

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра анатомии, физиологии и гигиены человека

**ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ  
СИСТЕМ И ОРГАНОВ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

к проведению практических занятий

КУРГАН 2004

Кафедра анатомии, физиологии и гигиены человека

Дисциплина: «Возрастная анатомия, физиология и гигиена» (специальности 031700, 031800), «Возрастная физиология» (специальность 020400, 022300)

Составитель: профессор, докт. мед. наук А.Н. Ерохин;

доцент, канд. биол. наук О.А. Жилина

Утверждены на заседании \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_ г.

Рекомендованы редакционно-издательским советом « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
<b>1. Интегральная характеристика возрастных периодов развития</b>	<b>5</b>
1.1. Пренатальный онтогенез	6
1.2. Период рождения	9
1.3. Постнатальный онтогенез	10
<b>2. Функциональные системы – единицы интегративной деятельности организма</b>	<b>13</b>
2.1. Понятие о функциональных системах, их классификация и свойства	13
2.2. Принципы взаимодействия функциональных систем	17
<b>3. Созревание функциональных систем детей и подростков</b>	<b>18</b>
3.1. Нервная система и анализаторы	18
3.2. Опорно-двигательный аппарат	20
3.3. Сердечно-сосудистая система	21
3.4. Дыхательная система	22
3.5. Иммунная система	24
3.6. Пищеварительная система	24
3.7. Выделительная система	25
<b>ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ</b>	<b>26</b>
Лабораторная работа №1. Исследование внимания	26
Лабораторная работа №2. Нарушения опорно-двигательного аппарата	29
Лабораторная работа №3. Измерение АД и ЧСС. Определение СО и МОК расчетным методом	31
Лабораторная работа №4. Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания (спирометрия)	32
Лабораторная работа №5. Дыхательные пробы	33
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>35</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Онтогенез** – это индивидуальное развитие организма от момента оплодотворения яйцеклетки (зачатия) до биологической смерти.

Основными этапами развития являются **внутриутробный (пренатальный)** и **постнатальный**, начинающийся с момента рождения. Во время пренатального периода закладываются ткани (гистогенез) и органы (органогенез), происходит их дифференцировка. Постнатальный этап охватывает все детство и характеризуется продолжающимся созреванием органов и систем, изменениями физического развития, значительными качественными перестройками функционирования организма.

Выделяют следующие периоды онтогенеза:

### 1. Пренатальный (внутриутробный):

- *начальный* (от зачатия до 7 дней внутриутробного развития);
- *эмбриональный*, или зародышевый (со 2-й по 9-ю неделю внутриутробного развития);
- *фетальный*, или плодный (с 10-й по 40-ю неделю внутриутробного развития).

40 недель, или 280 суток, или 9 календарных месяцев, или 10 лунных месяцев – это средняя продолжительности пренатального онтогенеза. На самом деле продолжительности беременности у женщин различается и варьирует от 37 недель до 44 недель. Есть достоверные данные о рождении детей на сроке 37 недель без признаков недоношенности и на сроке 44 недели без признаков переношенности. Известна прямая зависимость продолжительности беременности от длины менструального цикла и от наследственных факторов, передаваемых по материнской линии.

### 2. Период рождения.

### 3. Постнатальный (внеутробный, после рождения):

- *новорожденность* (от рождения до 10 дней);
- *грудной возраст*, или *младенчество* (с 11-го дня до 1 года);
- *раннее детство* (с 1 года до 3 лет);
- *первое детство* (с 4 до 7 лет);
- *второе детство* (у мальчиков 8-12 лет, у девочек 8-11 лет);
- *подростковый возраст* (у мальчиков 13-16 лет, у девочек 12-15 лет);
- *юношество* (юноши 17-21 год, девушки 16-20 лет);
- *зрелость*:
  - I период зрелости – у мужчин с 22 до 35 лет, у женщин с 21 до 35 лет;
  - II период зрелости – у мужчин с 36 до 60 лет, у женщин с 36 до 55 лет;
- *пожилой возраст* (у мужчин с 61 до 74 лет, у женщин с 56 до 74 лет);
- *старческий возраст* (с 75 до 90 лет);
- *долгожительство* (свыше 90 лет).

Каждый возрастной период характеризуется своими специфическими особенностями. Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития, или критический период.

Организм ребенка непрерывно растет и развивается. В различные периоды его жизни происходят значительные анатомо-функциональные изменения различных систем организма. Возрастная периодизация может рассматриваться с позиций биологической надежности систем организма. Биологическая надежность лежит в основе онтогенетического развития. Ребенок рождается с определенным уровнем надежности физиологической системы. Следует учитывать, что надежность биологической системы максимально повышается в том звене организма, которое на данном этапе развития является наиболее важным. Особым свойством биологической системы является ее способность к самоорганизации, к активному поиску устойчивого состояния. Организм ребенка на каждом этапе жизненного пути выступает как наиболее целесообразно сложившееся в процессе развития гармоничное целое с присущими ему особенностями.

## 1. Интегральная характеристика возрастных периодов развития

Развитие отдельных органов и систем происходит не изолированно, а во взаимном влиянии, обеспечиваемом координирующей ролью двигательной активности ребенка.

Прежде всего надо отметить некоторые важные особенности **гаметогенеза** (образования половых клеток, гамет) у мужчин и женщин.

**Овогенез** (образование яйцеклеток) происходит **в яичниках** внутриутробно. В конце первого месяца пренатального онтогенеза (см. ниже) закладываются **гонады** (половые железы) женского зародыша вместе со всеми яйцеклетками. В дальнейшем большая часть их выбраковывается и в конечном итоге за половозрелый период у женщины созревает около 400 яйцеклеток. Так как яйцеклетки закладываются внутриутробно, то им столько же лет, сколько женщине, плюс 8 месяцев до ее рождения. Яйцеклетки испытывают на себе все вредные воздействия внешних и внутренних факторов, значит, возраст женщины оказывает влияние на здоровье ребенка. В каждом менструальном цикле обычно созревает 1 яйцеклетка. **Фолликул** (пузырек с яйцеклеткой и жидкостью в корковом веществе яичника) в первой половине цикла растет под действием **ФСГ** (фолликулостимулирующего гормона аденогипофиза), количество жидкости в нем увеличивается и, наконец, под действием **ЛГ** (лютеинизирующего гормона аденогипофиза) пузырек лопается. Яйцеклетка вместе с сопутствующими клетками и жидкостью выбрасывается в брюшную полость. Этот процесс называется **овуляция** и происходит на 14-15-й день 28-дневного цикла. На месте лопнувшего фолликула образуется временная эндокринная железа – **желтое тело**, выделяющее **прогестерон** – гормон материнства, который тормозит овуляцию (экономит резервы организма). Организм ожидает беременность. Если беременность не наступает, то через 2 недели желтое тело рассасывается, начинается менструация, т.е. новый цикл. Если беременность наступает, желтое тело функционирует всю беременность.

Яйцеклетка содержит помимо **гаплоидного набора хромосом** запас питательных веществ на несколько суток. Все яйцеклетки содержат по одной

хромосоме из каждой пары, из 2 половых хромосом – одну X-хромосому. Яйцеклетка увлекается волнообразными движениями бахромок маточной трубы в полость маточной трубы. Там она «ожидает» сперматозоид не более 24 часов. Если оплодотворение не происходит, яйцеклетка разрушается.

**Сперматогенез** (образование сперматозоидов) происходит **в семенниках (яичках)** в течение всего репродуктивного периода мужчины, поэтому от возраста отца здоровье ребенка не зависит. Сперматогенез занимает около 70 суток. Каждое яичко содержит до 300 долек, в каждой дольке 1-2 извитых канальца, выстланных сперматогенным эпителием, клетки которого многократно делятся. В придатке яичка канальцы, содержащие зрелые сперматозоиды, сливаются и в конечном итоге сперматозоиды попадают в единый семявыносящий проток (от каждого яичка) и затем в **уретру** (мочеиспускательный канал), по пути сперму разбавляет секрет **простаты** (предстательной железы), который содержит питательные вещества, активирующие сперматозоиды. Каждый сперматозоид содержит гаплоидный набор хромосом, в том числе 1 половую хромосому – либо X, либо Y. Таким образом, пол ребенка определяет мужская гамета.

Сперматозоид имеет головку и хвостик, кроме хроматина он практически не содержит никаких органоидов. Исключение составляют митохондрии, которые обеспечивают движения и содержатся в основании хвостика. Они также содержат некоторое количество ДНК. Поскольку сперматозоид человека проникает в яйцеклетку целиком, то эта ДНК тоже может наследоваться ребенком, однако в основном митохондриальная ДНК наследуется по материнской линии.

За одну **эякуляцию** (семяизвержение) может выбрасываться до 5-6 мл спермы, содержащей до 500 млн. сперматозоидов. До 99% сперматозоидов погибает в первые часы в кислой среде влагалища, защищающей половые органы женщины от инфекции. Но эта же кислая среда заставляет сперматозоиды двигаться в нужном направлении. До матки и дальше добирается всего несколько сотен сперматозоидов. В маточных трубах сперматозоиды могут ожидать яйцеклетку 2-4 суток, иногда до 7 суток.

Активность спермы изменяется сезонно и в зависимости от состояния организма. Она наиболее высока в феврале-марте. У женщин в среднем только 1 из 5 циклов является **фертильным**, остальные – бесплодны. Чаще всего фертильные циклы приходятся на конец лета – начало осени. Этим можно объяснить традиции играть свадьбы на Масленицу и после сбора урожая.

## 1.1. Пренатальный онтогенез

### Начальный период (от зачатия до 7 суток)

**Оплодотворение** (слияние яйцеклетки и сперматозоида) происходит в половых органах женщины, в верхней трети маточной трубы. Образуется диплоидная зигота – новый организм. В момент оплодотворения определяется генетический пол ребенка. Невозможно определить точное время оплодотворения, так как движения сперматозоидов до маточной трубы требует

несколько часов, кроме того, сперматозоиды могут жить в половых путях женщины несколько суток, точное время овуляции определить не просто.

