизуются все силы организма, и минутный объем увеличивается за счет увеличения, как ударного объема, так и числа сердечных сокращений.

Большое значение в изменении величины ударного и минутного объемов крови имеет тренировка. При выполнении одной и той же работы у тренированного человека значительно возрастает величина систолического и минутного объемов сердца при незначительном увеличении числа сердечных сокращений. У нетренированного человека, наоборот, значительно увеличивается частота сердечных сокращений и почти не изменяется ударный объем крови.

С возрастом скорость движения крови по сосудам замедляется. У новорожденных кровь совершает кругооборот за 12 сек, у 3-летних – за 15 сек, у детей 14-летних – за 18,5 сек. Замедление скорости движения крови

связано с возрастными изменениями сосудов, прежде всего, с увеличением их длины в связи с ростом ребенка. На скорость движения крови влияет и изменение частоты сердечных сокращений: уменьшение числа сердечных сокращений с возрастом приводит к замедлению скорости движения крови. Во все возрастные периоды у женщин скорость движения крови по сосудам больше, чем у мужчин. Время кругооборота крови у взрослого в состоянии покоя равно 20-25 сек. Это составляет примерно 27 систол. Время кругооборота крови уменьшается при физической нагрузке и может составлять 10 сек. При определении состояния здоровья на первом месте стоит исследование и оценка состояния сердечно-сосудистой системы, так как она является основным звеном, определяющим и лимитирующим доставку кислорода работающим органам. Данные исследований, проведенных в состоянии покоя, не могут полностью отражать функциональное состояние и функциональные возможности сердечно-сосудистой системы, так как функциональная недостаточность органа или системы органов больше проявляется в условиях нагрузки, чем в покое. Поэтому полная оценка состояния адаптации сердечно-сосудистой системы, определение степени здоровья человека и его функциональных возможностей возможна лишь с привлечением различных функциональных проб или нагрузочных тестов.

**Функциональная проба** - специальный вид испытания реакции организма человека в целом или отдельных его систем и органов на определенную функциональную нагрузку. При выполнении нагрузочных проб обнаруживаются те патологические реакции и процессы, которые свидетельствуют об ограничении резервов компенсации и адаптации, о неустойчивости и неполноте приспособительных реакций или наличии скрытых форм заболеваний. Физическая нагрузка при выполнении функциональных проб вовлекает в работу большие группы мышц, при этом

она должна выполняться равномерно в одном темпе, не затрудняя дыхание. Выполнение функциональных проб отражается на тоне кровеносных сосудов, величине артериального давления, частоте сердечных сокращений и других показателях деятельности системы кровообращения.

Во время нагрузки происходят многочисленные изменения в сердечно-сосудистой системе. Все они направлены на выполнение одного задания: позволить системе удовлетворить возросшие потребности, обеспечив максимальную эффективность ее функционирования. Сердечно-сосудистая система во время физической нагрузки повышает свои требования. Потребность в кислороде активных мышц резко возрастает, используется больше питательных веществ, ускоряются метаболические процессы, поэтому возрастает количество продуктов распада. При продолжительной нагрузке, а также при выполнении физической нагрузки в условиях высокой температуры повышается температура тела. При интенсивной нагрузке увеличивается концентрация ионов водорода в мышцах и крови, что вызывает снижение рН крови. Иначе говоря, при физической нагрузке необходимо доставлять на периферию возможно большее количество крови. Сердечно-сосудистая система обладает рядом механизмов, обеспечивающих выполнение этой задачи. Прежде всего, это гемодинамические факторы: увеличение частоты сердечных сокращений, систолического выброса за счет расширения полостей сердца, ускорение кровотока в 3 раза, увеличение массы циркулирующей крови, а также изменение артериального давления. Под воздействием симпатической нервной системы кровь отводится из участков, где ее наличие необязательно, и направляется в участки, принимающие активное участие в выполнении упражнения. В состоянии покоя сердечный выброс в мышцах составляет всего 15-20%, а при интенсивных физических нагрузках - 80-

85%. Кровоток в мышцах увеличивается главным образом за счет уменьшения кровоснабжения почек, печени, желудка и кишечника.

Степень изменения гемодинамических показателей зависит в значительной мере от их исходных величин в состоянии покоя. Из всех гемодинамических показателей наиболее простыми и нашедшими широкое применение являются исследование ЧСС и АД.

В норме при функциональной пробе происходят однонаправленные изменения АД и ЧСС. АД реагирует на нагрузку повышением максимального давления, что указывает на увеличение силы сердечных сокращений, и некоторым снижением минимального АД, так как уменьшает периферическое сопротивление вследствие расширения артериол, что обеспечивает доступ большего количества крови к работающим мышцам. Соответственно повышается пульсовое давление, что косвенно свидетельствует об увеличении ударного объема сердца, учащается пульс. Все эти изменения возвращаются к исходным данным в течение 3-5 минут, причем, чем быстрее это происходит, тем лучше функция сердечно-сосудистой системы. Такая реакция называется нормотонической и является благоприятной. Чем интенсивнее выполняемая нагрузка, тем более выражены изменения ЧСС и АД. Однако разные величины сдвигов ЧСС, АД и длительности восстановления их до исходных цифр зависят не только от интенсивности применяемой функциональной пробы, но и от физической подготовленности обследуемого.

Методы функциональной диагностики описывают состояние различных систем органов и их работоспособность. В основном эти методы не являются инвазивными. Это означает, что в функциональной диагностике используется различная аппаратура снаружи, без хирургического вмешательства. Методы функциональной диагностики не

имеют противопоказаний к назначению, сравнительно просты в исполнении, а главное обладают достаточной точностью и объективностью результатов. Функциональные методы характеризует более широкая направленность - они применяются не столько для выявления заболевания, сколько для оценки того, как орган или система органов справляется со своими обязанностями. Нередко методы, помогающие определить состояние органов, входят в комплекс оценки здоровья. Они с успехом используются в спортивной, в профилактической медицине и даже в социальной работе. Но не следует забывать, что однозначной трактовки результатов, полученных функциональными методами, нет и быть не может, поскольку каждый организм уникален и работает по-своему. Приходится проводить эксперименты в разных условиях, давать организму специальные нагрузки, сравнивать результаты повторных обследований одного человека, учитывать всю совокупность факторов, которые могут повлиять на исследуемые функции.

Различают функциональные пробы со стандартной (умеренной), субмаксимальной и максимальной нагрузкой. Пробы со стандартной нагрузкой предназначены для оценки реакции организма, экономичности формирования, функционирования соответствующих функциональных систем и, прежде всего, совершенства саморегуляции. О совершенстве саморегуляции кислородообеспечения можно судить по частоте сердечных сокращений и частоте дыхания даже в состоянии покоя. Так, чем реже ЧСС, тем больше сердце отдыхает и лучше условия его кровообращения, тем меньше доля бесполезной вентиляции. При пробах с субмаксимальной нагрузкой используются нагрузки меньшей интенсивности, а с максимальной нагрузкой – интенсивность нагрузки увеличивается до достижения максимума аэробной мощности или до полного истощения возможностей обследуемого.

В качестве физических нагрузок рекомендуется бег, подскоки, приседания, подъемы на ступеньку и спуск с неё (степ-тест), забег, заезды на велосипеде и лыжах, заплыв, гребля и т.д. Наибольшее распространение получили следующие функциональные пробы и тесты:

1. Проба Мартинета - 20 приседаний за 30 с;
2. Проба ГЦИФК - 60 подскоков за 30 с;
3. Проба ЛНИИФК - 2-минутный бег на месте в темпе 180 шаг/мин;
4. Проба Г.И. Котова - Д.Ф. Дешина - 3-минутный бег на месте со скоростью 180 шаг/мин;
5. Трёхмоментная комбинированная функциональная проба С.П. Летунова - 20 приседаний за 30 с, 15-секундный бег на месте с максимальной скоростью, 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту;
6. Проба с определенной нагрузкой - бег на месте в течение 4 мин в темпе 180 шаг/мин, а 5-я минута в предельно быстром темпе;
7. Бег и ходьба на тредбане (бегущая дорожка);
8. Степоэргометрия (Гарвардский степ-тест и др.);
9. Велоэргометрия и другие.

При проведении исследований выбирается один из видов физических нагрузок:

1. Непрерывная нагрузка равномерной интенсивности. Мощность работы может быть одинаковой для всех обследуемых или она устанавливается в зависимости от состояния здоровья, пола, возраста и физической подготовленности;
2. Ступенеобразная повышающаяся нагрузка с интервалами отдыха после каждой ступени. Увеличение мощности и продолжительность интервалов зависит от задач исследования;



3. Непрерывная работа равномерно (или почти равномерно) повышающейся мощности, быстрой сменой последующих ступеней без интервалов отдыха;
4. Непрерывная ступенеобразная повышающаяся нагрузка без интервалов отдыха, при которой кардиореспираторные показатели достигают устойчивого состояния на каждой ступени.

Применяемые нагрузки должны отвечать определённым требованиям и условиям:

- нагрузка должна быть такой, чтобы можно было измерить проделанную работу, а в дальнейшем её точно повторить;
- должна существовать возможность изменения интенсивности нагрузки (темпа упражнения) в нужных пределах;
- при кардиореспираторных тестах в работу должна вовлекаться по возможности большая масса мышц;
- тестовая нагрузка должна быть достаточно простой и доступной, не требующей особых навыков или высокой координации движений;
- преимущество следует отдать таким видам нагрузки, при которых регистрация показателей возможна во время выполнения физической работы.

Точность результатов, полученных при выполнении функциональных проб и тестов, во многом зависит от различных условий, обстоятельств и ситуаций. Поэтому они должны соответствовать определённым стандартным требованиям, игнорирование которых может привести к неправильным результатам. Тесты должны быть стабильными, объективными и информативными. Для практики используют также тесты, которые имеют шкалу оценок или нормативы. При выполнении теста следует придерживаться точности выполнения методики исследования.

**1. Проба Мартинета (упрощенная методика)** используется при массовых исследованиях, позволяет оценивать способность сердечно-сосудистой системы к восстановлению после физической нагрузки. В качестве тестовой нагрузки применяется дозированная физическая нагрузка: 20 приседаний за 30 секунд. Оценка реакции сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу проводится по величине разности исследуемых показателей до и после нагрузки.

