

Г.Р. АБДУЛЛАЕВ, А.А. МУХТОРОВ

Возрастная физиология и гигиена



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

НАМАНГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.Р. АБДУЛЛАЕВ, А.А. МУХТОРОВ

Возрастная физиология и гигиена

(методическое пособие)

Наманган - 2018

Составители: **Г.Р. Абдуллаев - доктор биологических наук кафедры физиологии и основы валеологии Наманганского государственного университета**

А.А. Мухторов - преподаватель кафедры Физиологии и основы валеологии Наманганского государственного университета

Рецензенты: **А.Н. Арипов - кандидат биологических наук, доц.**
С.А. Мавланова - кандидат биологических наук, доц.
Э.Ф. Икромов - кандидат биологических наук, доц.

Программа основана на достижениях классической и современной науки, практической деятельности в области возрастной физиологии и гигиены, отвечает требованиям профессиональной подготовки высококвалифицированных кадров по специальной (коррекционной) педагогике в части медико-биологических дисциплин. Она включает: теоретические основы общих закономерностей роста и развития детского организма; возрастную периодизацию, а также критерии, определяющие биологический возраст на разных этапах онтогенеза; наследственность и влияние среды на развитие детского организма; чувствительные периоды развития ребенка; развитие регуляторных систем, изменение функций на разных этапах онтогенеза; возрастные особенности обмена энергии и терморегуляции; закономерности онтогенетического развития опорно-двигательного аппарата; анатомо-физиологические особенности созревания мозга; психофизиологические аспекты поведения и становление коммуникативного поведения, речи; индивидуально-типологические особенности ребенка; комплексную диагностику уровня функционального развития и готовность к обучению.

При подготовке настоящего методического пособия использован опыт работы и источники других высших учебных заведений.

Содержание пособия соответствует новому Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по всем педагогическим специальностям.

Может быть полезен студентам медицинских учебных заведений, а также учителям общеобразовательных учреждений.

Данное методическое пособие рассмотрено на учебно-методическом Совете Наманганского Государственного Университета 18 апреля 2018 года (протокол № 9) и допущено к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

К моменту рождения организм ребенка еще очень далек от зрелого состояния. Человеческий детеныш рождается маленьким, беспомощным, он не может выжить без ухода и заботы взрослых.

Необходимо много времени, чтобы он вырос и стал полноценным зрелым организмом.

Раздел физиологической науки, изучающий биологические закономерности и механизмы роста и развития, называется *возрастной физиологией*. Развитие многоклеточного организма (а организм человека состоит из нескольких миллиардов клеток) начинается в момент оплодотворения. Весь жизненный цикл организма — от зачатия до смерти — называется *индивидуальное развитие*, или *онтогенез*.

Закономерности и особенности жизнедеятельности организма на ранних этапах онтогенеза традиционно являются предметом исследования *возрастной физиологии* (физиологии развития ребенка).

Возрастная физиология — наука об особенностях жизнедеятельности организма, о функциях его отдельных систем, процессах, в них протекающих, и механизмах их регуляции на разных этапах индивидуального развития.

Частью ее является изучение физиологии ребенка в разные возрастные периоды. Учебное пособие по возрастной физиологии для студентов педагогических вузов содержит знания о развитии человека на тех этапах, когда наиболее значимо влияние одного из ведущих факторов развития — обучения.

Предметом возрастной физиологии (физиологии развития ребенка) как учебной дисциплины являются особенности развития физиологических функций, их формирование и регуляция жизнедеятельности организма и механизмов его приспособления к внешней среде на разных этапах онтогенеза.

ОБЩИЕ ЗАКОНЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ. ОРГАНИЗМ И СРЕДА.

ПЛАН:

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ
2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА
3. ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ
4. ОРГАНИЗМ И СРЕДА

1. Основные понятия возрастной физиологии

Организм — сложнейшая, иерархически (соподчиненно) организованная система органов и структур, обеспечивающих жизнедеятельность и взаимодействие с окружающей средой. Элементарной единицей организма является клетка. Совокупность клеток, сходных по происхождению, строению и функции, образует ткань. Ткани образуют органы, выполняющие определенные функции.

Функция — специфическая деятельность органа или системы.

Физиологическая система — совокупность органов и тканей, связанных общей функцией.

Функциональная система — динамическое объединение различных органов или их элементов, деятельность которых направлена на достижение определенной цели (полезного результата).

Что касается структуры предлагаемого учебного пособия, то оно выстроено так, чтобы у студентов сформировалось четкое представление о закономерностях развития организма в процессе онтогенеза, об особенностях каждого возрастного этапа.

Методы исследований в возрастной физиологии

Наука является полноценной в том случае, если ее методический арсенал соответствует задачам, которые ей приходится решать. Для возрастной физиологии важнейшая задача — изучение динамики и закономерностей изменений физиологических функций в процессе индивидуального развития. Ответы на самые разнообразные частные вопросы, возникающие по ходу такого изучения, дают два метода организации исследования, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки, но оба широко применяются в физиологии развития. Это методы *поперечного (кроссекционального)* и *продольного (лонгитудинального)* исследований.

Метод поперечного исследования (*кроссекционный*) представляет собой параллельное, одновременное изучение тех или иных свойств у представителей различных возрастных групп. Сопоставление уровня развития изучаемого свойства у детей разного возраста позволяет вывести важные закономерности онтогенетического процесса.