Сразу после оплодотворения начинается **дробление** – митотическое деление зиготы на **бластомеры**. При этом расти клетки не успевают, идет лишь репликация ДНК и деление клеток, которые становятся все более мелкими. Таким образом накапливается клеточный материал. Все клетки сначала одинаковые и образуют комочек – **морулу**. На 5-е сутки зародыш человека содержит около 100 клеток. В это время гладкие мышцы маточной трубы проталкивают его в сторону матки. Питается зародыш за счет запасов яйцеклетки.

Постепенно в моруле появляется полость. Образуется однослойный зародыш с полостью внутри – **бластула**. Затем путем впячивания образуется двуслойный зародыш, состоящий из наружного листка (эктодермы) и внутреннего листка (энтодермы), а также имеющий внезародышевые органы (трофобласт, из которого развиваются оболочки зародыша и будущего плода и другие внезародышевые органы). Двуслойный зародыш называется **гастроула**, а процесс его образования – **гастроуляция**. Наружный слой клеток гастроулы называется **эктодерма**, а внутренний – **энтодерма**. Позднее в результате дальнейшего деления клеток между экто- и энтодермой образуется средний зародышевый листок – **мезодерма**. Отверстие, которое образуется при гастроуляции (впячивании), называется **первичный рот**. Это будущее анальное отверстие.

Гастроуляция происходит в конце начального периода, когда зародыш входит в матку и у него заканчивается запас питательных веществ. Начинается **имплантация** – внедрение зародыша в стенку матки, которое занимает 40 часов. При этом гибнет не менее 50% зародышей, которые не могут имплантироваться по причине собственных генетических дефектов или из-за неготовности слизистой матки (если не хватает соответствующих женских гормонов, разрыхляющих матку). Если зародыш имплантировался, то начинается следующий период – зародышевый, или эмбриональный, в котором зародыш питается за счет материнского организма.

#### **Эмбриональный период (со 2-й по 9-ю неделю)**

Основные процессы – **гистогенез** (образование тканей) и **органогенез** (образование органов), а также **формообразование** (закладка формы и размеров органа).

У человеческого зародыша на ранних этапах развития преимущественное развитие получают **внезародышевые органы**:

1. **Зародышевые оболочки** – **хорион** (наружная), **аллантоис** (средняя) и **амнион** (внутренняя). Амнион выделяет **амниотическую жидкость** – среду обитания зародыша и плода.

2. **Пупочный канатик** развивается из зародышевых оболочек. Он содержит одну артерию, несущую питание зародышу, и 2 вены, по которым оттекают продукты обмена зародыша, подлежащие выделению (это производят почки матери).

3. **Плацента** – «детское место» - представляет собой вырост хориона, ворсинки которого врастают глубоко в мышечный слой матки (**миометрий**).

Сосуды матери и ребенка соприкасаются и обмениваются газами и растворенными веществами. Кровь матери и ребенка не смешивается.

Зародышевые органы и ткани образуются из 3 **зародышевых листков**. Из **эктодермы** образуются покровы тела, нервная система и органы чувств; из **энтодермы** – пищеварительная и дыхательная системы, а из **мезодермы** – сердце, сосуды, лимфатическая система, опорно-двигательный и мочеполовой аппараты.

На 2-й неделе пренатального онтогенеза продолжается гастрюляция и начинается гистогенез; образуются внезародышевые органы, амнионом выделяется амниотическая жидкость.

На 3-й неделе из шаровидного зародыша в результате срастания по средней линии образуется двусторонне симметричное тело. Вес зародыша всего 3 г. Параллельно образуется сердечная мышца, очаги кроветворения, сосуды, на 21-е сутки начинает биться сердце зародыша.

На 4-й неделе формируется пупочный канатик, намечаются бугорки конечностей.

На 5-й неделе – формообразование головы, увеличение бугорков конечностей, формирование дыхательной и пищеварительной систем, дифференцировка гонад.

На 6-й неделе – формирование опорно-двигательного аппарата, мочеполовой системы, органов зрения и слуха.

На 7-й неделе – формирование наружных половых органов, дистальных отделов конечностей (кость, стопа), формообразование тела, формирование полостей сердца и сосудов.

На 8-й неделе – формирование черт лица, ротового и анального отверстий, органов иммунитета, продолжается дифференцировка органов и тканей.

На 9-й неделе завершается формообразование, **зародыш приобретает строение, характерное для тела взрослого человека**, только с другими пропорциями. Сформированы оболочки плода, ворсинки плаценты прорастают в мышечный слой матки, формируются их сосудистые системы. Развитие плаценты продолжается всю беременность, углубление в миометрий продолжается до 12 недель (предельный срок медицинских аборт). В конце беременности плацента «стареет», ухудшается контакт между сосудами матери и ребенка, зато облегчается отхождение плаценты во время родов.

#### **Фетальный период (с 10-й по 40-ю неделю)**

Плодный период характеризуется дальнейшей дифференцировкой органов и тканей, а также увеличением массы и размеров плода. В начале периода длина зародыша 8-14 см, к родам 48-54 см. Вес новорожденного 3-4 кг.

На 16-20-й неделе мать впервые ощущает **шевеления плода** (в зависимости от размеров плода). Иногда из-за гипоксии это происходит преждевременно. Плод при недостатке кислорода или питательных веществ начинается рефлекторно двигаться, нагнетая кровь, стремясь хотя бы частично компенсировать гипоксию или «голод» усилением кровотока.

20-24-я неделя – важный этап формирования ЦНС, начинается **гирификация** – образование борозд и извилин головного мозга.



31-32 недели – плод устанавливается вниз головой (**головное предлежание**), т.к. он становится достаточно крупным.

35-36 недель – закладка чувствительности рецепторов и жировых клеток.

Окончание плодного периода – рождение.

Прибавка массы тела за беременность составляет 10-15 кг. Она складывается из следующих составляющих:

- масса ребенка 3-4 кг;
- околоплодные воды 0,8 кг;
- плацента до 1 кг;
- матка до 1 кг (до беременности 20 г);
- прибавка объема крови до 1,5 кг;
- прибавка в массе молочных желез 0,3 кг;
- жировые отложения на животе, ягодицах и бедрах 5-7 кг.

## 1.2. Период рождения

Роды включают 3 этапа:

1. **Раскрытие** (у первородящих в среднем 8-9 часов, у повторнородящих – в 2 раза меньше).

2. **Изгнание плода** (30-60 мин).

3. **Выход плаценты** (несколько минут).

Мать теряет до 0,5 л крови за роды и послеродовый период. Матка сокращается до почти первоначальных размеров за 6-8 недель после родов.

Для ребенка рождение характеризуется:

- **изменением условий существования** (переход из водной среды в воздушную, перепад температур, воздействие силы тяжести, активация органов чувств, первые реакции адаптации);

- **изменением типа питания** (от сосудистого к вскармливанию через желудочно-кишечный тракт);

- **встреча с микрофлорой** внешнего мира.

Состояние здоровья ребенка **сразу после рождения и через 5-7 минут** проводят по **шкале Апгар** (табл. 1).

Таблица 1

### Шкала Апгар

Признак	2 балла	1 балл	0 баллов
1. Окраска кожи	Все тело розовое.	Конечности синюшные.	Все тело синюшное.
2. Дыхание	Регулярное.	Нерегулярное.	Отсутствует.
3. ЧСС, уд/мин	Более 100.	Менее 100.	Отсутствует.
4. Движения	Активные.	Вялые	Отсутствуют.
5. Рефлексы	Громкий крик.	Хныканье.	Отсутствует.

Оценивают дважды - сразу и через 5-7 минут после рождения.

О нормальном состоянии ребенка говорит сумма баллов 7-10; если 4-6 баллов, то необходимы определенные мероприятия; менее 4 баллов – серьезные нарушения в состоянии здоровья.

### 1.3. Постнатальный онтогенез

#### Период новорожденности (от рождения до 10 дней)

Существенной особенностью этого периода является адаптация организма к новым условиям существования. Ребенок рождается с жизненно важными безусловными рефлексам. Температура тела неустойчива. Ребенок лучше развивается, если его для первого кормления поднесли к груди матери через 15-20 минут после рождения, так как в молозиве содержится много биологически активных веществ, стимулирующих его иммунитет. Кроме того, в этом случае в грудных железах матери быстрее появляется молоко, а ранний контакт ребенка с матерью по механизму импринтинга формирует в мозгу след, благоприятный для процессов адаптации в окружающем мире. С самого момента рождения ограничения движений ребенка должны быть минимальными, так как двигательная активность положительно влияет на все физиологические системы.

#### Грудной период (до 1 года)

Этот период исключительно важен в эффективности полноценного развертывания генетической программы человека. В этом отношении особое значение имеет правильно организованный образ жизни грудного ребенка, включающий:

1. Грудное вскармливание молоком матери. Ценность такого молока для ребенка определяется не только его пластической и энергетической ценностью, но, прежде всего тем, что оно в генетическом плане полностью соответствует особенностям организма данного ребенка. Кроме того, оно содержит биологически активные вещества, стимулирующие иммунитет и жизнедеятельность ребенка. Поэтому к шести месяцам грудной ребенок удваивает массу тела, бывшую при рождении.

2. Двигательная активность грудного ребенка важна во многих отношениях. Прежде всего, она обеспечивает термостабильность и своевременное становление двигательных функций.

Основным условием организации двигательной активности грудного ребенка является свобода движений, то есть возможность для ребенка в каждый данный момент выполнять те движения, к которым он сейчас готов.

3. Психический комфорт предполагает целый ряд условий, в числе которых:

- единство требований к ребенку со стороны родителей;
- достаточное информационное обеспечение, включающее речевое общение, двигательную активность;
- положительно окрашенная эмоциональная обстановка;
- поддержание стремления ребенка к самостоятельности.

#### Раннее детство (1-3 года)

В этот период интенсивно развиваются системы организма. Окончательно складываются соотношение тонуса ядер симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. За второй год жизни ребенок вырастает на 10-12 см, а за третий еще примерно на 7 см. Формируются изгибы позвоночника. Бурно развиваются механизмы речи, которые связаны со сложным

развитием корковых зон речи. В образе жизни ребенка возраста раннего детства важно обеспечение всех его компонентов. При этом по-прежнему особую роль играет полноценная двигательная активность, через которую ребенок в значительной степени познает мир.