### **Порядок работы**

1. Подсчитайте исходную частоту сердечных сокращений (ЧСС) испытуемого по пульсу.
2. Измерьте исходное систолическое и диастолическое давление испытуемого по методу Короткова.
2. Выполните дозированную физическую нагрузку: 20 приседаний за 30 секунд.
3. Подсчитайте частоту сердечных сокращений и измерьте артериальное давление испытуемого спустя 3 мин после окончания выполнения нагрузки.
4. Запишите полученные результаты в таблицу № 10 протокола опытов.

### **Протокол исследований**

1. Запишите полученные результаты в таблицу № 10:

Таблица № 10

До нагрузки			После нагрузки		
СД	ДД	ЧСС	СД	ДД	ЧСС

1. Оцените реакцию ССС испытуемого на пробу Мартинета, используя оценочную таблицу.

### **Оценочная таблица на пробу Мартинета:**

Разность показателей до и после	Оценка реакции на пробу
---------------------------------	-------------------------

<b>нагрузки</b>	<b>Мартинета</b>
1-4	хорошо
5-10	удовлетворительно
Более 10	неудовлетворительно

3. Сделайте вывод о способности сердечно-сосудистой системы испытуемого к восстановлению после физической нагрузки.

## **2. Проба Руфье** (переносимость динамической нагрузки).

Данная функциональная проба позволяет оценить оптимальность вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы, при выполнении физической нагрузки малой мощности используя оценочную таблицу *показателя сердечной деятельности (ПСД)*. Периодический контроль за ПСД дает исследователю достаточно информативный критерий оценки адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы.

Трактовка пробы проводится по оценочной таблице ПДС:

<b>ПДС</b>	<b>Оценка реакции на пробу Руфье</b>
1-5	отлично
5-10	хорошо
11-15	удовлетворительно
Более 15	плохо

### **Порядок работы**

1. Задайте испытуемому фоновую статическую нагрузку: он должен находиться в положении стоя в течение 5 минут.
2. По истечении 5 минут подсчитайте исходный пульс испытуемого за 15 секунд (Р-1).
3. Задайте испытуемому дозированную динамическую физическую нагрузку: 30 приседаний за 1 минуту.
4. Подсчитайте пульс испытуемого на первой минуте восстановительного периода (за 15 секунд):
  - сразу после окончания выполнения нагрузки (Р-2)
  - через 45 секунд после ее окончания (Р-3)

5. Запишите полученные результаты в таблицу № 2 протокола опытов.  
 6. Вычислите *показатель сердечной деятельности (ПСД)* по формуле:

$$\text{ПСД} = \frac{4 \times (\text{P-1} + \text{P-2} + \text{P-3}) - 200}{10}$$

Запишите полученные результаты в таблицу № 11 протокола опытов.

### ***Протокол исследований***

1. Запишите полученные результаты в таблицу № 11:

Таблица № 11

<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	<b>ПСД</b>	<b>Трактовка пробы</b>

2. Оцените критерий оптимальности вегетативного обеспечения сердечно-сосудистой системы при выполнении физической нагрузки малой мощности на пробу **Руфье** используя оценочную таблицу показателя сердечной деятельности (ПСД).

3. Сделайте вывод о функциональном состоянии ССС испытуемого.

### ***3. Определение коэффициента выносливости.***

Используется для оценки степени тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки и определяется по формуле:

$$\text{КВ} = \frac{\text{ЧСС} \times 10}{\text{ПД}},$$

где ЧСС — частота сердечных сокращений, уд./мин;

ПД — пульсовое давление, мм рт. ст.

**Показатель нормы:** 12-16 усл. ед.

Увеличение коэффициента выносливости (КВ), связанное с уменьшением ПД, является свидетельством о детренированности сердечно-сосудистой системы, уменьшение об утомлении.

### ***Порядок работы***

1. Подсчитайте исходную частоту сердечных сокращений (ЧСС) испытуемого по пульсу.

2. Измерьте систолическое и диастолическое давление испытуемого по методу Короткова.
3. Подсчитайте величину пульсового давления
4. Подсчитайте коэффициент выносливости (КВ)
4. Запишите полученные результаты в таблицу № 12 протокола опытов.

Таблица № 12

СД	ДД	ПД	ЧСС	КВ	Соответствие норме

6. Сделайте вывод о функциональном состоянии ССС испытуемого.

#### **Оценка вегетативного статуса сердечно-сосудистой системы**

**Индекс Кердо** – позволяет выявить степень влияния вегетативной нервной системы на сердечно-сосудистую систему;

- **Глазо-сердечная проба** - используется для определения возбудимости парасимпатических центров регуляции сердечного ритма.

#### **1. Индекс Кердо :**

$$VI = 1 - (DD : ЧСС) \times 100,$$

где **ВИ** – вегетативный индекс, **ДД** - диастолическое давление, мм.рт.ст.;

**ЧСС** - частота сердечных сокращений, уд/мин.

Показатель нормы:  $VI = \text{от } -10 \text{ до } +10 \%$

**Трактовка пробы:** положительное значение - преобладание симпатических влияний, отрицательное значение - преобладание парасимпатических влияний.

#### **Порядок работы**

1. Подсчитайте исходную частоту сердечных сокращений (ЧСС) испытуемого по пульсу.
2. Измерьте диастолическое давление испытуемого по методу Короткова.
4. Подсчитайте индекс Кердо по формуле (ИВ)

4. Запишите полученные результаты в таблицу № 13 протокола опытов.

Таблица № 13

ЧСС	ДД	ИВ	Соответствие норме

6. Сделайте вывод о степени влияния вегетативной нервной системы на сердечно-сосудистую систему испытуемого.

**Вопросы:**

1. Назвать отличительные особенности сердца в эмбриональном периоде? Какие факторы влияют на строение и функции сердца плода?
2. Чем объясняется замедление скорости движения крови по сосудам с возрастом?
3. Какие факторы влияют на показатели артериального давления детей и подростков?
3. Что такое юношеская гипертония и с чем она связана?
5. В чем заключается явление дыхательной аритмии?

## Занятие 9

### Возрастные особенности дыхания. Методы определения функциональных показателей дыхательной системы. Спирометрия.

#### Функциональные пробы дыхания

**Дыхание** – совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ с освобождением энергии и выделения углекислого газа в окружающую среду.

Дыхание состоит из следующих этапов:

- газообмен между альвеолярной смесью газов и атмосферным воздухом;
- газообмен между смесью газов в альвеолах и притекающих к легким венозной кровью;
- транспорт кислорода и углекислого газа кровью;
- газообмен между артериальной кровью и тканями;
- тканевое дыхание.

Различают внешнее и внутреннее звенья системы дыхания. Внешнее звено системы дыхания – это совокупность легких с воздухоносными путями и грудной клетки с мышцами, приводящими ее движение. Внутреннее звено системы дыхания включает кровь, сердечно-сосудистую систему и органеллы клеток, обеспечивающих потребление кислорода (внутреннее дыхание). **Внешнее дыхание** – это способ газообмена между кровью организма и окружающей средой. Оно включает два процесса – вентиляцию легких и газообмен смесью, находящейся в альвеолах.

Функциональное состояние легких зависит от возраста, пола, физического развития и ряда других факторов.

О состоянии функции дыхания в целостном организме можно судить на основании следующих её показателей:

**Глубина и частота дыхания (ЧД).** У взрослого человека в покое ЧД составляет от 16 до 20 в минуту (у новорожденного – 40-45; в 2-3 года – 25-30; в 5-6 лет – около 25). Во сне дыхание урежается до 12-15 в минуту, а при физической нагрузке, эмоциональном возбуждении, после обильного приёма пищи учащается (это особенно характерно для детей). Изменение ритма дыхания называется **диспно́е** (одна из разновидностей диспно́е – одышка), остановка дыхания – **апно́е**. Патологическое урежение дыхания, как и выраженное диспно́е является симптомом тяжёлых заболеваний ЦНС или токсических поражений дыхательного центра.

Своеобразие строения грудной клетки и малая выносливость дыхательных мышц делают дыхательные движения у детей менее глубокими и частыми. Взрослый же человек делает в среднем 15–17 дыхательных движений в минуту; за один вдох при спокойном дыхании он вдыхает 500 мл воздуха. При мышечной работе дыхание учащается в 2–3 раза. У тренированных людей при одной и той же работе объем легочной вентиляции постепенно увеличивается, так как дыхание становится более редким и глубоким. При глубоком дыхании альвеолярный воздух вентилируется на 80–90 %. Это обеспечивает большую диффузию газов через альвеолы. При неглубоком и частом дыхании вентиляция альвеолярного воздуха значительно меньше и относительно большая часть вдыхаемого воздуха остается в так называемом мертвом пространстве – в носоглотке, ротовой полости, трахее, бронхах. Таким образом, у тренированных людей кровь в большей степени насыщается кислородом, чем у людей нетренированных. **Глубина дыхания** характеризуется объемом воздуха, поступающим в легкие за один вдох, – дыхательным воздухом. Дыхание новорожденного частое и поверхностное, при этом его частота подвержена значительным колебаниям: 48–63 дыхательных цикла в минуту во время сна. У детей первого года жизни частота дыхательных движений



равна 50–60 в минуту во время бодрствования. У детей 1–2-летних – 35–40 в минуту; у 2–4-летних – 25–35 в минуту и у 4–6-летних – 23–26 в минуту. У школьников происходит снижение частоты дыхания до 18–20 в минуту. Подсчёт **числа дыханий** (ЧД) производится по движению грудной или брюшной стенки и, притом, незаметно для исследуемого; сначала подсчитывают пульс и затем, не прерывая процесса, число дыханий в минуту (подсчёт дыханий облегчает положенная на грудь или живот ребёнка рука исследователя).

Наиболее распространенной характеристикой состояния легких является измерение **легочных объемов**, которые свидетельствуют о развитии органов дыхания и функциональных резервах дыхательной системы. Обычно в состоянии относительного покоя при каждом вдохе в легкие поступает около 500 мл воздуха и столько же выходит наружу. Этот объем воздуха называют **дыхательным объемом** и используют для характеристики глубины дыхания. Однако после спокойного выдоха в легких еще остается около 1500 мл воздуха — это **резервный объем выдоха**. После спокойного вдоха человек может вдохнуть еще 1500 мл — **резервный объем вдоха**. Сумма этих трех объемов (дыхательного, резервных объемов вдоха и выдоха) составляет **жизненную емкость легких**, которая зависит от возрастных, половых и морфологических особенностей человека и является одним из важнейших функциональных показателей внешнего дыхания.