Метод продольного исследования применяется тогда, когда нужно составить представление именно о динамике процесса и индивидуальных особенностях этой динамики. Этот метод заключается в длительном (многие месяцы, иногда — годы) наблюдении за одними и теми же детьми.

Методический арсенал возрастной физиологии

Возрастная физиология относится к естественно-научным дисциплинам, поэтому применяемые ею методы в большинстве случаев позволяют получать количественные оценки. Этим она существенно отличается от большинства гуманитарных наук, которые используют главным образом качественные характеристики изучаемых ими объектов. Для оценки роста и развития ребенка используется набор методик, которые традиционно применяются биологическими и медицинскими науками. Первое место в таких исследованиях занимают антропометрические и физиометрические показатели. Антропометрия — это измерение морфологических характеристик тела, что позволяет количественно описать его строение. Масса и длина тела, окружность грудной клетки и талии, обхват плеча и голени, толщина кожно-жировой складки — все это (и многое другое) традиционно измеряют антропологи с помощью медицинских весов, ростомера, антропометра и других специальных приспособлений. Именно такого рода показатели используются для оценки *физического развития* детей.

Наряду с антропометрическими почти столь же часто измеряют *физиометрические* показатели. К ним относятся жизненная емкость легких (ЖЕЛ), сила сжатия кисти, становая сила и др. Эти показатели отражают одновременно и уровень анатомического развития, и некоторые функциональные возможности организма. В возрастной физиологии широко применяют физиологические и биохимические методы исследования.

2. Закономерности роста и развития организма

Организм как целое. Организм человека представляет собой сложнейшую систему иерархически (соподчиненно) организованных подсистем и систем, объединенных общностью строения и выполняемой

функцией. Элементом системы является *клетка*. В организме человека более 100 триллионов клеток. Клетки представляют собой, в свою очередь, микросистему, отличающуюся сложной структурно-функциональной организацией и многосторонним взаимодействием с другими клетками. Совокупность клеток, сходных по происхождению, строению и функции, образует *ткань*. Основные типы тканей: эпителиальная, соединительная, костная, мышечная и нервная. Каждая из тканей выполняет определенную функцию и обладает специфическими свойствами. Характерным свойством мышечной ткани является сократимость, нервной ткани — возбудимость и проводимость.

Ткани образуют *органы*. Органы занимают в теле постоянное положение, имеют особое строение и выполняют определенную функцию. Так, сердце играет роль насоса и обеспечивает поступление крови во все органы и ткани; почки осуществляют выделение конечных продуктов обмена веществ; легкие осуществляют газообмен организма с внешней средой, обеспечивая организм кислородом, и т. д. Орган состоит из нескольких видов тканей, но одна из них всегда преобладает и определяет его главную, ведущую функцию.

Органы, совместно выполняющие определенную функцию, образуют *систему органов*. Например, слюнные железы, желудок, печень, поджелудочная железа, кишечник объединены в систему пищеварения, сердце и сосуды — в систему кровообращения.

Деятельность всех структур организма, начиная с клетки до кончая системой органов, согласованна и подчинена единому целому. Каждая структурная единица вносит свой вклад в функционирование организма, но организм — не сумма отдельных структур, а единое целое и, как целое, приобретает свои особые свойства, осуществляет свою жизнедеятельность и взаимодействует со средой.

Единство организма и среды. Функции целостного организма осуществляются только при тесном взаимодействии со средой. Организм реагирует на среду и использует ее факторы для своего существования и развития. Основоположник отечественной физиологии И. М. Сеченов в научное определение организма включал и среду, влияющую на него. Физиология целостного организма изучает не только внутренние механизмы регуляции физиологических процессов, но и механизмы, обеспечивающие взаимодействие и единство организма с окружающей средой.

Гомеостаз и регуляция функций в организме. Все процессы жизнедеятельности организма могут осуществляться только при условии

сохранения относительного постоянства внутренней среды организма. К *внутренней среде организма* относят кровь, лимфу и тканевую жидкость, с которой клетки непосредственно соприкасаются.

Способность сохранять постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды называют *гомеостазом*. Это постоянство поддерживается непрерывной работой систем органов кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения и др., выделением в кровь биологически активных химических веществ, обеспечивающих взаимодействие клеток и органов.

В организме непрерывно происходят процессы саморегуляции физиологических функций, создающие необходимые для существования организма условия.

Саморегуляция — свойство биологических систем устанавливать и поддерживать на определенном, относительно постоянном уровне те или иные физиологические или другие биологические показатели.

С помощью механизма саморегуляции у человека поддерживается относительно постоянный уровень кровяного давления, температуры тела, физико-химических свойств крови и др. Одним из условий саморегуляции является обратная связь между регулируемым процессом и регулирующей системой, поступление информации о конечном эффекте в центральные регулирующие аппараты.

Гуморальная (лат. humor — жидкость) *регуляция* — один из механизмов координации процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемой через жидкие среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ, выделяемых клетками, тканями и органами. Этот тип регуляции является наиболее древним. В процессе эволюции по мере развития и усложнения организма в осуществлении взаимосвязи между отдельными его частями и в обеспечении всей его деятельности первостепенную роль начинает играть *нервная регуляция*, которая осуществляется нервной системой.