В обеспечении психического здоровья важны два обстоятельства. Во-первых, поддерживать в ребенке его стремление к самостоятельности и к инициативе. Во-вторых, основываясь на дидактическом принципе сознательности и активности, следует пояснять ребенку (на уровне доступных ему понятий) свои действия и требования.

### **Первое детство (4-7 лет)**

Происходит замедление темпов роста до 4-6 см в год, заканчивается структурное формирование головного мозга. Повышается координация движений. Позвоночник гибок и податлив к формированию осанки, поэтому нарушение гигиенических требований может привести к необратимой деформации. Мышцы обладают низкой выносливостью и не способны к силовым напряжениям.

### **Второе детство (8-11 лет у девочек, 8-12 лет у мальчиков)**

Связано с периодом обучения в школе, что требует определенного уровня физического и психического развития, обеспечивающего безболезненную адаптацию ребенка к режиму школы и возможность усвоения учебных программ. В этих условиях решающим показателем, определяющим возможность обучения, служит не паспортный возраст, а степень функциональной готовности ребенка к требованиям школы – **школьная зрелость**. Школьная незрелость приводит к неуспеваемости. До 25% детей идут в школу неготовыми. Родители должны за год до школы готовить ребенка. Готовность к школе определяется с помощью системы тестов педагогом, психологом и логопедом

Функционально школьная зрелость определяется:

1. Скоростью образования условных рефлексов.
2. Степенью развития дифференцировочного торможения (послушание взрослым).
3. Подвижностью нервных процессов.
4. Степенью развития речи, ее чистотой, отсутствием дефектов звукопроизношения.
5. Развитием мелкой моторики руки (у мальчиков она развита хуже).

Продолжается окостенение скелета, идет интенсивное развитие мышц рук. Скелет эластичен и гибок при слабости глубоких мышц спины, что может привести к нарушению осанки. Поэтому движения должны быть разнообразными, без значительных статических нагрузок. Благодаря усилению процессов внутреннего торможения и концентрации корковых процессов дети становятся более сосредоточенными, внимательными и дисциплинированными. Однако эмоциональные, умственные и физические перегрузки приводят к снижению надежности организма, развитию неврозов и других нарушений здоровья.

В определении условий здорового образа жизни школьника младшего возраста особое значение имеет целесообразно построенный режим жизни. В нем, с одной стороны, должны найти место все стороны жизнедеятельности, а с другой – их построение и чередование по принципу оптимального соотношения работы и

отдыха. Для построения такого режима необходимо учесть индивидуальные особенности данного учащегося – как физические, так и психологические. Этот возраст можно охарактеризовать как своеобразное преддверие к бурному подростковому периоду.

### **Подростковый период (12-15 лет девочки, 13-16 лет мальчики)**

В этот период рост и развитие организма протекают несколько активнее. В ряде случаев наблюдается нарушение пропорциональности развития, создается напряжение физиологических функций организма. В начале этого периода наблюдается интенсивный рост тела. Это вместе с большой нагрузкой на организм подростка, делает его легко ранимым и уязвимым. Связочный аппарат позвоночника еще слаб, поэтому могут формироваться искривления позвоночника в виде нарушений осанки и изгиб в сторону (сколиоз). При длительной неправильной посадке, а также стоянии могут произойти изменения грудной клетки и нарушения ее развития, а обувь на высоких каблуках ведет к изменениям формы таза и стопы. В связи с ускоренным ростом наступает временная дисгармония в координации движений, неуклюжесть, угловатость, может наступить так называемая юношеская гипертония. Следует ограничить силовые статические упражнения, которые могут задержать рост костей в длину. Вместе с тем полезны скоростно-силовые упражнения (игры) и работа на выносливость (кроме велосипеда).

Наиболее важной особенностью этого возраста является перестройка всей эндокринной системы, сказывающейся на процессах обмена веществ и состоянии психики.

### **Юношеский возраст (16-20 лет девушки, 17-21 год юноши)**

В функциональном плане более спокойный период. В основном завершаются процессы роста скелета. Основные функциональные системы по своим характеристикам не уступают взрослым. Завершается половое созревание. Яичники продуцируют готовые к оплодотворению яйцеклетки, стабилизируется половой цикл. У юношей полного развития достигает сперматогенез. Существенное отличие от взрослого организма обнаруживается в сфере высшей нервной деятельности. Сохраняется некоторое преобладание процессов возбуждения над торможением, поэтому юноши и девушки по сравнению со взрослыми более эмоциональны.

### **Вопросы к семинарскому занятию по теме «Онтогенез»**

1. Возрастные периоды развития ребенка. Критерии возрастной периодизации.
2. Основные периоды пренатального онтогенеза, их характеристика.
3. Психофизиологическая характеристика периода новорожденности.
4. Характеристика грудного периода
5. Характеристика раннего и первого детства.
6. Второе детство как начальный период обучения в школе.
7. Физиологические особенности возраста полового созревания.
8. Психофизиологические особенности, интегративная деятельность нервной системы и здоровый образ жизни в юношеском возрасте.

## 2. Функциональные системы – единицы интегративной деятельности организма

### 2.1. Понятие о функциональных системах, их классификация и свойства

**Функциональные системы (ФС)** – динамические, избирательно объединенные соответствующими потребностями организма саморегулирующиеся центрально-периферические организации, деятельность которых направлена на достижение полезных для системы и организма в целом приспособительных результатов – удовлетворение его ведущих потребностей. В состав ФС могут входить самые разные органы и ткани.

**Полезные результаты**, на основе которых формируются ФС, можно разделить на 4 группы:

- метаболические;
- гомеостатические;
- результаты поведенческой деятельности, удовлетворяющие основные биологические потребности (пищевые, половые и др.);
- результаты социальной деятельности человека, удовлетворяющие социальные и духовные потребности человека.

Каждой ФС присущи следующие свойства:

1. Самоорганизация.
2. Системообразующая роль результата.
3. Саморегуляция.
4. Изоморфизм.
5. Голографический принцип построения.
6. Избирательная мобилизация органов и тканей.
7. Взаимосодействие элементов результату.
8. Информационные свойства.
9. Консерватизм и пластичность.

**Самоорганизация.** Самоорганизация ФС обусловлена жизненно важной потребностью организма. Потребность выступает в инициативной роли исходного объединения определенных органов и тканей в ФС, обеспечивающую своей деятельностью удовлетворение этой исходной потребности. Самоорганизация ФС осуществляется с помощью гуморальных и нервных обратных связей, позволяющих каждой ФС постоянно оценивать эффективность удовлетворения лежащей в ее основе потребности. Удовлетворение исходной потребности – достижение полезного приспособительного результата – фиксируют объединенные в ФС исходной потребностью элементы. При этом свойства достигнутого результата запоминаются специальными структурами ФС. После неоднократного, а иногда и однократного удовлетворения исходной потребности, т.е. достижения потребного результата в ФС формируется специальный аппарат предвидения свойств потребного результата. Таким образом, из хаотической, ранее не организованной массы элементов строятся активно действующие ФС.

**Саморегуляция.** Любая ФС различного уровня организации строится по

принципу саморегуляции. Процесс саморегуляции ФС всегда является циклическим и осуществляется на основе общего правила:

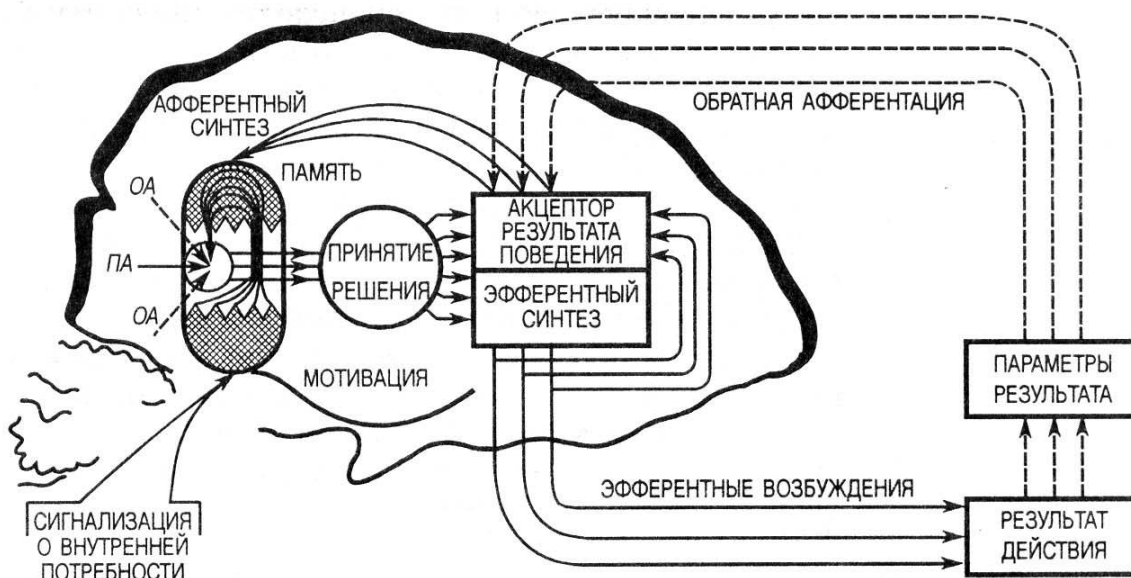
Всякое отклонение от жизненно важного уровня какого-либо физиологически значимого фактора служит причиной немедленной мобилизации многочисленных аппаратов соответствующей ФС, вновь восстанавливающей этот жизненно важный результат. ФС, обуславливающие своими саморегуляторными механизмами устойчивость различных показателей внутренней среды, представляют конкретные аппараты, обеспечивающие гомеостазис. Результаты деятельности этих ФС можно рассматривать как относительные константы внутренней среды организма. Это уровень артериального давления, температуры тела, осмотического давления, реакции крови.

**Изоморфизм.** ФС различного уровня организации имеют принципиально однотипную архитектуру (рис.1) и включают следующие общие, универсальные для разных систем, периферические и центральные узловые механизмы:

1. Полезный приспособительный результат как ведущее звено ФС;
2. Обратную афферентацию, поступающую от рецепторов результата в центральные образования ФС;
3. Центр, представляющий избирательное объединение нервных элементов различных уровней в специальные системные механизмы;
4. Исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты, включающие организованное целенаправленное поведение.