Объем дыхательного воздуха увеличивается с возрастом. В 1 мес. оставляет 30 мл; 1 год – 70 мл; 6 лет – 160 мл; 10 лет – 230 мл; 14 лет – 300 мл.

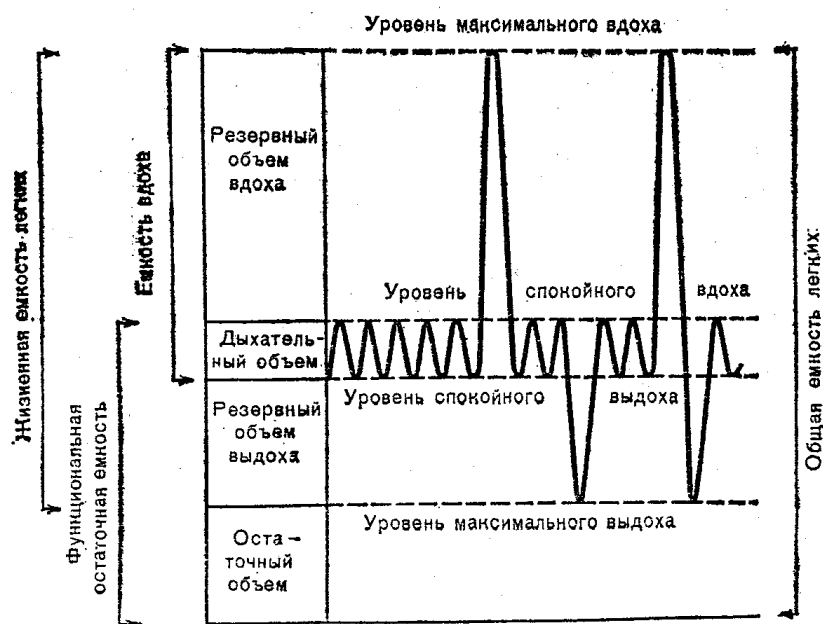


Рис 23. Схема легочных объемов и их отражение на спирограмме.

**Жизненная емкость легких.** В покое взрослый человек может вдохнуть и выдохнуть около 500мл воздуха, при усиленном дыхании – еще около 1500мл воздуха. Наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после глубокого вдоха, называют жизненной емкостью легких. Жизненная емкость легких меняется с возрастом, зависит от пола, степени развития грудной клетки, дыхательных мышц. Как правило, она больше у мужчин, чем у женщин; у спортсменов больше, чем у нетренированных людей. Например, у штангистов жизненная емкость легких составляет около 4000мл, у футболистов – 4200мл, у гимнастов – 4300мл, у пловцов – 4900мл, у гребцов – 5500мл и более. К 16–17 годам жизненная емкость легких достигает величин, характерных для взрослого человека.

#### Средняя величина жизненной емкости легких (в мл)

Пол	Возраст в годах						
	6	7	8	10	12	15	17
мальчики	1200	1400	1440	1630	1975	2600	3500
девочки	1100	1200	1360	1460	1900	2500	2750

У взрослого человека жизненная емкость легких равна 3500 мл (500 мл + 1500 мл + 1500 мл). У мужчин она колеблется в пределах 3200-7200 мл, у женщин — 2500-5000 мл. У детей жизненная емкость легких может быть определена только после 4-5 лет. К 16-17 годам она достигает величины, характерной для взрослого человека. Даже при максимальном выдохе в легких остается еще 1500мл воздуха. Это **остаточный объем**. Жизненная емкость легких и остаточный объем в сумме составляют **общую емкость легких**. Из 500 мл вдыхаемого воздуха только 360мл проходит в альвеолы и отдает кислород в кровь. Остальные 140мл остаются в воздухоносных путях и в газообмене не участвуют. Поэтому воздухоносные пути называют «мертвым пространством».

Количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого в течение одной минуты, называют **минутным объемом дыхания**. В покое его величина составляет от 7 до 10л, при физической работе увеличивается до 150—180л. Величина минутного объема дыхания также зависит от возраста, пола и степени тренированности человека. За счет большой частоты дыхания у детей минутный объем дыхания значительно выше, чем у взрослых. У новорожденного он составляет 650—670 мл, у ребенка первого года жизни — 2600—2700мл, в 10 лет — 4300мл, у взрослого человека — 5000-6000мл.

Большая частота дыхательных движений у ребенка обеспечивает высокую легочную вентиляцию. За счет большой частоты дыхания у детей значительно выше, чем у взрослых, минутный объем дыхания (в пересчете на 1кг массы). **Минутным объемом дыхания** называют количество воздуха, которое человек вдыхает за 1мин. Он определяется произведением величины дыхательного воздуха на число дыхательных движений в 1 мин. Минутный объем дыхания составляет: 650–700мл воздуха – у новорожденного; 2600–2700мл – к концу первого года жизни; 3500мл – к 6

годам; 4300мл – к 10 годам; 4900мл – в 14 лет; 5000–6000мл – у взрослого человека.

**Тип дыхания** меняется в зависимости от возраста и пола ребёнка. У новорожденных преобладает **диафрагмальное дыхание** при незначительном участии межрёберной мускулатуры. У детей до 1 года выявляется так называемое **грудобрюшное дыхание** с преобладанием диафрагмального: экскурсии (подвижность) грудной клетки слабо выражены в верхней её части и, наоборот, гораздо сильнее – в нижних отделах. В возрасте 3-7 лет, в связи с развитием мускулатуры плечевого пояса, всё отчётливее выявляется **грудное дыхание**, начинающее определённо доминировать над диафрагмальным.

Первые различия типа дыхания в зависимости от пола начинают отчётливо прослеживаться в возрасте 7-14 лет: у мальчиков в предпубертатный и пубертатный период вырабатывается главным образом **брюшной тип** дыхания, а у девочек – **грудной**.

Большое значение для роста и развития ребенка имеет **носовое дыхание**, выключение которого ведет к расстройству сна и пищеварения и, к отставанию физического и умственного развития. Требуется тщательный уход за полостью носа грудных детей, а при возникновении заболеваний носоглотки (риниты, назофарингиты, аденоиды носовой полости) следует незамедлительно провести соответствующее лечение. В возрасте от 3 до 7 лет в связи с развитием плечевого пояса все более начинает преобладать **грудной тип дыхания**. В период полового созревания грудная клетка приобретает форму взрослого человека, хотя остается еще меньшей по размеру. Грудная клетка у девочек приобретает цилиндрическую форму, и тип дыхания становится грудным (верхние ребра активнее участвуют в дыхании, чем нижние). У мальчиков она приобретает коническую форму с основанием, обращенным вверх (плечевой пояс шире таза) и **тип дыхания**

**становится брюшным** (нижние ребра и диафрагма активно участвуют в дыхании). В этом возрасте повышается ритмичность дыхания, частота дыхания уменьшается до 20 в минуту, а глубина растёт, и минутный объём лёгких составляет 3500–4000 мл, что приближается к показателям взрослого человека. К 18 годам частота дыхания устанавливается 16–17 в минуту, и минутный объём дыхания соответствует норме взрослого.

**Возрастные особенности дыхания.** Лёгкие и воздухоносные пути начинают развиваться у эмбриона на 3-й неделе. В дальнейшем в процессе роста формируется долевое строение лёгких, после 6 месяцев образуются альвеолы. В 6 месяцев поверхность альвеол начинает покрываться белково-липидной выстилкой – сурфактантом. Его наличие является необходимым условием нормальной аэрации лёгких после рождения. При недостатке сурфактанта после попадания в лёгкие воздуха альвеолы спадаются, что приводит к тяжёлым расстройствам. Дети до 8-11 лет имеют недоразвитую носовую полость, набухшую слизистую оболочку, и суженные носовые ходы. Это затрудняет дыхание носом, поэтому дети часто дышат с открытым ртом, что может способствовать простудным заболеваниям, воспалению глотки и гортани. Кроме того, постоянное дыхание ртом может привести к частым отитам (воспаление среднего уха), бронхитам, к неправильному развитию твёрдого неба, к нарушению нормального положения носовой перегородки.

С возрастом увеличиваются жизненная ёмкость лёгких, проницаемость легочных альвеол для  $O_2$  и  $CO_2$ . Это связано с увеличением массы тела и работающих мышц, с ростом потребности в энергетических ресурсах. Кроме того, дыхание становится более экономичным, об этом свидетельствуют снижение частоты дыхания и дыхательного объёма. Наибольшие морфофункциональные изменения в лёгких охватывают возрастной период до 7-8 лет. В этом возрасте отмечается интенсивная

дифференцировка бронхиального дерева и увеличение количества альвеол. Рост легочных объемов связан также с изменением диаметра альвеол. В период с 7 до 12 лет диаметр альвеол увеличивается вдвое, к взрослому состоянию – втрое. Общая поверхность альвеол увеличивается в 20 раз. Гортань у детей более короткая, чем у взрослых. Наиболее интенсивно этот орган растет в первые 3 года жизни ребенка, и в период полового созревания. В последнем случае формируются половые различия в строении гортани: у мальчиков она становится более широкой (особенно на уровне щитовидного хряща), появляется кадык и голосовые связки становятся более длинными, что обуславливает ломку голоса и формированием более низкого голоса у мужчин. Слизистая оболочка воздухоносных путей детей до 15-16 лет очень уязвима к инфекциям за счет того, что содержит меньшее количество слизистых желез и очень нежная.

**Основным газообменным органом дыхательной системы являются легкие.** С возрастом строение легких значительно меняется: нарастает длина воздухоносных путей, а в возрасте до 8-10 лет еще и увеличивается количество легочных пузырьков – альвеол, являющихся конечной частью дыхательного пути. Таким образом, развитие дыхательной функции легких происходит неравномерно. Наиболее интенсивное развитие отмечается в возрасте 6-8, 10-13, 15-16 лет. В эти возрастные периоды преобладает рост и расширение трахеобронхиального дерева. Кроме того, в это время наиболее интенсивно протекает процесс дифференцировки легочной ткани, который завершается к 8-12 годам. Критические периоды для развития функциональных возможностей системы дыхания наблюдаются в возрасте 9-10 и 12-13 лет.