Нервная система объединяет и связывает все клетки и органы в единое целое, изменяет и регулирует их деятельность, осуществляет связь организма с окружающей средой. Центральная нервная система и ее ведущий отдел — кора больших полушарий головного мозга, весьма тонко и точно воспринимая изменения окружающей среды, а также внутреннего состояния организма, своей деятельностью обеспечивают развитие и приспособление организма к постоянно меняющимся условиям существования. *Нервный механизм регуляции* более совершенен.

Нервный и гуморальный механизмы регуляции взаимосвязаны. Активные химические вещества, образующиеся в организме, способны оказывать свое воздействие и на нервные клетки, изменяя их функциональное состояние. Образование и поступление в кровь многих активных химических веществ находится, в свою очередь, под регулирующим влиянием нервной системы. В этой связи правильнее говорить о единой нервно-гуморальной системе регуляции функций организма, создающей условия для взаимодействия отдельных частей организма, связывающей их в единое целое и обеспечивающей взаимодействие организма и среды.

Понятие роста и развития. Процессы роста и развития являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей его жизни. Процесс развития протекает скачкообразно, и разница между отдельными этапами, или периодами жизни, сводится не только к количественным, но и к качественным изменениям.

Наличие возрастных особенностей в строении или деятельности тех или иных физиологических систем ни в коей мере не может являться свидетельством неполноценности организма ребенка на отдельных возрастных этапах. Именно комплексом подобных особенностей характеризуется тот или другой возраст.

Под развитием, в широком смысле слова, следует понимать процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме человека, приводящих к повышению уровней сложности организации и взаимодействия всех его систем. *Развитие* включает в себя три основных фактора: *рост, дифференцировку органов и тканей, формообразование* (приобретение организмом характерных, присущих ему форм). Они находятся между собой в тесной взаимосвязи и взаимозависимости.

Одной из основных физиологических особенностей процесса развития, отличающей организм ребенка от организма взрослого, является *рост*, т. е. количественный процесс, характеризующийся непрерывным увеличением массы организма и сопровождающийся изменением числа его клеток или их размеров.

В процессе роста увеличиваются число клеток, телесная масса и антропометрические показатели. В одних органах и тканях, таких, как кости, легкие, рост осуществляется преимущественно за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы

увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма— это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей.

Закономерности онтогенетического развития. К важным закономерностям роста и развития детей относятся неравномерность и непрерывность роста и развития, гетерохрония и явления опережающего созревания жизненно важных функциональных систем. И. А. Аршавский сформулировал «энергетическое правило скелетных мышц» в качестве основного фактора, позволяющего понять не только специфические особенности физиологических функций организма в различные возрастные периоды, но и закономерности индивидуального развития. Согласно его данным, особенности энергетических процессов в различные возрастные периоды, а также изменение и преобразование деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе онтогенеза находятся в зависимости от соответствующего развития скелетной мускулатуры.

А. А. Маркосян к общим законам индивидуального развития отнес и надежность биологической системы.

Под *надежностью биологической системы* принято понимать такой уровень регулирования процессов в организме, когда обеспечивается их оптимальное протекание с экстренной мобилизацией резервных возможностей и взаимозаменяемостью, гарантирующей приспособление к новым условиям, и с быстрым возвратом к исходному состоянию. Согласно этой концепции, весь путь развития от зачатия до естественного конца проходит при наличии запаса жизненных возможностей. Эти резервные возможности обеспечивают развитие и оптимальное течение жизненных процессов при меняющихся условиях внешней среды.

П. К. Анохин выдвинул *учение о гетерохронии* (неравномерное созревание функциональных систем) и вытекающее из него *учение о системогенезе*. Согласно его представлениям, под функциональной системой следует понимать широкое функциональное объединение различно локализованных структур на основе получения конечного приспособительного эффекта, необходимого в данный момент (например, функциональная система акта сосания, функциональная система, обеспечивающая передвижение тела в пространстве, и др.).

Функциональные системы созревают неравномерно, включаются поэтапно, сменяются, обеспечивая организму приспособление в различные периоды онтогенетического развития.

Системогенез, как общая закономерность развития особенно четко выявляется на стадии эмбрионального развития. Однако, гетерохронное созревание, поэтапное включение и смена функциональных систем характерны и для других этапов индивидуального развития.

3. Возрастная периодизация

Периоды развития организма. В процессе онтогенеза отдельные органы и системы созревают постепенно и завершают свое развитие в разные сроки жизни. Эта гетерохрония созревания обуславливает особенности функционирования организма детей разного возраста. Возникает необходимость выделения определенных этапов или периодов развития.

Основными этапами развития являются *внутриутробный* и *постнатальный*, начинающийся с момента рождения. Во время внутриутробного периода закладываются ткани и органы, происходит их дифференцировка. Постнатальный этап охватывает все детство, он характеризуется продолжающимся созреванием органов и систем, изменениями физического развития, значительными качественными перестройками функционирования организма. Гетерохрония созревания органов и систем в постнатальном онтогенезе определяет специфику функциональных возможностей организма детей разного возраста, особенности его взаимодействия с внешней средой. Периодизация развития детского организма имеет важное значение для педагогической практики и охраны здоровья ребенка.

Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периода новорожденности, ясельного, дошкольного и школьного возраста, подразделяющегося, в свою очередь, на младший, средний и старший школьный возраст, отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности.

В современной науке нет общепринятой классификации периодов роста и развития и их возрастных границ. Симпозиум по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965), созданный Институтом физиологии детей и подростков, рекомендовал схему возрастной периодизации, которая имеет значительное распространение. По этой схеме в жизненном цикле человека до достижения зрелого возраста выделяют следующие периоды:

- I новорожденный — 1-10 дней;
- II грудной возраст — 40 дней - 1 год;
- III раннее детство — 1-3 года;
- IV первое детство — 4-7 лет;
- V второе детство — 8-12 лет мальчики, 8-11 лет девочки;
- VI подростковый возраст — 13-16 лет мальчики, 12-15 лет девочки;
- VII юношеский возраст — 17-21 год юноши, -16-20 лет девушки.

Критерии такой периодизации включали в себя комплекс признаков, расцениваемых как показатели биологического возраста: размеры тела и органов, массу, окостенение скелета, прорезывание зубов, развитие желез внутренней секреции, степень полового созревания, мышечную силу. В этой схеме учтены особенности мальчиков и девочек. Однако, вопрос о критериях биологического возраста, в том числе выявление наиболее информативных показателей, отражающих функциональные возможности организма, которые могли бы явиться основой возрастной периодизации, требует дальнейшей разработки.

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

Продолжительность отдельных возрастных периодов в значительной степени подвержена изменениям. Как хронологические рамки возраста, так и его характеристики определяются прежде всего социальными факторами.

Рост и пропорции тела на разных этапах развития. Характерной особенностью процесса роста детского организма являются его неравномерность и волнообразность. Периоды усиленного роста сменяются его некоторым замедлением. Особенно ярко эта закономерность прослеживается при графическом выражении темпа роста организма ребенка.

Наибольшей интенсивностью рост ребенка отличается в первый год жизни и в период полового созревания, т. е. в 11—15 лет. Если при рождении рост ребенка в среднем равен 50 см, то к концу первого года жизни он достигает 75—80 см, т. е. увеличивается более чем на 50%; масса тела за год утраивается — при рождении ребенка она равна в среднем 3,0—3,2 кг, а к концу года — 9,5—10,0 кг. В последующие годы до периода полового созревания темп роста снижается и ежегодная прибавка массы составляет 1,5—2,0 кг, с увеличением длины тела на 4,0—5,0 см.

Второй скачок роста связан с наступлением полового созревания. За год длина тела увеличивается на 7—8 и даже 10 см. Причем с 11—12 лет

девочки несколько опережают в росте мальчиков в связи с более ранним началом полового созревания. В 13—14 лет девочки и мальчики растут почти одинаково, а с 14—15 лет мальчики и юноши обгоняют в росте девушек, и это превышение роста у мужчин над женщинами сохраняется в течение всей жизни.

Пропорции тела с возрастом также сильно меняются. С периода новорожденности и до достижения зрелого возраста длина тела увеличивается в 3,5 раза, длина туловища—в 3 раза, длина руки—в 4 раза, длина ноги — в 5 раз.

Новорожденный отличается от взрослого человека относительно короткими конечностями, большим туловищем и большой головой. Высота головы новорожденного составляет $\frac{1}{4}$ длины туловища, у ребенка 2 лет — $\frac{1}{5}$, 6 лет — $\frac{1}{6}$, 12 лет — $\frac{1}{7}$ и у взрослых — $\frac{1}{8}$. С возрастом рост головы замедляется, а рост конечностей ускоряется. До начала периода полового созревания (предпубертатный период) половые различия в пропорциях тела отсутствуют, а в период полового созревания (пубертатный период) у юношей конечности становятся длиннее, а туловище короче и таз уже, чем у девушек.

Можно отметить три периода различия пропорций между длиной и шириной тела: от 4 до 6 лет, от 6 до 15 лет и от 15 лет до взрослого состояния. Если в предпубертатный период общий рост увеличивается за счет роста ног, то в пубертатном периоде — за счет роста туловища.

Кривые роста отдельных частей тела, а также многих органов в основном совпадают с кривой роста длины тела. Однако, некоторые органы и части тела имеют иной тип роста. Например, рост половых органов происходит усиленно в период полового созревания, рост лимфатической ткани к этому периоду заканчивается. Размеры головы у детей 4 лет достигают 75—90% от величины головы взрослого человека. Другие части скелета и после 4 лет продолжают интенсивно расти.

Неравномерность роста — приспособление, выработанное эволюцией. Бурный рост тела в длину на первом году жизни связан с увеличением массы тела, а замедление роста в последующие годы обусловлено проявлением активных процессов дифференцирования органов, тканей, клеток.

Мы уже отмечали, что развитие приводит к морфологическим и функциональным изменениям, а рост — к увеличению массы тканей, органов и всего тела. При нормальном развитии ребенка оба эти процесса тесно взаимосвязаны. Однако, периоды интенсивного роста могут не совпадать с периодами дифференцировки.

Наряду с типичного для каждого возрастного периода характеристиками имеются индивидуальные особенности развития. Они варьируют и зависят от состояния здоровья, условий жизни, степени развития нервной системы.