### I. Афферентный синтез

1. Доминирующая мотивация (что делать)
2. Память (как делать)
3. Обстановочная афферентация (когда делать)
4. Пусковая афферентация (когда именно делать)



**Рис. 1. Центральная архитектура функциональной системы поведенческого уровня (по П.К. Анохину):**  
**ПА-** пусковая афферентация; **ОА-** обстановочная афферентация

При возникновении какой-либо потребности появляется **доминирующая мотивация**. Возбуждение, создаваемое этой мотивацией, мобилизует генетический и индивидуальный опыт по удовлетворению данной потребности, т.е. **память**. Информация о состоянии среды обитания, поставляемая **обстановочной афферентацией**, позволяет оценить конкретную обстановку и при необходимости скорректировать прошлый опыт удовлетворения потребности. **Пусковая афферентация** переводит систему из состояния готовности в состояние деятельности. Стадия завершается **принятием решения**, т.е. из многих вариантов выбирается единственный путь удовлетворения потребности. Далее формируются **акцептор результатов действия** (аппарат прогнозирования, модель итога деятельности ФС) и **программа действия** (взаимодействие соматических, вегетативных и гуморальных компонентов, формирующее приспособительный акт в виде определенного комплекса возбуждений в ЦНС). В результате этого включаются определенные **исполнительные структуры**. Необходимое звено ФС – **обратная афферентация** – информация от рецепторов о выполнении действия и об удовлетворении потребности. Если реальный результат совпадает с моделью в акцепторе результатов действия, то деятельность ФС заканчивается, если нет, то на основе перестройки афферентного синтеза принимается новое решение, уточняется модель в акцепторе действия и программа действия. Деятельность ФС осуществляется в новом, необходимом для удовлетворения ведущей потребности направлении.

**Голографический принцип построения.** В ФС каждый входящий в них элемент в своих свойствах отражает деятельность всей ФС в целом и особенно состояние ее полезного приспособительного результата. Этот принцип организации ФС отражает их голографические свойства. В соответствии с теорией голографии каждый элемент (клетки и органы), включенный в соответствующую ФС, в своей ритмической деятельности отражает состояние результата ее деятельности: исходную формирующую ее потребность и разную степень удовлетворения этой потребности.

**Избирательная мобилизация органов и тканей.** Каждая ФС для обеспечения своего, полезного для организма в целом результата объединяет тканевые элементы различного уровня, принадлежащие к различным анатомическим образованиям. В каждую ФС, определяющую тот или иной жизненно важный для организма результат, различные органы и даже тканевые процессы объединяются подчеркнуто избирательно, независимо от их принадлежности к общепринятым анатомическим системам. Каждая ФС избирательно включает нервные и гуморальные регуляторные механизмы. Различные ФС для достижения различных приспособительных результатов могут использовать разные или одни и те же внутренние органы. Так, работа сердца может быть использована как для поддержания постоянного уровня кровяного давления, так и для обеспечения газообмена, сохранения оптимальной температуры тела.

**Взаимосодействие элементов результату.** Включение отдельных органов в ФС всегда происходит по принципу взаимосодействия, т.е. каждый элемент не просто пассивно включается в ФС, но, взаимодействуя с другими элементами

системы, активно способствует достижению ФС полезного приспособительного результата. Взаимодействие отдельных элементов в ФС всегда осуществляется для достижения оптимального значения полезного для системы и организма в целом приспособительного результата.

**Информационные свойства.** ФС наряду с физико-химическими свойствами обладают информационными свойствами. Благодаря обратной афферентации от результата действия и наличию аппарата акцептора результата действия, ФС все время осуществляют оценку информационной значимости соответствующих потребностей и их удовлетворения. При этом, несмотря на смену носителей, информация о потребности сохраняется на всех этапах деятельности, направленной на удовлетворение этой потребности. Информационные свойства ФС строятся в результате интерференции сигнализации от потребности и ее удовлетворении на информационных экранах организма по голографическому принципу.

**Консерватизм и пластичность.** Результаты действия и рецепторы результатов представляют консервативную часть динамической организации ФС. Специфические свойства рецепторов в каждой ФС охватывают все возможные параметры меняющегося результата. Консерватизм рецепторов является ограничителем пластичных изменений внутренних констант организма. Консервативный рецептор во всех случаях воспринимает состояние полезного приспособительного результата и посылает определенную сигнализацию в нервные центры, определяя тем самым саморегуляторные процессы восстановления измененного результата. Однако восстановление оптимального для организма уровня тех или иных показателей его среды определяют уже другие, более пластичные центральные и эффекторные механизмы деятельности ФС.

Пластическими свойствами в ФС обладают эффекторные центральные и периферические механизмы. Именно эти механизмы определяют взаимозаменяемость и компенсацию в деятельности различных ФС при выходе из строя того или иного их звена, органа или ткани.

ФС, отработанные длительным эволюционным развитием живых существ, являются единицами интегративной деятельности организма. При сравнении ФС различного уровня организации можно выделить общие свойства:

1. Устойчивость результата деятельности системы, которая достигается соответствующими механизмами саморегуляции .
2. Постоянная оценка достигнутого результата с помощью обратной афферентации.
3. Наличие множественных исполнительных механизмов активного воздействия на результат.
4. Взаимодействие отдельных элементов системы достижению полезного для системы результата.
5. Общая функциональная архитектура.



## 2.2. Принципы взаимодействия функциональных систем

Целостный организм в каждый данный момент времени представляет слаженное взаимодействие – интеграцию (по горизонтали и вертикали) различных ФС, что определяет нормальное течение метаболических процессов. Таким образом, жизнедеятельность осуществляется не только по принципу рефлекса, т.е. от стимула к действию, но и по принципу самоорганизации и саморегуляции: отклонение того или иного физиологического показателя в организме от уровня, обеспечивающего его нормальный метаболизм, немедленно приводит в действие активный системный процесс, направленный на восстановление оптимального уровня измененного метаболизма.

В отличие от рефлекса, который в любой его форме является реакцией организма на тот или иной стимул, функциональные системы, участвующие в построении гомеостаза и поведенческих актов, обладают рядом новых свойств. Они не только реагируют на внешние стимулы, но и по принципу обратной связи отвечают на различные смещения контролируемых ими жизненно важных результатов. Кроме того, в них формируются опережающие действительные события реакции, а также происходит сличение (коррекция) достигнутых результатов с текущими потребностями организма.

В каждую функциональную систему, имеющую подчеркнутый жизненно важный для организма в целом результат, объединяются различные органы и ткани строго избирательно, независимо от их принадлежности к анатомическим системам. Каждая ФС избирательно включает нервные и гуморальные регуляторные механизмы.

1. **Принцип иерархии.** Целостный организм представляет из себя слаженное взаимодействие множества ФС различного уровня организации. В каждый данный момент времени деятельность целого организма определяется **ведущей** по социальной или биологической значимости саморегулирующейся ФС. В это время все другие саморегулирующиеся ФС взаимодействуют достижению организмом результата деятельности доминирующей ФС. После удовлетворения ведущей потребности ее положение занимает другая наиважнейшая потребность.

Например, в биологическом плане доминирующее положение занимает ФС, обеспечивающая целостность тканей, затем – ФС питания, далее ФС воспроизведения потомства и др.

2. **Принцип многосвязного взаимодействия.** ФС представляют собой динамические саморегулирующиеся организации, все элементы которых в целом содействуют достижению полезных для системы и для организма в целом приспособительных результатов. Различные ФС работают для достижения общего результата. Например, в ФС гомеостаза входят ФС, поддерживающие рН крови, ФС осмотического давления и т.д.

3. **Принцип системогенеза.** ФС в онтогенезе созревают по мере надобности. Раньше других формируются наиболее жизненно важные - ФС кровообращения, дыхания, питания и их компоненты.

## Вопросы к семинарскому занятию

1. Дайте понятие функциональной системы, классификацию ФС.
2. Перечислите свойства ФС.
3. Назовите основные стадии работы ФС.
4. Принципы взаимодействия ФС.

### 3. Созревание функциональных систем детей и подростков

На созревание всех ФС прежде всего влияет уровень двигательной активности ребенка на всех возрастных этапах. Формирование анализаторных систем зависит от воздействия соответствующих раздражителей на органы чувств ребенка.

#### 3.1. Нервная система и анализаторы

##### Основные понятия

Основной принцип работы нервной системы – **рефлекс**. Рефлекс – это ответная реакция организма на действие раздражителя. Еще И.М. Сеченов в книге «Рефлексы головного мозга» (1862) высказал мысль о том, что все виды сознательной и бессознательной деятельности человека представляют собой более или менее сложные рефлекторные реакции.

Структурной (морфологической) основой рефлекса является **рефлекторная дуга**, состоящая из цепочки нейронов, соединяющихся между собой с помощью синапсов. Рефлекторная дуга включает:

1. **Рецептор** – нервная или специализированная клетка, воспринимающая раздражитель и преобразующая любую энергию (световую, звуковую, химическую и т.д.) в энергию нервного импульса, т.е. на язык, понятный для нервных клеток.
2. **Афферентные проводящие пути**, или центростремительные, или чувствительные.
3. **Центр рефлекса** (в нервном узле, в спинном или головном мозге).
4. **Эфферентные проводящие пути**, или центробежные, или эффекторные.
5. **Эффектор** – орган-исполнитель (чаще всего мышца или секреторная клетка).

**Высшая нервная деятельность (ВНД)** направлена на адаптацию организма к изменяющимся условиям внешней среды, она связана с деятельностью высших этажей ЦНС, в основном коры больших полушарий. **Низшая нервная деятельность** – это деятельность нервной системы, направленная на управление работой внутренних органов.

Развитие ВНД детей находится в тесной связи с формированием структуры коры больших полушарий и в целом системы анализаторов.

Головной мозг новорожденного не зрелый. В нем еще не сформированы слои и подслои коры. Эти процессы наиболее активно идут сразу после рождения и завершаются только к 3-5 годам. Параллельно происходит **миелинизация**

нервных волокон, в результате чего повышается скорость передачи нервных импульсов. В соматической нервной системе большинство волокон миелинизируются, безмиелиновые волокна в основном остаются только в автономном отделе нервной системы.