В период полового созревания происходят временные нарушения регуляции дыхания и организм подростков отличается меньшей устойчивостью к недостатку кислорода; чем организм взрослого человека. Увеличивающаяся по мере роста и развития организма потребность в кислороде обеспечивается совершенствованием регуляции дыхательного аппарата, приводящей к

возрастающей экономизации его деятельности. По мере созревания коры больших полушарий, совершенствуется возможность произвольно изменять дыхание - подавлять дыхательные движения или производить максимальную вентиляцию легких. Такие виды деятельности, как бег, плавание, бег на коньках и лыжах, езда на велосипеде, резко повышают объем легочной вентиляции. У тренированных людей усиление легочного газообмена идет главным образом за счет увеличения глубины дыхания. Дети же в силу особенностей их аппарата дыхания не могут при физических нагрузках значительно изменить - глубину дыхания, а учащают дыхание. И без того частое и поверхностное дыхание у детей при физических нагрузках становится еще более частым и поверхностным. Это приводит к более низкой эффективности вентиляции легких, особенно у маленьких детей. Организм подростка, в отличие от взрослого, быстрее достает максимального уровня потребления кислорода, но и быстрее прекращает работу из-за неспособности долго поддерживать потребление кислорода на высоком уровне. Произвольные изменения дыхания играют важную роль при выполнении ряда дыхательных движений и помогают правильно сочетать определенные с фазой дыхания (вдохом и выдохом). Одним из важных факторов в обеспечении оптимального функционирования дыхательной системы при различного вида нагрузок, является регуляция соотношения вдоха и выдоха. Наиболее эффективным и облегчающим физическую и умственную деятельности является дыхательный цикл, в котором выдох длиннее вдоха.

Научить детей правильно дышать при ходьбе, беге и других видах деятельности - одна из задач учителя. Одно из условий правильного дыхания - это забота о развитии грудной клетки, потому что длительность и амплитуда дыхательного цикла зависят от действия внешних факторов и внутренних свойств системы легкие-грудная клетка. Для этого важно правильное расположение тела, особенно во время сидения за партой, дыхательная гимнастика и другие физические упражнения, развивающие мускулатуру, приводящую в движение грудную клетку. Особенно полезны в этом отношении такие виды спорта, как плавание, гребля, катание на коньках, ходьба на лыжах.

Обычно человек с хорошо развитой грудной клеткой дышит равномерно и правильно. Надо приучать детей ходить и стоять, соблюдая правильную осанку, так как это содействует расширению грудной клетки, облегчает деятельность легких и обеспечивает более глубокое дыхание. При согнутом положении тела в организм поступает меньшее количество воздуха. Правильное положение туловища детей в процессе различных видов деятельности содействует расширению грудной клетки, обеспечивает глубокое дыхание, Наоборот, при согнутом положении тела создаются обратные условия, нарушается нормальная деятельность легких, ими поглощается меньшее количество воздуха, а вместе с этим и кислорода, что снижает сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды (А.Г.Хрипкина, М.В. Антропова, Д.А.Фарбер, 1990г.)

**Спирометрия** – метод определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и составляющих ее объемов воздуха. Объем вдыхаемого и выдыхаемого воздуха можно измерить с помощью суховоздушного спирометра.

**Цель работы:** освоить навыки измерения и оценки основных параметров дыхательной системы.

**Оборудование:** спирометр, спирт, вата, зажим для носа.



Рис. 24 Спирометр



### **Порядок работы**

1. Мундштук спирометра протрите ватой, смоченной спиртом. Установите стрелку спирометра на «0», затем максимально глубоко вдохнуть воздух и, зажав нос пальцами (или специальным носовым зажимом), сделать, не торопясь, максимально глубокий выдох через мундштук прибора. По шкале спирометра определите ЖЕЛ. Измерение проведите три раза и в расчет возьмите максимальное значение. При повторных измерениях необходимо каждый раз установить шкалу спирометра в исходное положение.
2. Определите дыхательный объем воздуха. Для этого испытуемый делает спокойный вдох и выдыхает в спирометр.
3. Определите резервного объема выдоха. Для этого испытуемый после очередного спокойного выдоха делает максимальный выдох в спирометр. Повторите измерения несколько раз и вычислите среднюю величину.
4. Вычислите резервный объем вдоха (емкость вдоха). Из величины ЖЕЛ вычитаем сумму дыхательного и резервного объемов выдоха.

$$\text{Ровдоха} = \text{ЖЕЛ} - (\text{ДВ} + \text{Ровыдоха})$$

5. Рассчитайте должную жизненную ёмкость легких в соответствии с Вашим возрастом и полом:

**Для юношей 13-16 лет:**

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 0,052) - (\text{Возраст (лет)} \cdot 0,022) - 4,2$$

**Для девушек 8-16 лет:**

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 0,041) - (\text{Возраст (лет)} \cdot 0,018) - 3,7$$

**Для женщин по формуле Людвига:**

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 0,041) - (\text{Возраст (лет)} \cdot 0,018) - 2,68$$

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 40) + (\text{масса (кг)} \cdot 10) - 3800$$

**Для мужчин по формуле Людвига:**

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 0,052) - (\text{Возраст (лет)} \cdot 0,022) - 3,60$$

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{Рост (см)} \cdot 40) + (\text{масса (кг)} \cdot 30) - 4400$$

По данным таблиц 14 или 15 определите нормативную жизненную ёмкость легких (ЖЕЛ):

Таблица 14

**Жизненная ёмкость легких для юношей (мл)**

Рост, см	Масса тела, кг							
	60	65	70	75	80	85	90	95
165	4000	4150	4300	4450	4600	4750	4900	5050
170	4200	4350	4500	4650	4800	4950	5100	5250
175	4400	4550	4700	4850	5000	5150	5300	5450
180	4600	4750	4900	5050	5200	5350	5500	5650
185	4800	4950	5100	5250	5400	5550	5700	5850
190	5000	5150	5300	5450	5600	5750	5900	6050
195	5200	5350	5500	5650	5800	5950	6100	6250

Таблица 15

**Жизненная ёмкость для девушек (мл)**

Рост, см	Масса тела, кг								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
150	2600	2650	2700	2750	2800	2850	2900	2950	3000
155	2800	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200
160	3000	3050	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400
165	3200	3250	3300	3350	3400	3450	3500	3550	3600
170	3400	3450	3500	3550	3600	3650	3700	3750	3800
175	3600	3650	3700	3750	3800	3850	3900	3950	4000
180	3800	3850	3900	3950	4000	4050	4100	4150	4200

6. Рассчитайте интегральный показатель – **адаптационный потенциал дыхательной системы (АП<sub>дс</sub>)**. Он определяется как отношение жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) к его должной (ДЖЕЛ) величине и выражается числом от 0 до 1:

$$\text{АП}_{дс} = \text{ЖЕЛ} / \text{ДЖЕЛ}$$

Критерии:

АП<sub>дс</sub> = 1,00-0,85 – незначительный (контрольный) уровень напряжения АП<sub>дс</sub>

АП<sub>дс</sub> = 0,84-0,60 – существенный уровень напряжения АП<sub>дс</sub>

АП<sub>дс</sub> = мен. 0,60 – высокий уровень напряжения АП<sub>дс</sub>

7. Ориентировочным критерием достаточности легочной вентиляции является *жизненный индекс* (ЖИ): Он определяется по формуле:

$$\text{ЖИ} = \text{ЖЕЛ (мл)} / \text{Вес (кг)}$$

В норме для мужчин он должен быть не менее 60 -70 мл/кг, а для женщин не менее 55-60 мл/кг. Если при расчете вы получите меньшую величину, это будет свидетельствовать о недостаточности ЖЕЛ, или об избыточной массе.

### ***Протокол исследований***

Полученные данные внесите в таблицу и проанализируйте:

Показатель	Полученный результат	Должный показатель
ЖЕЛ		
Резервный объем вдоха		
Резервный объем выдоха		

### **Функциональные пробы дыхания**

Функциональными пробами, характеризующими устойчивость организма к гипоксии, являются *проба Штанге* (время максимальной задержки дыхания на вдохе) и *проба Генчи* (время максимальной задержки дыхания на выдохе).

**Проба Штанге** (1887 г) – произвольная остановка внешнего дыхания (ПОВД) на высоте глубокого вдоха и **Проба Генчи**\_(1893г) – ПОВД на выдохе – может проводиться в состоянии покоя и после физической нагрузки, до и после учебных занятий.

Проба Штанге позволяет оценить устойчивость организма человека к смешанной гиперкапнии и гипоксии, отражающую общее состояние кислородообеспечивающих систем организма.

**Задание 1.** В положении стоя сделайте несколько дыхательных движений и после полного вдоха закройте рот, а большим и указательным

пальцами зажмите крылья носа. По секундомеру отметьте время с момента остановки дыхания до его возобновления. Результат оцените по данным таблицы.

**Задание 2.** Проба Генчи используются для суждения о кислородном обеспечении организма и оценки общего уровня тренированности человека. После нескольких дыхательных движений сделайте полный выдох, закройте рот и зажмите пальцами нос. По секундомеру отметьте время с момента остановки дыхания до его возобновления. Результат оцените по данным таблицы.

**Оценка:** Продолжительность задержки дыхания на выдохе на 30-40% меньше, чем на вдохе. С улучшением состояния тренированности время задержки дыхания возрастает, а при утомлении снижается. «Хорошие и отличные» оценки соответствуют высоким функциональным резервам системы кислородообеспечения человека.

Данные функциональные пробы могут проводиться в состоянии покоя и после физической нагрузки. Относительность этих проб определяется их большой зависимостью от волевого усилия испытуемого, что у дошкольников воспроизводится гипотетически. Обе пробы характеризуют устойчивость организма к гипоксии. Оценочные критерии проб Штанге и Генчи приведены в таблице.

#### **Оценка результатов функциональных проб Штанге и Генчи (сек.)**

Проба Штанге		Проба Генчи	
Время задержки дыхания на вдохе	Устойчивость к гипоксии	Время задержки дыхания на выдохе	Устойчивость к гипоксии
Более 60	Отличная	Более 30	Отличная
60 – 40	Хорошая	30 - 20	Хорошая
40 – 30	Средняя	20 – 16	Средняя
Менее 30	Плохая	Менее 15	Плохая

### **Вопросы:**

1. Назовите часть дыхательной системы, в которой происходит газообмен?
2. Какой физический процесс лежит в основе газообмена?
3. Какие факторы определяют жизненную емкость легких?
4. Какие показатели необходимо знать, чтобы рассчитать жизненный индекс человека?
5. Как изменяется с возрастом частота и глубина дыхания?