Физическое развитие — важный показатель здоровья и социального благополучия. Основными показателями физического развития являются длина тела, масса и окружность грудной клетки. Однако, оценивая физическое развитие ребенка, руководствуются не только этими соматическими величинами (*soma* — тело), а используют также результаты физиометрических измерений (жизненная емкость легких, сила сжатия кисти рук, становая сила) и соматоскопических показателей (развитие костно-мышечной системы, кровенаполнение, жировотложение, половое развитие, различные отклонения в телосложении). Только руководствуясь совокупностью этих показателей, можно установить уровень физического развития ребенка.

В конце XIX — начале XX века во всех странах наблюдалось ускорение перечисленных выше показателей физического развития. Это явление получило название акселерации (лат. *acceleratio* — ускорение).

Оценка физического развития. Оценку физического развития производят по местным, или региональным, таблицам — стандартам физического развития, либо по специально составленным оценочным таблицам (шкалам регрессии массы тела и окружности грудной клетки по росту), опираясь на указанные параметры.

Сезонность и индивидуальные особенности темпа увеличения длины и массы тела от осени к осени диктуют необходимость проведения антропометрических исследований в одни и те же периоды календарного года. Самый интенсивный продольный рост происходит весной — с марта по май. За этот период скорость роста в два раза большая, чем за сентябрь — октябрь. Самая же интенсивная прибавка в массе тела происходит осенью. Существенное значение для сезонного изменения соматометрических показателей имеют особенности режима дня детей и питание.

Наращение массы тела нередко претерпевает у детей значимые отклонения от типичных изменений. В период адаптации, при переводе дошкольников из младшей в последующие группы, а затем от воспитания в детском саду к систематическому обучению и воспитанию в школе, у детей наблюдают не только снижение интенсивности нарастания массы тела, но даже ее падение (резкий дефицит). Задержка в интенсивности нарастания

годовых приростов и проявление, хотя и ничтожно малых (до 0,5 кг), отрицательных сдвигов в массе тела у коллектива детей дает основание говорить о неблагоприятных изменениях физического развития и требует реализации определенных гигиенических мер, прежде всего рационализации режима воспитания и обучения.

Обычно после устранения условий, задерживающих закономерное нарастание соматометрических параметров, скорость их роста становится в 3—4 раза интенсивнее обычной, и показатели через некоторое время достигают возрастных нормативов.

Дети дисгормонального физического развития с избыточной массой тела (за счет жировоголожения), как и дети, резко отстающие по длине и массе тела от средних величин, свойственных данному возрасту и полу, направляются к эндокринологу, берутся на учет школьным врачом. Такие дети нуждаются в проведении лечебно-оздоровительных мер.

Прикладное значение антропометрических исследований. Антропометрические исследования детей и подростков входят не только в программу изучения состояния здоровья, но часто осуществляются в прикладных целях: для установления размеров одежды и обуви, оборудования детских воспитательных и образовательных учреждений (парт, столов и стульев, шкафов, кроватей, вешалок, спортивного оборудования и инвентаря и др.). Для прикладных соматометрических исследований проводятся не только определения длины, но также множество других размеров тела (длины сегментов, широтных размеров, окружностей).

В целях установления, например, функциональных размеров столов и стульев ученических у большого числа школьников с I по XI (X) класс измеряют длину тела, высоту стопы, голени и бедра, переднезадний диаметр грудной клетки и другие параметры.

В детально изученном И. А. Аршавским и его сотрудниками раннем детском возрасте в соответствии с характером питания и особенностями двигательных актов выделены периоды: неонатальный, во время которого имеет место вскармливание молочивным молоком (8 дней), лактотрофной формы питания (5—6 мес), лактотрофной формы питания с прикормом и появление позы стояния (7—12 мес), ясельного возраста (1—3 года) — освоение локомоторных актов в среде (ходьба, бег). Надо отметить, что И. А. Аршавский придавал особое значение двигательной деятельности как ведущему фактору развития. Подвергнув критике «энергетическое правило поверхности», И.А.Аршавский сформулировал представление об «энергетическом правиле скелетных мышц», в соответствии с которым

интенсивность жизнедеятельности организма даже на уровне отдельных тканей и органов определяется особенностями функционирования скелетных мышц, обеспечивающих на каждом этапе развития особенности взаимодействия организма и среды. Однако, надо иметь в виду, что в процессе онтогенеза возрастает активное отношение ребенка к средовым факторам, усиливается роль высших отделов ЦНС в обеспечении адаптивных реакций на внешнесредовые факторы, в том числе и тех реакций, которые реализуются путем двигательной активности. Поэтому особую роль в возрастной периодизации приобретают критерии, отражающие уровень развития и качественные изменения адаптивных механизмов, связанных с созреванием различных отделов мозга, в том числе и регуляторных структур центральной нервной системы, обуславливающих деятельность всех физиологических систем и поведение ребенка. Это сближает физиологические и психологические подходы к проблеме возрастной периодизации и создает базу для выработки единой концепции периодизации развития ребенка. Таким образом, возрастная периодизация должна опираться на три уровня изучения физиологии ребенка:

- 1 —внутрисистемный;
- 2 —межсистемный;
- 3 —целостного организма во взаимодействии со средой.