Различают **безусловные** (видовые, или врожденные, или генетически обусловленные) и **условные** рефлексy. Условные рефлексy образуются с первых дней или недель жизни.

В первый период жизни основные жизненные функции сводятся к приему пищи, поэтому самые ранние рефлексy – пищевые, например, сосание в ответ на положение ребенка во время кормления (с 8-15 дней); на 2-4-й неделе образуются искусственные защитные и пищевые условные рефлексy на вестибулярные раздражители; с 3-4-й недели – условные рефлексy на проприоцептивные раздражения; к 1 месяцу – рефлексy на запаховые раздражители, условные пищевые и оборонительные рефлексy на звуковые сигналы, затем на зрительные и тактильные раздражители.

С начала 2-го месяца условные рефлексy образуются на световые раздражения, формируются условные пищевые и защитные рефлексy на кожно-тактильные раздражители, рефлексy на вкусовые вещества.

В раннем детстве формируются динамические стереотипы, например, изменения ВНД согласно распорядку дня. С 3 до 5 лет увеличивается количество динамических стереотипов.

Раньше всего развиваются **наиболее филогенетически древние сенсорные системы**:

1. **Кожный и двигательный анализатор.** Даже у эмбриона в 7,5 недель отмечены двигательные рефлексy в ответ на тактильное раздражение. В начале 3-го месяца после рождения параметры кожной чувствительности соответствуют показателям взрослого.

2. **Вестибулярный анализатор.** Даже у плода имеются вестибулярные рефлексy, например, на изменение позы изменяется положение конечностей.

3. **Вкусовой анализатор.** Адекватные реакции наблюдаются с 9-10-го дня жизни. Тонкость дифференцировки основных пищевых веществ формируется к 3-4 месяцам. До 6 лет вкусовая чувствительность повышается и доходит до уровня взрослого.

4. **Обонятельный анализатор** функционирует с момента рождения. Дифференцировка запахов отмечается на 4-м месяце.

Позже других созревают **зрительный и слуховой анализаторы**, особенно корковые звенья. Новорожденный воспринимает простые зрительные и слуховые раздражители, однако ребенок видит только элементы изображений, лишь с 16 недель – целостное изображение. Средствами развития зрительного восприятия являются яркие игрушки, одежда, интерьер комнаты. Средствами развития слуха могут служить музыка и звуки природы.

У новорожденного глаза дальнорезкие. По мере роста они становятся соразмерными. Острота зрения в 4-5 лет составляет 80%, в 5-6 лет – 86%, в 7-8 лет – 91%, в 10-15 лет 98-115%. Пространственное видение совершенствуется особенно быстро до 9 лет, приближается к уровню взрослых к 16-17 годам, после

40 лет область стереоскопического восприятия несколько уменьшается. Световая чувствительность повышается от 4 до 20 лет, после 30 лет начинается уменьшаться. Есть ли цветное зрение у новорожденного, до конца не выяснено. Цветовое зрение резко улучшается до 10 лет, затем продолжает улучшаться до 30 лет, а позднее медленно снижается.

Восприятие звуков отмечается у плода в последние месяцы. Новорожденный осуществляет элементарный анализ звуков. Дифференцировку качества и высоты звуков отмечают на 2-3-м месяце жизни. Чувствительность слуха резко повышается с 3 до 6-7 месяцев, наибольшая острота слуха – в 14-19 лет.

С возрастом изменяются основные конституциональные свойства нервной системы, определяющие тип ВНД, - **сила, подвижность и уравновешенность возбуждения и торможения.**

Подростки обоего пола отличаются от взрослых более высокой **возбудимостью** нервной системы. У юношей возбудимость нервной системы снижается до уровня взрослых мужчин к 18 годам, у девушек к 16-18 годам возбудимость резко повышается, а к 19 годам снижается до уровня взрослых женщин.

**Сила нервной системы** у подростков ниже, чем у взрослых, у девушек, ниже, чем у юношей-сверстников. Повышение силы нервной системы до уровня взрослых у юношей происходит к 18 годам, у девушек - к 19. Наиболее слабая нервная система у 17-18-летних девушек.

**Подвижность нервных процессов** у подростков и юношей хуже, чем у взрослых мужчин, а у подростков-девушек лучше, чем у взрослых женщин. У юношей подвижность изменяется циклически, а у девушек постепенно понижается от года к году.

**Показатели уравновешенности нервных процессов** у подростков хуже, чем у взрослых. У юношей преобладает возбуждение, у девушек – торможение (т.к. у них слабая нервная система).

Типы ВНД генетически обусловлены. На основе каждого типа ВНД развивается соответствующий тип темперамента:

1. **Сильный уравновешенный подвижный тип** соответствует **сангвиническому** темпераменту.
2. **Сильный неуравновешенный подвижный – холерик.**
3. **Сильный уравновешенный инертный – флегматик.**
4. **Слабый тип – меланхолик.**

### 3.2. Опорно-двигательный аппарат

**Рост костей в длину** происходит путем деления клеток в хрящевых прослойках неокостеневших участков. В трубчатых костях пластинки роста находятся в **метафизах**. **Рост в толщину** происходит за счет деления внутреннего слоя клеток **надкостницы**.

Мозговой череп растет до 7 лет, особенно в 1-й год жизни. К 1,5-2 годам зарастает самый крупный родничок – передний. Наличие родничков –

необходимое условие для нормального прохождения по родовым путям, а также для того, чтобы рост черепа поспевал за ростом головного мозга. К 7 годам размер головы составляет 90% от окончательного. Лицевой череп растет преимущественно в подростковом возрасте, черты лица продолжают изменяться до 25 лет. Грудной и поясничные отделы позвоночника преимущественно растут в грудном возрасте и в раннем детстве, шейный отдел – позднее. Конечности наиболее быстро растут в подростковом возрасте. После достижения уровня половых гормонов значений взрослых людей зоны роста в трубчатых костях закрываются и рост останавливается. Дальнейшее небольшое увеличение роста возможно за счет хрящей позвоночника.

Мышцы – наиболее быстро растущий орган после рождения, особенно в первый год жизни. Развитие мышц напрямую зависит от двигательной активности. Постепенно повышается сила, быстрота и ловкость, точность движений.

Формируются изгибы позвоночника и свод стопы. У новорожденного спина и стопа плоские. В 1,5 месяца формируется шейный лордоз, в 6-7 мес. – грудной кифоз, затем поясничный лордоз и крестцовый кифоз. В основном заканчивается формирование осанки к моменту полового созревания, когда крестцовые позвонки срастаются в единую кость – крестец. Свод стопы начинает формироваться в раннем детстве, когда ребенок начинает ходить. К младшему школьному возрасту стопа в норме имеет продольные и поперечный своды.

### 3.3. Сердечно-сосудистая система

Сердце новорожденного отличается от сердца взрослого кроме размеров еще и соотношением размера предсердий и желудочков. У новорожденного они соотносятся 1:4,5, у взрослого 1: 6,4. Существуют 2 периода активного роста сердца: первый в течение первого года жизни (увеличивается в 2 раза), второй – в периоде полового созревания от 14 до 18 лет (за 4-5 лет в 2 раза). До 7 лет сердце увеличивается в 5 раз по отношению к сердцу новорожденного, к 18 годам – в 12 раз.

Основные функциональные показатели: **частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический объем (СО) и артериальное давление (АД).**

В норме у взрослого человека в покое ЧСС составляет 60-80 уд/мин. У новорожденного она намного выше – 140 уд/мин. В 8-10 лет она составляет 85-90 уд/мин, а к 15 годам приближается к величине взрослого. Снижение ЧСС объясняется изменением соотношения тонуса симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы.

Количество крови, которое выбрасывается желудочком сердца за одно сокращение, называется систолическим, или ударным объемом. Левый и правый желудочки выталкивают одинаковый объем крови – 60-80 мл. У спортсменов при физической нагрузке СО может возрастать до 200-250 мл. У новорожденного СО равен 2,5 мл, к 1 году он увеличивается в 4 раза (10 мл), к 7 годам – в 9 раз (22,5 мл), а к 12 годам – в 16 раз (более 40 мл).

Количество крови, выбрасываемое сердцем в 1 мин, называется *минутным объемом крови* (МОК). Он равен произведению СО на ЧСС.

Переменное давление, под которым кровь находится в кровеносном сосуде, называется **кровяным давлением**. Наиболее высокое давление в аорте, по мере удаления от сердца давление снижается. В крупных артериях и венах давление снижается плавно, в артериолах и капиллярах, где сопротивление току крови самое большое, давление крови наименьшее. Кровяное давление меняется. Наибольшее кровяное давление – во время сокращения желудочков. Оно называется **систолическим**, или **максимальным**. В фазу диастолы давление понижается и становится **минимальным**, или **диастолическим**. Разность между систолическим и диастолическим давлением называется **пульсовым давлением**. В плечевой артерии человека систолическое давление составляет 110-125 мм рт. ст., а диастолическое – 60-85 мм рт. ст. У детей АД значительно ниже, чем у взрослых, тем у него больше капиллярная сеть, шире просвет сосудов, меньше сопротивление, а следовательно, ниже давление. После 50 лет систолическое давление повышается до 130-145 мм рт. ст. АД, ЧСС, СО и МОК повышаются при мышечной деятельности и при различных эмоциональных состояниях, при стрессе.

Скорость тока крови по сосудам больше в узких участках и меньше в широких. В аорте скорость кровотока 500 мм/с. В артериях скорость меньше, поскольку хотя каждая артерия уже аорты, но суммарный просвет всех артерий больше, чем у аорты. Суммарный просвет всех капилляров в 1000 раз больше просвета аорты, поэтому скорость кровотока в них в 1000 раз ниже – 0,5 мм/с. Медленный ток крови в капиллярах способствует газообмену и переходу питательных веществ из крови и продуктов распада в кровь.

Скорость кругооборота крови с возрастом замедляется, поскольку снижается ЧСС, увеличивается длина сосудов, а с возрастом снижается эластичность сосудов. У новорожденного полный кругооборот (т. е. кровь проходит большой и малый круг кровообращения) совершается за 12 с, у 3-летних – за 15 с, в 14 лет – за 18,5 с, у взрослого – за 22 с.