## Занятие 10

### Возрастные особенности обмена веществ и энергии. Определение основного обмена

**Обмен веществ и энергии** – основа процессов жизнедеятельности организма. В организме человека, в его органах, тканях, клетках идет непрерывный процесс синтеза, т.е. образования сложных веществ из более простых. Одновременно с этим происходит распад, окисление сложных органических веществ, входящих в состав клеток организма. Работа организма сопровождается непрерывным его обновлением: одни клетки погибают, другие их заменяют. У взрослого человека в течение суток гибнет и заменяется 1/20 часть клеток кожного эпителия, половина всех клеток эпителия пищеварительного тракта, около 25г крови и т.д. Рост и обновление клеток организма возможны только случае непрерывного поступления в организм кислорода и питательных веществ. Питательные вещества являются именно тем строительным и пластическим материалом, из которого строится организм. Для непрерывного обновления, построения новых клеток организма, работы его органов и систем – сердца, желудочно-кишечного тракта, дыхательного аппарата, почек и другого, для совершения человеком работы нужна энергия. Эту энергию человек получает при распаде и окислении в процессе обмена веществ. Следовательно, питательные вещества, поступающие в организм, служат не только пластическим строительным материалом, но и источником энергии, необходимой для нормальной жизнедеятельности организма.

**Обмен веществ** это совокупность изменений, которые претерпевают вещества от момента их поступления в пищеварительный тракт и до образования конечных продуктов распада, выделяемых из организма.

Обмен веществ, или метаболизм, является тонко согласованным процессом взаимодействия двух взаимно противоположных процессов,

протекающих в определенной последовательности. Анаболизмом называют совокупность реакций биологического синтеза, требующих затрат энергии. К анаболическим процессам относятся биологический синтез белков, жиров, липоидов, нуклеиновых кислот. За счет этих реакций простые вещества, поступая в клетки, с участием ферментов вступают в реакции обмена веществ и становятся веществами самого организма. Анаболизм создает основу для непрерывного обновления износившихся структур.

Энергия для анаболических процессов поставляется реакциями катаболизма, при которых происходит расщепление молекул сложных органических веществ с освобождением энергии. Конечными продуктами катаболизма являются вода, углекислый газ, аммиак, мочеви́на, мочевая кислота и др. Эти вещества недоступны для дальнейшего биологического окисления в клетке и удаляются из организма.

Процессы анаболизма и катаболизма неразрывно связаны. Катаболические процессы поставляют для анаболизма энергию и исходные вещества. Анаболические процессы обеспечивают построение структур, идущих на восстановление отмирающих клеток, формирование новых тканей в связи с процессами роста организма; обеспечивают синтез гормонов, ферментов и других соединений, необходимых для жизнедеятельности клетки; поставляют для реакций катаболизма подлежащие расщеплению макромолекулы.

Все процессы метаболизма катализируются и регулируются ферментами. Ферменты являются биологическими катализаторами, которые «запускают» реакции в клетках организма.

Химические превращения пищевых веществ начинаются в пищеварительном тракте, где сложные вещества пищи расщепляются до более простых (чаще всего мономеров), способных всосаться в кровь или лимфу. Вещества, поступившие в результате всасывания в кровь или

лимфу, приносятся в клетки, где и претерпевают главные изменения. Образовавшиеся из поступивших простых веществ сложные органические соединения входят в состав клеток и принимают участие в осуществлении их функций. Превращения веществ, происходящие внутри клеток, составляют существо внутриклеточного обмена. Решающая роль во внутриклеточном обмене принадлежит многочисленным ферментам клетки, которые разрывают внутримолекулярные химические связи с высвобождением энергии.

**Обмен белков. Роль белков в обмене веществ.** Белки в обмене веществ занимают особое место. Они входят в состав цитоплазмы, гемоглобина, плазмы крови, многих гормонов, иммунных тел, поддерживают постоянство водно-солевой среды организма, обеспечивают его рост. Ферменты, обязательно участвующие во всех этапах обмена веществ, являются белками.

Белки пищи, содержащие весь необходимый набор аминокислот для нормального синтеза белка организма, называют полноценными. К ним относят преимущественно животные белки. Белки пищи, не содержащие всех необходимых для синтеза белка организма аминокислот, называют неполноценными (например, желатин, белок кукурузы, белок пшеницы). Наиболее высокая биологическая ценность у белков яиц, мяса, молока, рыбы. При смешанном питании, когда в пище есть продукты животного и растительного происхождения, в организм обычно доставляется необходимый для синтеза белков набор аминокислот. Если в пище отсутствует незаменимая аминокислота, то синтез белков в организме резко нарушается. Аминокислоты, которые могут быть заменены другими или синтезированы в самом организме в процессе обмена веществ, называются заменимыми.



Особенно важно поступление всех незаменимых аминокислот для растущего организма. Например, отсутствие в пище аминокислоты лизина приводит к задержке роста ребенка, к истощению его мышечной системы. Недостаток валина вызывает расстройство вестибулярного аппарата у детей.

Распад белков в организме. Те аминокислоты, которые не пошли на синтез специфических белков, подвергаются превращениям, во время которых освобождаются азотистые соединения. Азот отщепляется от аминокислоты в виде аммиака ( $\text{NH}_3$ ) или в виде аминогруппы  $\text{NH}_2$ . Аминогруппа, отщепившись от одной аминокислоты, может переноситься на другую, благодаря чему строятся недостающие аминокислоты. Эти процессы идут преимущественно в печени, мышцах, почках. Безазотистый остаток аминокислоты подвергается дальнейшим превращениям с образованием углекислого газа и воды.

Аммиак, образовавшийся при распаде белков в организме (вещество ядовитое), обезвреживается в печени, где превращается в мочевину; последняя в составе мочи выводится из организма.

Конечные продукты распада белков в организме – это не только мочевина, но и мочевая кислота и другие азотистые вещества. Они выводятся из организма с мочой и потом.

**Особенности белкового обмена у детей.** В организме ребенка идут интенсивно процессы роста и формирования новых клеток и тканей. Потребность в белке детского организма больше, чем взрослого человека. Чем интенсивнее идут процессы роста, тем больше потребность в белке. У детей наблюдается положительный азотистый баланс, когда количество азота, вводимого с белковой пищей, превышает количество азота, выводимого с мочой, что обеспечивает потребность растущего организма в белке. Суточная потребность в белке на 1кг массы тела у ребенка на первом

году жизни составляет 4–5г, от 1 до 3 лет – 4–4,5г, от 6 до 10 лет – 2,5–3г, старше 12 лет – 2–2,5г, у взрослых – 1,5–1,8г. Отсюда следует, что в зависимости от возраста и массы тела дети от 1 до 4 лет должны получать 30–50г белка в сутки, от 4 до 7 лет – около 70г, с 7 лет – 75–80г. При этих показателях азот максимально задерживается в организме. Белки не откладываются в организме про запас, поэтому если давать их с пищей больше, чем это требуется организму, то увеличения задержки азота и нарастания синтеза белка не произойдет. Слишком низкое количество белка в пище вызывает у ребенка ухудшение аппетита, нарушает кислотно-щелочное равновесие, усиливает выведение азота с мочой и калом. Ребенку нужно давать оптимальное количество белка с набором всех необходимых аминокислот, при этом важно, чтобы соотношение количества белков, жиров и углеводов в пище ребенка было 1:1:3; при этих условиях азот максимально задерживается в организме.

**Обмен жиров. Значение жиров в организме.** Поступивший с пищей жир в пищеварительном тракте расщепляется на глицерин и жирные кислоты, которые всасываются в основном в лимфу и лишь частично в кровь. Через лимфатическую и кровеносную системы жиры поступают в жировую ткань. Много жира в подкожной клетчатке, вокруг некоторых внутренних органов (например, почек), а также в печени и мышцах. Жиры входят в состав клеток (цитоплазма, ядро, клеточные мембраны), там их количество постоянно. Скопления жира могут выполнять и другие функции. Например, подкожный жир препятствует усиленной отдаче тепла, околопочечный жир предохраняет почку от ушибов и т.д.

Жир используется организмом как богатый источник энергии. При распаде 1 г. жира в организме освобождается энергии в два с лишним раза больше, чем при распаде такого же количества белков или углеводов. Недостаток жиров в пище нарушает деятельность центральной нервной

системы и органов размножения, снижает выносливость к различным заболеваниям.

Жир синтезируется в организме не только из глицерина и жирных кислот, но и из продуктов обмена белков и углеводов. Некоторые непредельные жирные кислоты, необходимые организму (линолевая, линоленовая и арахидоновая), должны поступать в организм в готовом виде, так как он не способен самостоятельно их синтезировать. Главным источником непредельных жирных кислот являются растительные масла. Больше всего их в льняном и конопляном масле, но много линолевой кислоты и в подсолнечном масле.

С жирами в организм поступают растворимые в них витамины (А, D, Е и др.), имеющие для человека жизненно важное значение.

На 1кг массы взрослого человека в сутки должно поступать с пищей 1,25 г жиров (80-100г в сутки). Конечные продукты обмена жиров – углекислый газ и вода.

**Особенности обмена жиров у детей.** В организме ребенка с первого полугодия жизни за счет жиров покрывается примерно на 50 % потребность в энергии. Без жиров невозможна выработка общего и специфического иммунитета. Обмен жиров у детей неустойчив, при недостатке в пище углеводов или при усиленном их расходе быстро истощаются депо жира.

Всасывание жиров у детей идет интенсивно. При грудном вскармливании усваивается до 90 % жиров молока, при искусственном – 85–90 %. У более взрослых детей жиры усваиваются на 95–97 %. Для более полноценного использования жира в пище детей обязательно должны присутствовать углеводы, так как при их недостатке в питании происходит неполное окисление жиров и в крови накапливаются кислые продукты обмена.

Потребность организма в жирах на 1кг массы тела тем выше, чем меньше возраст ребенка. С возрастом увеличивается абсолютное количество жира, необходимое для нормального развития детей. От 1 до 3 лет суточная потребность в жире составляет 32,7г, от 4 до 7 лет – 39,2г, от 8 до 13 лет – 38,4г.