Многолетние исследования, проведенные в Институте возрастной физиологии РАО, позволили установить, что, несмотря на гетерохронию развития органов и систем, внутри периодов, рассматриваемых как единые, выявлены узловые моменты, для которых характерны существенные качественные морфофункциональные преобразования, приводящие к адаптивным перестройкам организма. В дошкольном возрасте это возраст от 3— к 5— годам, в младшем школьном —от 7— к 9—0 годам. В подростковом возрасте качественные изменения деятельности физиологических систем приурочены не к определенному паспортному возрасту, а к степени биологической зрелости (определенным стадиям полового созревания —II —II стадиям).

4. Организм и среда

Для того чтобы организм нормально функционировал, необходимо постоянство состава его внутренней среды. Понятие о внутренней среде, организма было введено в XIX веке известным французским физиологом Клодом Бернаром.

Внутренней средой организма называют совокупность биологических жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость), омывающих клетки и

структуры тканей и принимающих участие в процессах обмена веществ. Живой организм является открытой системой, которая постоянно обменивается веществами, энергией и информацией с внешней средой. В повседневной жизни параметры внешней среды, колеблются в довольно значительных пределах, но благодаря относительной стабильности внутренней среды, здоровый организм функционирует нормально. И только тогда, когда воздействия внешней среды выходят за определенные допустимые пределы, наблюдаются значительные отклонения показателей внутренней среды от нормы.

Внутренняя среда осуществляет связь между всеми органами и клетками организма, а также между организмом и внешней средой. По мере любых изменений во внешней среде, организм пытается сохранить постоянства внутренней среды, например, рН, осмотическое давление, химический состав, температуру, что так необходимо для нормального функционирования клеток. Для каждого органа и ткани внутренняя среда имеет свои специфические особенности, отличаясь по составу и концентрации входящих в нее веществ.

Тканевая жидкость — это жидкость, заполняющая небольшие промежутки между клетками тела. Состав её близок к плазме крови. Когда кровь движется по капиллярам, через их стенки постоянно проникают составные части плазмы. Так образуется тканевая жидкость, окружающая клетки тела. Из этой жидкости клетки поглощают питательные вещества, гормоны, витамины, минеральные вещества, воду, кислород, выделяют в неё углекислый газ и другие продукты своей жизнедеятельности. Тканевая жидкость постоянно пополняется за счёт веществ, проникающих из крови, и превращается в лимфу, которая по лимфатическим сосудам поступает в кровь. Объём тканевой жидкости у человека составляет 26,5% массы тела.

Лимфа (лат. *lympha* — чистая вода, влага) — жидкость, циркулирующая в лимфатической системе позвоночных. Это бесцветная, прозрачная жидкость, по химическому составу близкая к плазме крови. Плотность и вязкость лимфы меньше, чем плазмы, рН 7,4 — 9. Лимфа, оттекающая от кишечника после приёма пищи, богатой жиром, молочно-белого цвета и непрозрачная. В лимфе нет эритроцитов, но много лимфоцитов, небольшое количество моноцитов и зернистых лейкоцитов. В лимфе нет тромбоцитов, но она может свёртываться, хотя и медленнее, чем кровь. Лимфа образуется вследствие постоянного поступления жидкости в ткани из плазмы и перехода её из тканевых пространств в лимфатические сосуды. Больше всего лимфы образуется в печени. Двигается лимфа

благодаря движению органов, сокращению мышц тела и отрицательному давлению в венах. Давление лимфы равно 20 мм вод. ст., может возрастать до 60 мм вод. ст. Объем лимфы в организме 1 — 2 л.

Кровь — это жидкая соединительная (опорно-трофическая) ткань, клетки которой называются форменными элементами (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), а межклеточное вещество — плазмой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные закономерности онтогенеза, их суть.
2. Возрастная периодизация, критерии.
3. Понятие календарного и биологического возраста. Критерии их определения.
4. Понятие о критических и сенситивных периодах.
5. Понятие о росте и развитии детского организма.
6. Особенности адаптации детского организма.
7. Значение биологической надежности для онтогенетического развития организма.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ПЛАН:

1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
2. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
3. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. Общее понятие нервной системы

Одним из основных свойств живого вещества является раздражимость. Каждый живой организм получает раздражения из окружающего его мира и отвечает на них соответствующими реакциями, которые связывают организм с внешней средой. Нервная система высших животных и человека представляет собой результат длительного развития в процессе приспособительной эволюции живых существ. Развитие центральной нервной системы происходило прежде всего в связи с усовершенствованием восприятия и анализа воздействий из внешней среды. Нервная система, основными функциями которой являются быстрая, точная передача информации и ее интеграция, обеспечивает взаимосвязь между органами и системами, функционирование организма как единого целого, его взаимодействие с внешней средой. Она регулирует и координирует деятельность различных органов, приспособливает деятельность всего организма как целостной системы к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. С помощью нервной системы осуществляется прием и анализ разнообразных сигналов из окружающей среды и внутренних органов, формируются ответные реакции на эти сигналы. С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление психических функций — осознание сигналов окружающего мира, их запоминание, принятие решения и организация целенаправленного поведения, абстрактное мышление и речь.

Итак, *нервная система* выполняет

- руководящую,
- координирующую,
- корректирующую
- направляющую функции,
- осуществляет связь организма с внешней и внутренней средой.