### 3.4. Дыхательная система

По строению дыхательные пути детей значительно отличаются от органов дыхания взрослых.

Ребенок рождается с недоразвитой полостью носа, в связи с чем дыхание через нос у него затруднено. У него относительно узкие носовые отверстия, практически отсутствуют придаточные полости носа, лобные пазухи и нижний носовой ход. Только с 2 лет начинает увеличиваться гайморова полость, а лобные пазухи окончательно формируются к 15 годам. Объем носовой полости с возрастом увеличивается в 2,5 раза.

Гортань у детей уже, чем у взрослых и расположена выше. До 5 лет она растет медленно и по размерам и форме одинакова у мальчиков и девочек. Наиболее интенсивно растет с 10 до 14 лет, когда проявляются и половые особенности ее развития. У мальчиков образуется кадык, удлиняются голосовые

связки, гортань становится шире и длиннее, чем у девочек, поэтому происходит изменение голоса.

Слизистая дыхательных путей у детей богато снабжена кровеносными сосудами, суха, нежна и ранима. В сочетании с узким просветом трахеи и бронхов создаются условия, усиливающие подверженность воспалительным заболеваниям органов дыхания по сравнению со взрослыми.

Рост легких с возрастом происходит главным образом за счет увеличения количества и объема альвеол. Объем альвеол у новорожденного в 3 раза меньше, чем у взрослого. Наиболее активно альвеолы растут после 12 лет (в период бурного роста). Поверхность легких у новорожденного равна 6 кв. м, к 17 годам она достигает 90 кв. м (уровень взрослого). Объем легких к 12 годам увеличивается в 10 раз по сравнению с новорожденным, а к 17 годам – в 20 раз.

Темпы развития грудной клетки и дыхательных мышц особенно высоки в период полового созревания. В раннем детстве главной дыхательной мышцей является диафрагма, поэтому у маленьких детей брюшной тип дыхания. По мере развития межреберных мышц к 1-3 годам появляется грудной тип дыхания, который к 7 годам становится выраженным. Опускается купол диафрагмы (у 5-летних он расположен на уровне 8-9-го ребра, в 10 лет – 10-11-го ребра). Увеличивается окружность грудной клетки: в 7-13 лет по 1,5-2 см в год, в 14-17 лет по 2,5-3,5 см в год.

Половая дифференцировка дыхания начинается в 7-8 лет и заканчивается к 14-17 годам. У девушек формируется грудной, а юношей – брюшной тип дыхания. Тип дыхания может изменяться в зависимости от рода деятельности, занятий спортом, переходить в смешанный или меняться на противоположный.

Дети первых лет жизни более устойчивы к гипоксии (кислородному голоданию), чем взрослые, так как у них ниже возбудимость дыхательного центра из-за незрелости функций нервной системы, а также по причине более высокой концентрации кислорода в альвеолах за счет частого дыхания. Уровня взрослого возбудимость дыхательного центра достигает к школьному возрасту, а у подростков наблюдается меньшая устойчивость к гипоксии, чем у взрослых, в связи с временными нарушениями регуляции дыхания.

Основными функциональными показателями дыхательной системы являются:

- **частота дыхания (ЧД)** – количество дыхательных движений в минуту;
- **дыхательный объем (ДО)** – количество воздуха, вдыхаемое при спокойном вдохе;
- **жизненная емкость легких (ЖЕЛ)** – количество воздуха, выдыхаемое после максимального вдоха;
- **минутный объем легких (МОЛ)** – количество воздуха, которое проходит через легкие в минуту (ЧД•ДО), л/мин;
- **максимальная вентиляция легких (МВЛ)** – максимальное количество воздуха, которое может быть провентилировано легкими в 1 минуту.

ЧД зависит от возраста, состояния здоровья, температуры окружающей среды, уровня тренированности, величины мышечной нагрузки, от умственной нагрузки, от эмоционального состояния. У взрослого человека в покое ЧД равна

12-18 ц/мин, при физической нагрузке ЧД возрастает в 2-3 раза и более (до 60 и более ц/мин). У спортсменов ЧД составляет 10-14 ц/мин. У детей ЧД больше, с возрастом уменьшается: у новорожденного до 60 ц/мин (дыхание частое и поверхностное), в 5-7 лет – 25 ц/мин, в 13-15 лет – 18-20 ц/мин.

ДО у взрослого составляет  $\approx 500$  мл. Из них 140 мл остаются в дыхательных путях (не участвуют в газообмене) и 360 мл поступают в альвеолы.

ЖЕЛ в среднем составляет 3500 мл (3,5 л). Зависит от тренированности (рода занятий), возраста и пола. У спортсменов и оперных певцов до 6-7 л, у мужчин больше, чем у женщин. У детей ЖЕЛ меньше, с 5 до 18 лет значительно увеличивается, до 35 лет остается постоянной, а затем уменьшается.

МОЛ у новорожденного в пересчете на 1 кг массы тела в 4 раза больше за счет высокой ЧД. У взрослого 5-6 л/мин.

МВЛ может доходить у здорового взрослого человека до 110-190 л/мин, у спортсменов до 200-250 л/мин.

### 3.5. Иммунная система

У новорожденного большую роль играет **пассивный** иммунитет, полученный в пренатальном периоде через плаценту и затем с молоком матери. Уже в первые дни после рождения организм ребенка способен сам вырабатывать **иммуноглобулины (антитела)**. Но окончательное созревание системы иммунитета наблюдается только к периоду полового созревания, а первичное становление иммунитета – уже к 4 годам.

К старости иммунитет в целом снижается: наблюдается инволюция и снижение функциональной активности тимуса, снижается активность Т-клеток, уменьшается количество клеток иммунной памяти. Не изменяется только количество В-клеток в периферической крови и активность макрофагов

### 3.6. Пищеварительная система

Молочные зубы начинают прорезываться на 6-7-м месяце жизни. До конца первого года прорезываются 8 зубов, в течение второго и иногда половины третьего года – еще 12 зубов. Они нежны и хрупки по сравнению с постоянными зубами, поэтому пища должна быть щадящей зубы ребенка. Кроме того, молочные зубы легко разрушаются и портятся, поэтому требуется периодическая санация полости рта у детей (раз в 6 месяцев), особенно в период смены зубов, когда кариозные молочные зубы могут соседствовать с постоянными.

Смена зубов на постоянные начинается в 5-6 лет и заканчивается в 12-14 лет, прорезывание постоянных зубов продолжается до 19-25 лет, когда появляется 4 зуба мудрости.

Слюнные железы в первые месяцы функционируют слабо. С появлением молочных зубов их деятельность усиливается, так как расширяется возможность потребления твердой и сухой пищи, что требует больше слюны. В зависимости от характера пищи рефлекторно изменяется не только количество слюны и содержание в ней ферментов.



Слизистая пищевода у детей нежна, ранима, эластическая ткань плохо развита, поэтому надо избегать грубой пищи. Длина пищевода новорожденного 10-11 см, что в 2,5-3 раза меньше, чем у взрослого (25-32 см) по абсолютной величине, но его относительная длина (к длине тела) больше, чем у взрослых.

С рождения начинается активный рост объема желудка: к 1 месяцу – в 2 раза, к 2 месяцам – в 3 раза, к 1 году – в 10 раз. Мышечный слой и эластические элементы желудочной стенки развиты слабо. Желудочные железы достаточно зрелые, они выделяют все составляющие желудочного сока. Кислотность желудочного сока и активность ферментов у детей ниже, с возрастом растет. Это обуславливает сниженные бактерицидные свойства сока и более высокую подверженность детей желудочно-кишечным заболеваниям. Начиная с пубертата, проявляются половые различия показателей желудочной секреции: у лиц мужского пола кислотность и ферментовыделение достоверно выше, что связано с более высоким уровнем обмена веществ.

Поджелудочная железа и печень хотя и готовы к функционированию со дня рождения, продолжают расти. Поджелудочная железа активно растет до 11 лет, эндокринная ее часть развивается до 16 лет. Печень активно растет до 3-4 лет и в 14-15 лет.

Длина кишечника у детей относительно больше, чем у взрослых. Особенно интенсивно кишечник растет от 1 до 3 лет и от 10 до 15 лет. После 9 лет рост толстого кишечника опережает рост тонкого, до 9 лет они растут равномерно. Мышечный слой и эластические волокна стенки кишечника у детей развиты слабо, поэтому у них часты запоры.

### **3.7. Выделительная система**

Почки детей относительно больше, чем у взрослых. У детей их масса составляет приблизительно 1/100 массы тела, у взрослых – 1/200. Наиболее интенсивно почки растут на первом году жизни, в период полового созревания и к 20 годам. Отдельные процессы образования мочи в почках формируются не одновременно: фильтрация в клубочках – к 1 году, секреция в канальцах и обратное всасывание – к 5 месяцам. Созревание морфологических структур почки в основном завершается к 5-7 годам.

С возрастом растет объем мочевого пузыря: у годовалого ребенка он равен 200 мл, у взрослого человека – 750 мл. У детей всех возрастов мочеиспускание происходит чаще, чем у взрослых, и мочи выделяется относительно больше, чем у взрослых (у них более интенсивный водный обмен и режим питания содержит больше углеводов и воды). В течение первого года жизни мочеиспускание произвольное, затем по мере созревания центральных нервных регуляторных механизмов и воспитания акт мочеиспускания становится произвольным, но у некоторых детей наблюдается ночное недержание мочи (нерациональный режим жизни – еда перед сном, обилие жидкости, ненормальный сон - или нервно-психические нарушения). Чаще это бывает у мальчиков, обычно прекращается к 10 годам или в период полового созревания.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### Практическая работа №1. Исследование внимания

**Цель:** ознакомиться с методом исследования внимания как одной из высших проявлений интегративной способности центральной нервной системы.