**Роль углеводов в организме.** В течение жизни человек съедает около 10т углеводов. Они поступают в организм главным образом в виде крахмала. Расщепившись в пищеварительном тракте до глюкозы, углеводы всасываются в кровь и усваиваются клетками. Особенно богата углеводами растительная пища: хлеб, крупы, овощи, фрукты. Продукты животного происхождения (за исключением молока) содержат мало углеводов. Углеводы – главный источник энергии, особенно при усиленной мышечной работе. У взрослых людей больше половины энергии организм получает за счет углеводов. Значение глюкозы для организма не исчерпывается ее ролью как источника энергии. Она входит в состав цитоплазмы и поэтому необходима для образования новых клеток, особенно в период роста. Входят углеводы и в состав нуклеиновых кислот. Углеводы имеют важное значение и в обмене веществ в центральной нервной системе. При резком снижении количества сахара в крови отмечаются резкие расстройства деятельности нервной системы. Наступают судороги, бред, потеря сознания, изменение деятельности сердца. Если такому человеку ввести в кровь глюкозу или дать съесть обычный сахар, то через некоторое время эти тяжелые симптомы исчезают.

В крови количество глюкозы поддерживается на относительно постоянном уровне (около 110мг%). Уменьшение содержания глюкозы вызывает понижение температуры тела, расстройство деятельности нервной системы, утомление. Печень играет большую роль в поддержании постоянного уровня сахара в крови. Повышение количества глюкозы

вызывает ее отложение в печени в виде запасного животного крахмала – гликогена, который мобилизуется печенью при снижении содержания сахара в крови. Гликоген образуется не только в печени, но и в мышцах, где его может накапливаться до 1–2 %. Запасы гликогена в печени достигают 150г. При голодании и мышечной работе эти запасы истощаются.

**Обмен углеводов у детей.** У детей обмен углеводов совершается с большой интенсивностью, что объясняется высоким уровнем обмена веществ в детском организме. Углеводы в детском организме служат не только основным источником энергии, но и выполняют важную пластическую роль при формировании клеточных оболочек, вещества соединительной ткани. Участвуют углеводы и в окислении кислых продуктов белкового и жирового обмена, чем способствуют поддержанию кислотно-щелочного равновесия в организме.

Интенсивный рост детского организма требует значительных количеств пластического материала – белков и жиров, поэтому образование углеводов у детей из белков и жиров ограничено. Суточная потребность в углеводах у детей высокая и составляет в грудном возрасте 10–12 г на 1кг массы тела. В последующие годы потребное количество углеводов колеблется от 8–9 до 12–15г на 1кг массы. Ребенку в возрасте от 1 до 3 лет нужно давать с пищей в сутки в среднем 193г углеводов, от 4 до 7 лет – 287г, от 9 до 13 лет – 370г, от 14 до 17 лет – 470г, взрослому – 500г.

Усваиваются углеводы детским организмом лучше, чем взрослым (у грудных детей – на 98–99 %). Вообще дети отличаются относительно большей выносливостью к повышенному содержанию сахара в крови, нежели взрослые. Одним из важнейших показателей интенсивности обменных процессов в организме является величина основного обмена. Основным обмен это уровень обмена веществ, обеспечивающий жизнь человека при мышечном и умственном покое, натошак, в утренние часы, не

менее чем через 12-14 часов после приёма пищи, при нормальной температуре тела и температуре окружающей среды около 20 – 22 °С. Энергозатраты организма в таких стандартных условиях получили название **основного обмена**. Основной обмен представляет собой наименьший уровень затрат энергии на поддержание основных процессов жизни в клетках, тканях и органах, на сокращение дыхательной мускулатуры, сердца, деятельность желез. Для каждого человека основной обмен относительно постоянная величина. Интенсивность окислительных процессов и превращение энергии зависит от индивидуальных особенностей организма: состояния нервной системы, эндокринных желез, возраста, пола, роста, упитанности, поверхности тела, физиологического состояния организма, времени года, климата. Величину основного обмена выражают количеством тепла в килоджоулях (килокалориях) на 1кг массы тела или на 1м<sup>2</sup> поверхности тела за 1 час или 1 сут. Средний основной обмен у здорового человека среднего возраста равен ~ 4.2 кДж (1 ккал) в 1 ч на 1кг веса тела. В среднем у мужчин она составляет в сутки 7140-7560 кДж, у женщин — 6420-6800 кДж. В обычных условиях жизни на интенсивность обмена веществ влияют различные факторы, и прежде всего мышечная деятельность. Поэтому уровень обмена веществ в естественных условиях — общий обмен — значительно превышает основной. При недостатке энергетически ценной пищи организм вначале расходует резервные углеводы и жиры, а затем белки мышц. Ведущая роль в регуляции уровня основного обмена веществ принадлежит нервной системе. Обмен энергии регулируется гипоталамусом и соответствующими центрами коры больших полушарий головного мозга. Гуморальная регуляция обеспечивается тироксином и трийодтиронином (щитовидная железа) и адреналином (мозговой слой надпочечников).

Рабочий обмен в течение дня намного выше основного обмена. Большая часть повышения расхода энергии – результат мышечной работы, меньшая – пищеварения. Чем интенсивнее физический труд, тем расход энергии сверх основного обмена больше. Расход энергии у человека умственного труда в сутки равен 2200-2800 ккал, при физическом труде средней тяжести 2800-3600 ккал, при тяжёлом физическом труде 3600 – 4500 ккал, при очень тяжёлом 4500-7200 ккал.

Интенсивность основного обмена у детей значительно выше, чем у взрослых.

Величина основного обмена человека в возрасте 20-40 лет сохраняется на довольно постоянном уровне. В пожилом возрасте основной обмен снижается. Общий расход энергии у ребенка и взрослого распределяется следующим образом: основной обмен у ребенка 60 %, у взрослого тоже 60 %, затраты энергии на рост и депонирование веществ — у ребенка 15 %, у взрослого 0 %, на работу мышц у ребенка 15 %, у взрослого 25 %. Энергетические затраты на рост тем больше, чем младше ребенок. Так, в возрасте 3 месяцев на процессы роста идет 36 % от общей энергетической ценности пищи, в 6 месяцев - 20 %, в 10 месяцев-11%. Энергозатраты организма ребенка на достижение полезного приспособительного результата выше, из-за недостаточного развития нервной системы и координации движений. Источником энергии у новорожденных детей служат жиры. В грудном возрасте за счет жиров покрывается 50 % потребности в энергии, углеводов — 40 %, белков — 10%. С возрастом это соотношение меняется в пользу углеводов.

Во всех возрастах у мужчин основной обмен больше, чем у женщин. Во время сна основной обмен понижается до 13% вследствие полного расслабления скелетной мускулатуры. При повышении температуры тела на 1°C основной обмен увеличивается в среднем на 10%. В жарком климате

основной обмен ниже на 10-20% и, наоборот, он значительно выше в холодном климате. В среднем у мужчин она составляет в сутки 7140-7560 кДж, у женщин - 6420-6800 кДж. Для каждого человека величина основного обмена постоянна. В обычных условиях жизни на интенсивность обмена веществ влияют различные факторы, и прежде всего мышечная деятельность. Поэтому уровень обмена веществ в естественных условиях значительно превышает основной. При недостатке энергетически ценной пищи организм вначале расходует резервные углеводы и жиры, а затем белки мышц. Обмен энергии регулируется гипоталамусом и соответствующими центрами коры больших полушарий головного мозга.

Одним из важнейших показателей интенсивности обменных процессов в организме является величина основного обмена, под которой понимается уровень обменных реакций при комнатной температуре и в полном функциональном покое. Величина основного обмена зависит от возраста, пола и массы. Определить количество продуцируемой в организме энергии можно методами прямой и непрямой калориметрии.

Зная энергетические затраты организма, можно составить оптимальный пищевой рацион так, чтобы количество энергии, поступающее с пищей, полностью покрывало энергетические расходы организма. Для детей и подростков особенно важным является состав пищи, так как детский организм для нормального развития и роста нуждается в определенном количестве белков, жиров, углеводов, минеральных солей, воды и витаминов. Важно помнить, что для детей и подростков нормальное питание – необходимое условие их физического и психического развития.

Согласно формуле Дрейера, суточная величина основного обмена в килокалориях (Н) составляет:



$$H = \frac{W}{K \times A},$$

где W – масса тела (г); A- возраст человека; K – константа, равная для мужчин ) 0,1015, а для женщины- 0,1129.

Определение основного обмена у здоровых людей нормального телосложения дают приблизительно верные величины затраты энергии, ошибка составляет 5-8%. Несоразмерно высокие данные величины основного обмена наблюдаются при избыточной функции щитовидной железы. Понижение основного обмена встречается при недостаточности щитовидной железы (микседема), гипофиза, половых желез.

Отклонение величины основного обмена от нормы можно с помощью формулы Рида. Она основана на существовании взаимосвязи между артериальным давлением (АД), частотой сердечных сокращений (ЧСС) и теплопродукцией организма. Определение основного обмена по формулам дает только приблизительные результаты, но они достаточно достоверны и применяются в клинике.

**Цель работы:** определить расчетным способом суточную величину основного обмена в килокалориях и процент отклонения основного обмена.

**Оборудование:** весы, тонометр, фонедоскоп, секундомер.

#### **Порядок работы**

1. У испытуемого определить суточную величину основного обмена по формуле Дрейера.

2. У испытуемого трижды с промежутками в 2 минуты определяем частоту сердечных сокращений методом пульсометрии и артериальное давление.

3. Определяем процент отклонения основного обмена от нормы по формуле Рида:

$$\text{ПО} = 0,75 \times (\text{ЧП} + \text{ПД} \times 0,74) - 72$$

ПО- процент отклонения;

ЧП –частоты пульса;

ПД – пульсовое давление; ПД = СД-ДД.

Пример расчета: пульс составляет 75 , СД = 120 мм.рт.ст., ДД = 80 мм.рт.ст.

$$\text{ПО} = 0,75 \times (75 + (120-80) \times 0,74) - 72 = 6,45\%$$

Допустимым считается отклонение основного обмена до 10% от нормы и полученный результат находится в пределах норма.

#### ***Протокол исследований***

Показатель	Расчетная величина	Должная величина
Суточная величина основного обмена (ккал)		
Процент отклонения основного обмена		

#### ***Вопросы:***

1. Назвать виды и возрастные особенности энергетического обмена?
2. Какова роль белков, жиров и углеводов в организме?
3. Каковы особенности белкового, углеводного и жирового обмена у детей?

## Занятие 11

### Микроклимат класса

**Микроклимат** – физическое состояние воздушной среды, характеризующееся температурой, величиной атмосферного давления, скоростью движения воздуха, влажностью, мощностью тепловых излучений, непосредственно влияющих на тепловое равновесие организма.