Все эти сложные функции осуществляются огромным количеством нервных клеток-нейронов, объединенных в сложнейшие нейронные цепи и центры.

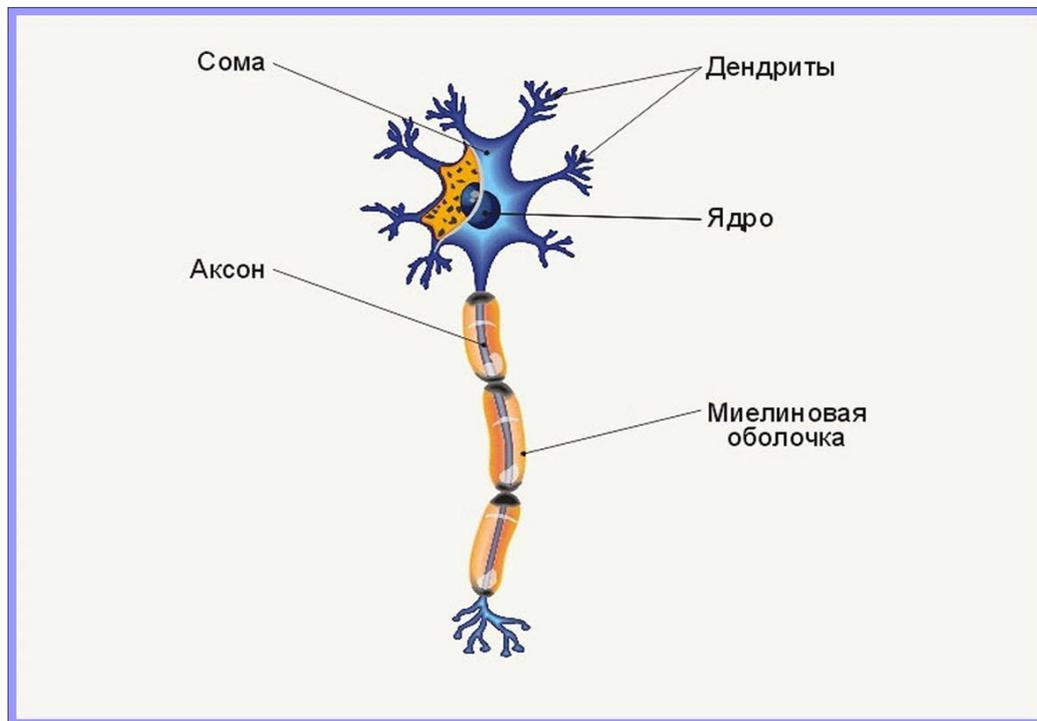


Рисунок 1 . Типичное строение нейрона.

Нейрон, (от др.-греч. νεῦρον - волокно, нерв) - структурная и функциональная единица нервной системы, приспособленная для осуществления приема, обработки, хранения, передачи и интеграции информации. Эта сложноустроенная высокодифференцированная клетка состоит из тела, или сомы и отростков различного типа — дендритов и аксонов.

Дендриты - короткие, сильно ветвящиеся отростки. От одной клетки может отходить от 1 до 1000 дендритов. По дендритам нервные импульсы поступают к телу нервной клетки.

Аксон - длинный, чаще всего маловетвящийся отросток, по которому импульсы идут от тела клетки. Каждая нервная клетка имеет только 1 аксон, длина которого может достигать нескольких десятков сантиметров. По длинным отросткам нервных клеток импульсы в организме могут передаваться на большие расстояния. Длинные отростки часто покрыты оболочкой из жироподобного вещества белого цвета. Их скопления в центральной нервной системе образуют белое вещество. Короткие отростки и тела нейронов, имеют такие оболочки. Их скопления образуют серое вещество. Нервная система в функциональном и структурном отношении делится на центральную и периферическую нервную систему.

Центральная нервная система - совокупность связанных между собой нейронов. Она представлена головным и спинным мозгом. На разрезе головного и спинного мозга различают участки более темного цвета - серое вещество (образовано телами нервных клеток) и участки белого цвета - белое вещество мозга (скопление нервных волокон, покрытых миелиновой оболочкой).

Головной мозг

Головной мозг состоит из трех основных отделов — заднего, среднего и переднего мозга, объединенных двусторонними связями.

Задний мозг является непосредственным продолжением спинного мозга. Он включает продолговатый мозг, мост и мозжечок.

Продолговатый мозг играет значительную роль в осуществлении жизненно важных функций. В нем расположены скопления нервных клеток — центры регуляции дыхания, сердечно-сосудистой системы и деятельности внутренних органов.

На уровне моста находятся ядра черепно-мозговых нервов. Через него проходят нервные пути, соединяющие вышележащие отделы с продолговатым и спинным мозгом.

Позади моста расположен мозжечок, с функцией которого в основном связывают координацию движений, поддержание позы и равновесия. Усиленный рост мозжечка отмечается на первом году жизни ребенка, что определяется формированием в течение этого периода дифференцированных и координированных движений. В дальнейшем темпы его развития снижаются. К 15 годам мозжечок достигает размеров взрослого.