**Задача:** оценить количественно скорость воспринятой информации в подростковом и юношеском возрастах.

**Оборудование:** Корректирующая таблица, секундомер, заостренная палочка для подсчета знаков.

**Ход работы:**

1. Испытуемого ознакомить с условиями и общей задачей эксперимента.
2. Перед испытуемым положить таблицу в одной из ориентаций и карточку с увеличенным изображением того знака, который ему предстоит подсчитать. Дать инструкцию: «На этой карточке изображен знак в виде кольца с разрывом. Обратите внимание, в каком положении находится разрыв на кольце. Вы должны подсчитать, сколько таких знаков содержится в таблице. К подсчету приступайте по моей команде. Как только сосчитаете, громко назовите полученное число».
3. Одновременно с командой «Начинайте» включить секундомер.
4. По произнесении ответа секундомер остановить. Подсчет повторить после 10 минутного чтения иностранного текста.
5. Данные опыта оформить в виде таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Порядковый номер	ФИО	пол	Возраст	Ориентация таблицы	Номер знака	Количество знаков		Ошибка	Время, с	S, бит/с
						действительное	полученное			
1										
2										
3										
4										
...										

6. Провести исследование в разных возрастных группах (подростковом и юношеском), определить среднюю, стандартное отклонение и сравнить полученные результаты (табл. 3).

Таблица 3

#### Корректирующая таблица

Ориентация	Номер знака							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	73	74	80	96	76	81	86	94
2	76	81	86	94	73	74	80	96
3	86	94	73	74	80	96	76	81
4	80	96	76	81	86	94	73	74

### Методические указания

Данные о процессах возбуждения, внутреннего и внешнего торможения нервной системы в процессе учебной деятельности у подростков, юношей и девушек можно получить, пользуясь методом корректурных текстов. Этот метод прост и может быть использован в любых экспериментах, в том числе и массовых. Корректурные таблицы могут быть составлены из букв (таблицы В.Я. Анфимова) или буквенных сочетаний (таблицы А.И. Иванова-Смоленского), из цифр (таблицы К.Платонова), из колец Ландольта (таблицы А.А. Генкина, В.И. Медведева и М.П. Шека), а также геометрических фигур или иметь вид лабиринта.

При работе с любой корректурной таблицей задание заключается в подсчете или вычеркивании заданных знаков либо их комбинаций, а также (в случае лабиринта) в прокладывании «пути». При этом учитываются время выполнения задания и количество допущенных ошибок. Кроме того, характер ошибок в известной степени позволяет судить о некоторых сторонах нейродинамики коры головного мозга и особенностях его интегративной деятельности (например, пропуск знака, стоящего вслед за вычеркнутым, может свидетельствовать о явлении отрицательной индукции, а пропуск знака вслед за дифференцировочным – о последовательном торможении).

Любую корректурную таблицу можно рассматривать как последовательность сигналов определенной статистической структуры, учет которой является обязательным при анализе получаемых данных. В буквенных таблицах, получивших наибольшее распространение, разные буквы размещены с неодинаковой частотой, причем обязательно не с той, с которой они встречаются в литературной речи. Такое расхождение вероятностей сигналов, заданное в эксперименте и выработанное в предшествующем жизненном опыте, в значительной мере затрудняет анализ и сопоставление результатов и требует предварительной тренировки испытуемых.

Этого недостатка лишены корректурные таблицы из колец Ландольта, состоящие из равновероятностного количества знаков в виде колец с восемью различными местоположениями разрыва. Всего таблица включает в себе 660 знаков с вероятностью обнаружения каждого из них равной 1/8 (см. Приложение).

Такая таблица может быть использована в четырех ориентациях, будучи повернута вверх от исследуемого одной из четырех сторон (при этом меняется относительное местоположение разрывов). Действительное количество знаков при разной ориентации корректурной таблицы приведено в таблице 2. Ошибку при подсчете определяют, сопоставляя количество знаков, названное испытуемым, с действительным.

Использование корректурных таблиц в качестве теста позволяет количественно выразить скорость воспринятой и переработанной во время опыта информации ( $S$ , бит/с) по следующей формуле:  $S = (0,5436N - 2,807n)/T$ , где  $N$  – число знаков в таблице,  $n$  – число ошибок (пропущенных при подсчете знаков),  $T$  – время подсчета (с).

**Рис. 2. Корректирующая таблица (кольца Ландольта)**

## Практическая работа №2. Нарушения опорно-двигательного аппарата

**Цель:** познакомиться с основными нарушениями скелета и методиками их диагностики.

**Задача:** освоить методики диагностики сколиозов и плоскостопия.

**Оборудование:** плантограммы стоп (отпечатки на бумаге, приготовленные заранее с использованием гуаши или жирного крема), отвес (нитка с грузом), сантиметровая лента.

**Ход работы:**

### 1. Диагностика сколиозов по Кирхгоферу.

На раздетом человеке найти выступающий позвонок (VII шейный). Попросить человека встать в привычной позе и приложить отвес. Если линия позвоночника (предварительно можно прорисовать остистые отростки позвонков) отходит от линии отвеса более, чем на 1,5 см, то диагностируется сколиоз. Далее можно попросить человека выпрямить спину и проверить соответствие с отвесом, чтобы определить степень сколиоза (см. методические указания ниже).

### 2. Диагностика сколиозов по Машкову.

Найти и отметить следующие точки: выступающий позвонок (VII шейный), IV поясничный позвонок (ямка на позвоночнике чуть ниже талии) и нижние углы лопаток. Измерить расстояния от верхней точки (VII шейный позвонок) до углов лопаток, затем от нижней точки (IV поясничный позвонок) до углов лопаток. Соответствующие правые и левые отрезки должны быть попарно равны. Допустимые отклонения не более 1,5 см. Если обнаружена разница более 1,5 см, то то же проделать в напряженной выпрямленной позе.

### 3. Диагностика плоскостопия по Чижину.

На плантограмме найти середину пятки (рис. 3), наивысшую точку свода, соединить эти точки. Провести касательную, как показано на рисунке. Построить перпендикуляр в наивысшей точке свода до пересечения с границей опорной поверхности стопы и с касательной. Измерить отрезки, соответствующие опорной поверхности и поверхности свода. По соотношению определить степень плоскостопия.

### Рис. 3. Метод Чижина

Если  $AB/BC < 1$ , то нормальный свод; если  $AB/BC = 1-2$ , то стопа уплощена (I степень), если  $AB/BC > 2$ , то стопа плоская (II степень).

#### 4. Диагностика плоскостопия по Яралову-Яралянцу.

На плантограмме отметить середину пятки, как показано на рисунке 4, середину стопы и середину большого пальца. Провести отрезки и определить степень плоскостопия.

Норма

Стопа уплощена (I ст.)

Стопа плоская (II ст).

**Рис. 4. Метод Яралова-Яралянца**

#### **Методические указания**

Основные нарушения опорно-двигательного аппарата (ОДА) – это **плоскостопие и нарушения осанки**.

Деформации костного скелета бывают **врожденные и приобретенные**. К врожденным относятся аномалии развития позвонков (их сращение, неправильная форма), недоразвитие ребер и их сращение. К приобретенным нарушениям ОДА относятся нарушения, полученные в результате перенесенных в раннем детстве заболеваний (рахит, некоторые инфекционные заболевания), а также из-за преждевременного сидения, стояния и хождения.

В школе нарушения осанки могут вызываться неправильным сидением за партой (если мебель не соответствует росту ребенка, либо из-за плохого освещения приходится низко наклоняться, либо из-за привычки сидеть неправильно); ношением тяжелых сумок в одной руке, несоответствующими возрасту тяжелыми физическими нагрузками. Кроме того, некоторые перенесенные заболевания predispose к ослаблению мышечной силы и тонуса и, следовательно, ухудшают осанку.

Среди приобретенных дефектов основную группу составляют так называемые **привычные формы нарушения осанки**, которые вначале носят функциональный характер, но в запущенных случаях могут переходить в фиксированные деформации (например, сутулая спина). Чаще всего встречаются боковые фронтальные искривления позвоночника – **сколиозы**. Сколиозы бывают **правосторонние, левосторонние и S-образные**. Различают **3 степени сколиоза**:

I степень характеризуется функциональными нарушениями осанки и нефиксированными искривлениями позвоночника, которые при активном выпрямлении спины полностью исчезают.

II степень – такие искривления, которые при активном выпрямлении только частично выправляются.

III степень – относительно прочно фиксированные искривления позвоночника, которые исчезают только при насильственном выпрямлении спины.

Нередко сколиозы II и III степени сопровождаются не только фронтальными искривлениями, но и поворотом позвонка вокруг вертикальной оси (скручивание).

**Стопа человека** имеет внутренний **продольный свод**, образованный костями предплюсны и плюсны, точнее, всего 5 продольных сводов, а также 1 поперечный, образованный головками плюсневых костей и проксимальными фалангами пальцев (головки средних плюсневых костей приподняты по отношению к I и V плюсневых костям). Положение костей фиксируется связочным аппаратом стопы. Подвижность костей стопы при ходьбе обеспечивает амортизацию органов и тканей. Основная причина плоскостопия – **слабость связочного аппарата**, в результате увеличивается опорная поверхность стопы. Различают поперечное и продольное плоскостопие, врожденное и приобретенное.

**5. Сформулируйте основные меры профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата.**

### **Практическая работа №3. Измерение АД и ЧСС. Определение СО и МОК расчетным методом**

**Цель:** научиться определять основные показатели работы сердечно-сосудистой системы.

**Задача:** научиться пользоваться тонометром, научиться делать нагрузочные пробы, производить расчеты и делать выводы.

**Оборудование:** тонометр, секундомер.

**Ход работы:**

**1. Разобрать основные показатели:** частоту сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД), а также пульсовое (ПД); систолический, или ударный объем (СО), минутный объем крови (МОК).

**2. Измерить ЧСС в покое** за 10 сек, умножить на 6. Все результаты записывать в таблицу 4. Измерить АД в покое с помощью тонометра.

**3. Измерить ЧСС и АД после 20 приседаний.**

**4. Рассчитать ПД в покое и после нагрузки:**

$$\text{ПД} = \text{САД} - \text{ДАД},$$

где ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.;

САД – систолическое давление, ДАД – диастолическое давление.

**5. Рассчитать СО в покое и после нагрузки по формуле Старка:**

$$\text{СО} = [(101 + 0,5\text{ПД}) - 0,6\text{ДАД}] - 0,6\text{А},$$

где СО – систолический объем, мл; А – возраст, лет.