Состояние воздушной среды обитания человека оказывает существенное влияние на его работоспособность, самочувствие, настроение. Здоровье человека будет зависеть от состояния воздушной среды, физического состояния и наличия в ней различных механических или биологических примесей.

В «Основах законодательства РФ об охране здоровья граждан» отмечается, что «Охрана здоровья граждан – это совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского санитарно-гигиенического и противоэпидемического характера, направленных на сохранение и укрепление физического психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни».

Детский организм является наиболее восприимчивым к выбросам в атмосферу химических соединений, поэтому даже кратковременное воздействие небольших концентраций химических веществ может вызывать головокружение, тошноту, кашель, развитие аллергических реакций и т.д. Реакция организма зависит от индивидуальных особенностей человека: возраста, пола, состояния здоровья и времени нахождения в негативной среде.

Классная комната или учебный кабинет являются основным местом проведения учебно-воспитательной работы в школе. В них школьники

проводят большую часть времени. Поэтому к гигиеническому состоянию этих помещений предъявляются особо высокие требования.

Учитель осуществляет воспитание и обучение детей не только путем разъяснения содержания преподаваемого предмета, но и путем организации всей внутренней жизни, ему необходимо знать и уметь регулировать микроклимат учебных помещений, знать состояние вентиляции, освещения. Несоблюдение гигиенических требований к воздушному режиму, естественному и искусственному освещению не только ухудшает восприятие, но и задерживает усвоение учебного материала. Основные нормы отражены в Санитарных правилах, утвержденных 4 августа 1999г. и введенных с 1 января 2000г. в действие (СП 2.4.4.782-99).

Контроль и управление санитарно-эпидемиологическим благополучием детей и подростков осуществляется совместно с врачом школы, врачом по гигиене детей и подростков.

**Гигиенически полноценная воздушная среда** содержит 21% кислорода, 0,04% углекислого газа. Комфортная зона для школьных классов зависит от того, в какой географической местности живут люди. В различных климатических поясах микроклимат будет различен, так в жарком климате температура в классе должна быть в жаркое время года 17-18 градусов С°, в умеренном климате 19-20 градусов С°, в холодном климате –21-22 градуса С°.

При исследовании температурных показателей классной комнаты необходимо измерять температуру в классе на разных уровнях помещения по вертикали и в разных направлениях по горизонтали. Целью такого измерения является выявление перепада температуры в разных плоскостях кабинета. Измерения проводятся по диагонали, (внутренняя стена, наружная стена, центр помещения). Термометр устанавливают на уровне 10 см., 1 метра и 1,5 метра от пола.

Выбор этих точек обусловлен тем, что температура воздуха на уровне 10см соответствует расположению ног учащихся; 1 метра высоты зоны дыхания человека в сидячем положении, а 1,5 метра – уровню дыхания человека стоя.

Влажность воздуха, как и температура, оказывает влияние на работоспособность учащихся. С изменением температуры воздуха в помещении изменяется и его влажность. Чтобы оценить влажность воздуха независимо от температуры, пользуются понятием относительной влажности.

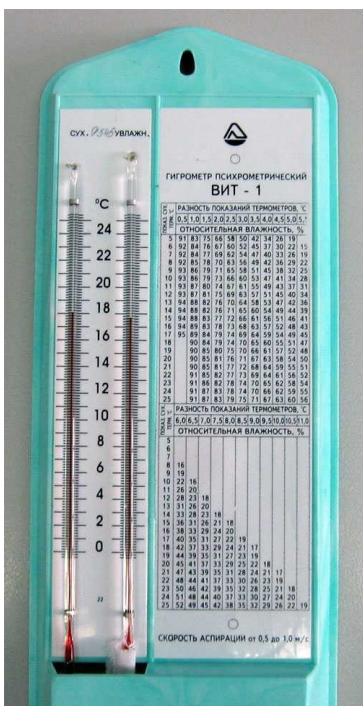
**Относительная влажность** – это отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженной в процентах.

**Абсолютной влажностью** называется количество водяных паров в граммах, которое содержится в 1куб. м воздуха в момент насыщения.

**Дефицитом насыщения** называется разность между максимальной и абсолютной влажностью.

При гигиенической оценке микроклимата наибольшее значение имеет величина относительной влажности.

Для определения относительной влажности используются



психрометр, который состоит из двух ртутных термометра, один сухой, а второй обернутается батистом и смачивается чистой дистиллированной водой. Показания влажного термометра будут меньше, т.к. он будет охлаждаться за счет испарения воды.

Записав показания сухого и влажного термометра, по психрометрическому графику определяют величину относительной влажности.

Относительную влажность определяют на высоте 1,5 метра от уровня пола рядом с классной доской.

Влажность воздуха в классе (относительная влажность), при указанных выше температурах может колебаться в пределах 40-60 % (зимой 30-50%), она зависит также от влажности климатической зоны. Повышение влажности увеличивает теплоотдачу организма. В теплом климате относительная влажность 30- 40%; в умеренном и холодном может достигать до 65%.

Поддержание нормального воздушно-теплового режима в классе осуществляется сменой воздуха через форточки, фрамуги, створки окон. Сквозняков в классе быть не должно, а проветривание проводится во время перемены, класс в это время должен быть пуст. Совершенно недопустимо следующее: когда наказанного за плохое поведение ученика оставляют сидеть в классе – это вредно для его здоровья, т.к. он подвергается воздействию сквозняка.

Большое значение для микроклимата класса имеет скорость движения воздуха, она должна быть не более 0,2-0,4 м/сек. Скорость движения воздуха до 1 м/сек, организмом не воспринимается, свыше 1м/сек, воспринимается как ветер, а в условиях классной комнаты это означает сквозняк.

Воздухообмен оценивается коэффициентом аэрации, равным отношению площади проемов всех действующих отверстий к площади пола. Гигиеническая норма вентиляционного режима соответствует коэффициенту аэрации, равному 1/50.

$$KA = S_o / S_n,$$

где  $S_o$  – площадь всех вентиляционных отверстий,

$S_n$  – площадь пола в классе

Атмосферное давление в среднем должно равняться 760 мм/ртутного столба, обычные колебания атмосферного давления могут находиться в пределах 760+/-20 мм/рт. ст.

Дети обычно плохо переносят пребывание в зоне пониженного атмосферного давления. В классной комнате во время урока возрастает концентрация углекислоты и падает содержание кислорода. Поэтому класс необходимо проветривать. Зеленые растения улучшают кислородный режим класса.

Световой режим в учреждениях для детей и подростков предусматривает в количественном и качественном отношении всех, но в первую очередь основных классных помещений. Его нельзя рассматривать в отрыве от проблемы охраны зрения детей и подростков. Важность определяется еще и тем, что по мере роста и развития организма происходит рост глаза, развитие его преломляющей системы, которое заканчивается только к 9-12 годам. В связи с большой лабильностью органа зрения в детском возрасте зрительная работа сопровождается напряжением всех функций зрения и сама по себе может способствовать возникновению зрительных расстройств.

Режим освещенности играет существенную роль в регуляции биологических ритмов. В условиях интенсивной освещенности улучшается рост и развитие организма.

Интенсивность освещенности рабочего места имеет большое значение для профилактики нарушений зрения, особенно при работах, требующих зрительного напряжения. При плохом или неправильном освещении снижается умственная работоспособность.

Естественное освещение в первую очередь зависит от климатического пояса. Важное значение, имеет ориентация окон по сторонам света, определяющая инсоляционный режим помещений.

В зависимости от ориентации различают три основных типа *инсоляционного режима* - солнечное облучение зданий и земли (Таблица № 16)

Таблица №16

Показатели инсоляционного режима.

Инсоляционный режим	Ориентация по сторонам света	Время инсоляции (часы)	Процент инсолируемой площади помещений	Количество тепла за счет солнечной радиации, КДЖ/м
Максимальный	ЮВ; ЮЗ	5 - 6	80	Свыше 3300
Умеренный	Ю; В	3 - 5	40 -50	2100 – 3300
Минимальный	СВ; СЗ	Менее 3	Менее 30	Менее 2100

При западной ориентации создается смешанный инсоляционный режим. По продолжительности он соответствует умеренному, по нагреванию – максимальному инсоляционному режиму.

Естественное освещение классной комнаты зависит от следующих основных показателей:

- ориентации здания на участке (рекомендуемой ориентацией является юг; юго-восток и восток обеспечивают высокие уровни освещенности, особенно в первую половину дня, во-вторых, создают возможность наиболее ранней аэрации и инсоляции помещений, в отличие от западной ориентации при них не происходит перегрева помещений).

- достаточный коэффициент естественной освещенности определяется коэффициентом естественного освещения, светового коэффициента. Эти показатели зависят от размера окон, формы окон, равномерности освещения.

**Коэффициент естественного освещения** – это отношение естественной освещенности в данной точке внутри помещения к освещенности на горизонтальной плоскости под открытым небом, выраженное в процентах. Наиболее простым способом определения



естественного является определения отношения площади остекленной части окон к площади пола. Естественное освещение по нормам должна быть в пределах 1/4-1/6.

К естественному освещению предъявляются следующие основные требования:

1. Достаточность.
2. Равномерность.
3. Отсутствие слепимости (блесткости) и теней на рабочем месте.
4. Перегрев помещений.

Для максимального использования дневного света и равномерного освещения классных комнат необходимо:

1. Сажать деревья не ближе 10м от здания;
2. Не закрашивать оконные стекла;
3. Не расставлять на подоконниках цветы;
4. Размещать шторы в нерабочем состоянии в пространствах между окон;
5. Очистку и мытье наружных стекол проводить 3 – 4 раза в год и не менее одного раза изнутри.

При оценке естественного освещения следует обратить внимание на окраску стен. В настоящее время рекомендуются следующие тона для стен: нежный розовый, светло-желтый, бежевый, светло-зеленый. Для классных

досок: темно-зеленый, темно-коричневый, а для дверей, окон, рам – белый.

Для оценки искусственного освещения используют люксметр, который состоит из селенового фотоэлемента, заключенного в специальную оправу. Люксметр градуирован для измерения освещенности, создаваемой



лампами накаливания, поэтому при измерении освещенности от других источников необходимо показания шкалы умножить на поправочный коэффициент. Для люминесцентных ламп белого света он равен 1,1, для ламп дневного света – 0,9, для естественного освещения - 0,8.

Измерения производят не менее чем в 11 точках классной комнаты: 10 на горизонтальной поверхности на уровне 1,8м от пола (9 на партах и 1 на столе учителя) и 1 в вертикальной плоскости.

Для характеристики искусственного освещения отмечают: вид источников света (лампы накаливания, люминесцентные лампы), их мощность, систему освещения (общее равномерное, общее локализованное, местное и комбинированное), направление светового потока и характер света (прямой, рассеянный, отраженный). Наилучшее освещение достигается при комбинированной системе освещения – общее плюс местное.

При отсутствии люксметра об освещенности можно судить по количеству светового потока, выраженного в ваттах на  $1\text{ м}^2$  площади класса. Эта величина должна быть не менее 48 ватт на  $1\text{ м}^2$ .

**Цель работы:** Ознакомление студентов с воздействием на организм человека воздушной среды и принципами нормирования отдельных ее параметров; с гигиеническими требованиями к естественному и искусственному освещению общеобразовательных учреждений.

**Оборудование:** психрометр, рулетка, термометр, сантиметровая лента, калькуляторы.

### **Порядок работы**

1. Определите температуру воздуха помещения у внутренней стены, наружной стены и в центре класса на высоте 10 см., 1 м., 1,5 м.
2. Используя статический психрометр (психрометра Августа) определите влажности воздуха в 3-х точках, а именно: в первом, втором и третьем

рядах парт. Психрометр подвешивается на расстоянии 0,5м от окна, в зоне дыхания, на высоте 1,2-1,5м. Измерение производят в течение 4 минут и сопоставьте её с гигиеническими нормами.

3. Провести оценку вентиляционного режима класса, подсчитав коэффициент аэрации.

4. Определите светового коэффициента (СК) с помощью формулы:

$$СК = S_{oc} / S_{п},$$

где  $S_{oc}$ - величина остекленной поверхности,

$S_{п}$ –площадь пола в классе

Для того, чтобы наиболее точно вычислить коэффициент (СК) от площади остекленной поверхности окон следует отнять 10 % площади (минус), приходящейся на переплет оконных рам. По современным нормативам КЕО в классных комнатах должен равняться 1,5%. Провести оценку естественного освещения помещения.

5. Рассчитайте искусственное освещение расчетным способом.

Определяют количество светильников в классной комнате, определяя удельную мощность, т.е. количество преобразующейся энергии излучения в ваттах на единицу освещаемой площади.

$$\frac{\text{Сумма _ мощности _ всех _ ламп(в _ светильниках)}}{\text{Площадь _ помещения}} \text{ Вт / М}^2$$

Норма освещенности при лампах накаливания в классных комнатах равна 49 Вт/кв.м., а при люминесцентных 20 Вт/кв.м.

### **Протокол исследований**

1. Заполните таблицу

	Внутренняя стена	Наружная стена	Центр класса
10 см			
1 м			
1,5 м			
Среднее значение			

2. Рассчитайте и запишите в тетрадь показатели относительной влажности.
3. Определите коэффициент аэрации.
4. Рассчитайте световой коэффициент.
5. Проведите оценку искусственного освещения (расчетным методом или с помощью люксметра).
6. Проанализируйте полученные результаты и сравните с гигиеническими нормативами.

**Вопросы:**

1. Как влияет уровень освещенности классных комнат на работу учащихся?
2. Как изменяется состав воздуха в закрытом помещении (классе) во время занятий?
3. Какая температура и влажность должна быть в классной комнате, и какими приборами они определяются?
4. Какова предельная величина углекислого газа в классе?
5. Какой объем воздуха в классе должен приходиться на одного ученика?
6. Когда и сколько времени должно проводиться сквозное проветривание?
7. Дать определение коэффициента естественной освещенности (КЕО) и каково должно быть его значение в учебных помещениях школы?

### Список литературы:

1. Агаджанян Н.А. Физиология человека: учебник для студ. Вузов / Н.А. Агаджанян [ и др. ] Нижний Новгород: Медицинская книга: НГМА, 2003. – 528 с.
2. Аникина Т.А., Ситдилов Ф.Г. Пуринорецепторы сердца в онтогенезе. / Т.А. Аникина, Ф.Г. Ситдилов. К.: Типография ТГГПУ, 2011. - 166 с.
3. Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер М.: Академия, 2002. – 416 с.
4. Безруких М.М., Фарбер Д.А. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты / М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. М.: Образование, 2000. – 319 с.
5. Глебов В.В., Родионова О.М. Руководство к лабораторным занятиям по дисциплинам «Экологическая физиология и биология человека». Учебное пособие в 2 ч. / В.В. Глебов, О.М. Родионова. М.: РУДН, 2013. – 92 с.: ил.
6. Гуминский и др. Практические занятия по возрастной физиологии и школьной гигиене. / А.А. Гуминский, Л.К. Великанова, В.Н. Загорская, З.В. Любимова, Б.М. Нидерштрат, Н.П.Свинухов. Учеб. Пособ. М.: 1992. – 132 с.
7. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. / Ю.А. Ермолаев. Учеб. пособ. для студ. пед. вузов. - М.: Высш. Шк. 1985. – 384с., ил.
8. Зефилов Т.Л. Миология. / Т.Л.Зефилов К.: Типография Сиддхи-Секьюрити, 2000. – 118 с.
9. Наточин Ю.В. Физиология и медицина: послесловие к научной сессии «наука – здоровью человека» общего собрания РАН и РАМН /

Ю.В.Наточин Вестник Российской академии наук, 2004. Т 74, № 11. - С.973-968.

10. Сапин М.Р., Брыксина З.Г. Анатомия и физиология детей и подростков. / М.Р.Сапин, З.Г.Брыксина. М.: Академия, 2002. – 453 с.

11. Ситдиков Ф.Г., Аникина Т.А., Макалеев И.Ш., Гильмутдинова Р.И., Крылова А.В. Занимательная физиология / Ф.Г. Ситдиков, Т.А. Аникина, И.Ш. Макалеев, Р.И. Гильмутдинова, А.В. Крылова, Казань. КГПУ, 2011.- 141 с.

12. Ситдиков Ф.Г., Русинова С.И., Крылова А.В. Избранные лекции по возрастной физиологии. Казань, КГПУ-1995. 188 с.

13. Ситдиков Ф.Г., Зефиоров Т.Л. Лекции по возрастной физиологии сердца. / Ф.Г. Ситдиков, Т.Л. Зефиоров. К.:Типография ТГГПУ, 2005. - 102 с.

14. Ситдиков Ф.Г. и др. Возрастная анатомия, физиология и гигиена человека: курс лекций. / Ф.Г. Ситдиков Ф.Г., Т.А. Аникина, Г.А. Билалова, А.Р. Гизатуллин, Р.И. Гильмутдинова, Н.Б. Дикопольская, В.А. Копылова, Р.Р. Миннахметов, С.И. Русинова, М.В. Шайхелисламова, В.Н. Шайхутдинова. К.: - РИЦ «Школа», 2005. – 220 с.

15. Ситдиков Ф.Г. и др. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков. Методическое руководство. Часть II. / Ф.Г. Ситдиков, В.А. Копылова, А.В. Крылова, Р.И. Гильмутдинова, Т.А. Аникина. К.: Казгоспедуниверситет, 1997, 31 с.

16. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. / В.М. Смирнов. М.: Академия, 2000. – 400 с.

17. Ткаченко Б.И. Физиологические основы здоровья человека. / Б.И. Ткаченко. Архангельск, СГМУ. 2001. - 727 с.

18. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена: Пособие для студентов пед. Ин-тов / А.Г. Хрипкова, М.В. Антропова, Д.А. Фарбер. – М.: Просвещение, 1990. – 319 с.

19. Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдигов Ф.Г. Профилактика алкоголизма и наркомании в школьном возрасте. / М.В. Шайхелисламова, Н.Б. Дикопольская, Ф.Г. Ситдигов. К.: Вестфалика, 2012. - 122 с.

20. Шайхелисламова М.В., Ситдигов Ф.Г., Зефилов Т.Л. Нервные и гормональные механизмы регуляции мышечной деятельности школьников. / М.В. Шайхелисламова, Ф.Г. Ситдигов, Т.Л. Зефилов. К.: Вестфалика, 2012. - 202 с.

21. Гигиеническая оценка микроклимата классной комнаты, ее инсоляционного режима, искусственного и естественного освещения / <http://www.5ka.ru/1/183/1.html> (дата обращения 08.02.13)

22. Учебник по возрастной анатомии, физиологии и гигиене. / <http://do.gendocs.ru/docs/index-7766.html> (дата обращения 16.01.13)

23. Возрастная анатомия и физиология / <http://www.booksmad.com/fiziologiya/1449-voznrastnaya-anatomiya-i-fiziologiya-prishhepa.html> ( дата обращения 16.02.13)

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Общие вопросы возрастной анатомии и физиологии**

Занятие 1. Физическое развитие детей и подростков и методы его определения. Антропометрия. Оценка типа телосложения (Зайннеев М.М.).	5
<b>Регуляторные системы организма</b>	
Занятие 2. Регуляторные системы организма. Анализ рефлекторной дуги. Коленный рефлекс. Глазосердечный рефлекс (Билалова Г.А).	17
<b>Сенсорные функции</b>	
Занятие 3. Зрительная система. Слуховая система. Определение остроты зрения и бинаурального слуха (Побежимова О.К.).	38
<b>Физиология высшей нервной деятельности детей и подростков</b>	
Занятие 4. Умственная работоспособность. Гигиена умственного труда (Русинова С.И.).	52
<b>Моторные функции</b>	
Занятие 5. Физическая работоспособность и методы её определения (Зефиоров Т.Л.).	68
Занятие 6. Двигательные качества человека. Определение физической выносливости человека с помощью кардиореспираторного индекса (Аникина Т.А.).	77
<b>Возрастные особенности висцеральных функций организма детей и подростков</b>	
Занятие 7. Показатели сердечно-сосудистой системы. Пульсометрия. Определение артериального давления. (Крылова А.В).	85
Занятие 8. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы. Оценка функциональных резервов сердечно-сосудистой системы (Дикопольская Н.Б).	104
Занятие 9. Возрастные особенности дыхания. Методы определения функциональных показателей дыхательной системы. Спирометрия. Функциональные пробы дыхания (Аникина Т.А.).	125
Занятие 10. Возрастные особенности обмена веществ и энергии. Определение основного обмена (Ситдииков Ф.Г.).	140
Занятие 11. Микроклимат класса (Зверев А.А.).	153
Список литературы	164
Содержание	167