**6. Рассчитать МОК в покое и после нагрузки:**

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

где МОК – минутный объем крови, мл/мин.

Таблица 4

Показатель	в покое	после нагрузки
ЧСС, уд/мин		
САД, мм рт. ст.		
ДАД, мм рт. ст.		
ПД, мм рт. ст.		
СО, мл		
МОК, мл/мин		

### 7. Сделать выводы.

При нагрузке увеличивается расход кислорода, необходимо увеличить кровоснабжение, поэтому повышается ЧСС и АД (в первую очередь СД, ДД – в меньшей степени), но в любом случае ПД возрастает. У нетренированных людей увеличение МОК происходит в основном за счет ЧСС, у спортсменов – за счет СО. При небольшой нагрузке (как в нашем случае) возрастают и ЧСС, и СО.

### Практическая работа №4. Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания (спирометрия)

**Цель:** научиться оценивать функцию внешнего дыхания.

**Задача:** научиться пользоваться спирометром и пневмотахометром, освоить методы определения основных показателей функции внешнего дыхания.

**Оборудование:** спирометр, пневмотахометр, секундомер.

**Ход работы:**

#### 1. Разобрать основные показатели системы внешнего дыхания.

ОЕЛ	ЖЕЛ	$E_{вд}$	$PO_{вд}$
			ДО
	ОО	ФОЕ	$PO_{выд}$
			ОО

**ОЕЛ** – общая емкость легких;

**ЖЕЛ** – жизненная емкость легких (максимальный объем, который можно выдохнуть после максимального вдоха);

**ОО** – остаточный объем (который всегда остается в легких);

**$E_{вд}$**  – емкость вдоха;

**ФОЕ** – функциональная остаточная емкость;

**$PO_{вд}$**  – резервный объем вдоха (максимальный объем, который можно вдохнуть после обычного вдоха);



**РО выд** – резервный объем выдоха (максимальный объем, который можно выдохнуть после обычного выдоха);

**ДО** – дыхательный объем (объем вдоха при спокойном дыхании).

**2. Определить частоту дыхания (ЧД)** за 1 минуту. Для этого необходимо положить ладонь на грудную клетку и живот. Результат записать в таблицу

**3. Пневмотахометрия** – определение силы дыхательной мускулатуры. Прибор – пневмотахометр. Измеряют объемную скорость потока воздуха при форсированном вдохе и выдохе, л/мин.

У здоровых нетренированных соотношение мощности вдоха и выдоха примерно равно 1, у больных меньше 1, у тренированных больше единицы (1,2-1,4) за счет использования резервного объема вдоха.

**4. Спирометрия.** Прибор – спирометр. Определяют фактические величины ЖЕЛ, ДО, РО вдоха и РО выдоха в положении сидя. Рассчитывают должную величину ЖЕЛ по формуле:

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{муж}} = (26,63 - 0,122 \cdot \text{В}) \cdot \text{L},$$

$$\text{ЖЕЛ}_{\text{жен}} = (21,78 - 0,101 \cdot \text{В}) \cdot \text{L},$$

где В – возраст, лет; L – длина тела, см.

Отклонения в норме не должны превышать  $\pm 15\%$ .

Затем определяют ЖЕЛ сразу после 3-минутного бега на месте (180 шагов/мин), через 1, 2 и 3 мин восстановления. Сразу после нагрузки ЖЕЛ уменьшается, затем должно наблюдаться восстановление до первоначальной величины. Если снижения ЖЕЛ не наблюдается, то или нагрузка была слишком мала, или человек хорошо тренирован для такой нагрузки. Снижение ЖЕЛ обусловлено увеличением кровенаполнения альвеол, увеличением толщины стенок и снижением их эластичности, а также утомлением дыхательных мышц.

Вычисляют жизненный индекс по формуле:

$$\text{ЖИ} = \text{ЖЕЛ}(\text{мл}) : \text{вес}(\text{кг}).$$

В норме у юношей ЖИ должен быть не менее 60 мл/кг, у девушек не менее 50 мл/кг.

**5. Определение МВЛ.** Прибор – газовые часы. У нетренированных при максимальной нагрузке 110-190 л/мин, спортсменов – до 200-250 л/мин.

**6. Проба Розенталя.** 5 раз измеряют ЖЕЛ с интервалами 15 сек. Если ЖЕЛ убывает, то наблюдается ухудшение функционального состояния системы дыхания, кровообращения или нервной системы.

### Практическая работа №5. Дыхательные пробы

**Цель:** ознакомиться с функциональными пробами, которые дают возможность оценить резервы сердечно-сосудистой, дыхательной систем организма и, тем самым, косвенно оценить интегральную работоспособность.

**Задача:** оценить количественно способность задержки дыхания на вдохе (проба Штанге) и на выдохе (проба Генча) с учетом динамики сердечного пульса в подростковом и юношеском возрастах.

**Оборудование:** секундомер.

**Ход работы:**

1. Испытуемого ознакомить с условиями и общей задачей эксперимента.
2. Подсчитать у испытуемого пульс в покое посредством пальпации в проекции лучевой (запястье) или сонной (середина грудиноключичнососцевидной мышцы) артерии за 15 секунд. Умножив количество ударов на 4 получить значение пульса за 1 мин.
3. Испытуемый делает глубокий вдох и задерживает дыхание (проба Штанге). Одновременно с задержкой дыхания включить секундомер. Задержка дыхания осуществляется до субъективно возможного ощущения недостатка воздуха. Одновременно с вдохом выключить секундомер. Записать время задержки дыхания в секундах. Подсчитать пульс за 15 секунд и вычислить количество ударов за 1 минуту.
4. Испытуемый отдыхает в течение 3 минут.
5. Испытуемый делает глубокий выдох и задерживает дыхание (проба Генча). Одновременно с задержкой дыхания включить секундомер. Задержка дыхания осуществляется до субъективно возможного ощущения недостатка воздуха. Одновременно с вдохом выключить секундомер. Записать время задержки дыхания в секундах. Подсчитать пульс за 15 секунд и вычислить количество ударов за 1 минуту.
6. Вычислить процентное отношение величины пульса после задержки дыхания к величине в покое.
7. Данные опыта оформить в виде таблицы (табл. 5).

Таблица 5

№	ФИО	Возраст, пол	Проба	Длительность задержки дыхания, с	Учащение дыхания (% к исходному)
			Штанге		
			Генча		

8. Оценить полученные индивидуальные данные у юношей и девушек по таблице 6.

9. Провести исследование в разных возрастных группах (подростковом и юношеском), определить среднюю, стандартное отклонение и сравнить полученные результаты.

Таблица 6

**Оценка результатов пробы**

Проба	Длительность задержки дыхания, с			Учащение пульса (проценты к исходному)	
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Благоприятно	Неблагоприятно
Штанге	<39	40-49	>50	< 120	>120
Генча	<34	35-39	>40	< 120	>120

### Методические указания

У новорожденных дыхательная периодика нерегулярна, серии частых дыханий чередуются с более редкими, примерно 1 раз в 1-2 минуты возникают глубокие вдохи. Возможны внезапные остановки дыхания, что объясняется низкой чувствительностью нейронов дыхательного центра к гиперкапнии. Однако у новорожденных есть одно важное приспособление – очень высокая устойчивость к гипоксии. Это позволяет им выдерживать длительные апноэ. Во время грудного вскармливания частота дыхания соответствует частоте сосательных движений: центр сосания навязывает инспираторным нейронам свой ритм возбуждения. С возрастом совершенствуется деятельность дыхательного центра – развиваются механизмы, обеспечивающие четкую смену дыхательных фаз, и формируется способность к произвольной регуляции дыхания.

Такая способность появляется к началу периода гуления, т.е. в период становления речи (2-4 мес.). К 11 годам хорошо выражена приспособляемость дыхания к различным условиям. Чувствительность нейронов дыхательного центра к содержанию CO<sub>2</sub> с возрастом повышается достигая «взрослого» состояния к 7-8 годам. В период полового созревания происходят временные нарушения регуляции дыхания: у подростка организм отличается меньшей устойчивостью к недостатку кислорода, чем у взрослого. Дети и подростки меньше, чем взрослые способны задерживать дыхание и работать в условиях недостатка кислорода. У детей ниже способность преодолевать гипоксические и гиперкапнические сдвиги в крови. Существуют функциональные пробы, которые дают возможность оценить резервы организма, и тем самым оценить интегральную работоспособность. Так, используются дыхательные пробы – задержка дыхания на вдохе (проба Штанге) или задержка дыхания на выдохе (проба Генча). В возрасте 5-6 лет максимальная длительность задержки дыхания на вдохе достигает 16 с, в 7 лет – 28с, 10 лет – 40-50 с., в 14-17 лет – 80-90 с.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапин М.Р., Брыксина З.Г. Анатомия и физиология детей и подростков: Учеб. пособие для студ. пед. вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 456 с.
2. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков: Учеб. пособие для студ. дефектол. фак. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 400 с.
3. Физиология человека: Учебник (для студ. мед. вузов). В 2 т. / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2001. – 448+368 с.
4. Хрипкова А.Г и др. Возрастная физиология и школьная гигиена: Пособие для студ. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1990. – 319 с.
5. Нормальная физиология: Курс физиологии функциональных систем / Под. ред. К.В. Судакова.- М.: Медицинское информационное агентство, 1999.- 718 с.

**Александр Николаевич Ерохин**

**Ольга Анатольевна Жилина**

## ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ОРГАНОВ И СИСТЕМ

Методические рекомендации к проведению практических занятий по дисциплине «Возрастная анатомия, физиология и гигиена» для студентов специальности 031700 («Олигофренопедагогика») и 031800 («Логопедия») и по дисциплине «Возрастная физиология» для студентов специальности 020400 («Психология») и 022300 («Физическая культура и спорт»)

**Редактор**

---

Подписано к печати		Бумага тип №
Формат	Усл. п.л.	Уч. изд. л.
Заказ	Тираж экз.	Цена свободная

---

Издательство Курганского государственного университета  
640669 г. Курган, ул. Гоголя, 25  
Курганский государственный университет, ризограф