Средний мозг (мезенцефалон) включает ножки мозга, четверохолмие и ряд скоплений нервных клеток (ядер). В области четверохолмия расположены первичные центры зрения и слуха, осуществляющие локализацию источника внешнего стимула. Эти центры находятся под контролем вышележащих отделов мозга. Они играют важнейшую роль в раннем онтогенезе, обеспечивая первичные формы сенсорного внимания. Ядра (черная субстанция и красное ядро) играют важную роль в координации движений и регуляции мышечного тонуса.

В среднем мозге расположена так называемая сетчатая, или ретикулярная, формация. В ее состав входят переключательные клетки, аккумулирующие информацию от афферентных путей. Восходящие пути от клеток ретикулярной формации идут во все отделы коры больших полушарий, оказывая тонические активирующие влияния. Это, так называемая, неспецифическая активирующая система мозга, которой

принадлежит важная роль в регуляции уровня бодрствования, организации непроизвольного внимания и поведенческих реакций.

Передний мозг состоит из промежуточного мозга (диэнцефалона) и больших полушарий. Промежуточный мозг включает две важнейшие структуры: таламус (зрительный бугор) и гипоталамус (подбугровая область).

Гипоталамус играет важнейшую роль в регуляции вегетативной нервной системы. Вегетативные эффекты гипоталамуса, разных его отделов имеют неодинаковую направленность и биологическое значение. При функционировании задних отделов возникают эффекты симпатического типа, при функционировании передних отделов — эффекты парасимпатического типа. Восходящие влияния этих отделов, также разнонаправлены: задние оказывают возбуждающее влияние на кору больших полушарий, передние — тормозящее. Связь гипоталамуса с одной из важнейших желез внутренней секреции — гипофизом — обеспечивает нервную регуляцию эндокринной функции.

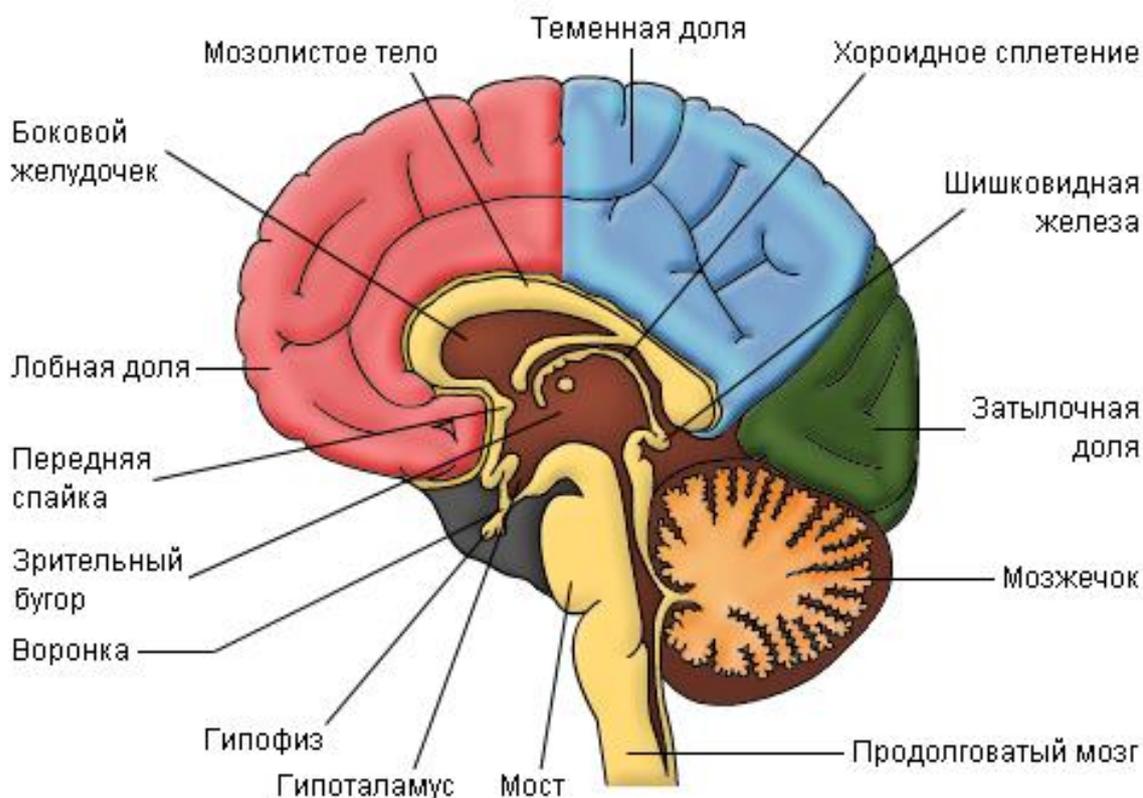


Рисунок 2. Строение головного мозга.

В клетках ядер переднего гипоталамуса вырабатывается нейросекрет, который по волокнам гипоталамо-гипофизарного пути транспортируется в нейрогипофиз. Этому способствуют и обильное кровоснабжение, и наличие сосудистых связей гипоталамуса и гипофиза.

Гипоталамус принимает участие в регуляции температуры тела, водного обмена, обмена углеводов. Ядра гипоталамуса участвуют во многих сложных поведенческих реакциях (половые, пищевые, агрессивно-оборонительные). Гипоталамус играет важную роль в формировании основных биологических мотиваций (голод, жажда, половое влечение), а также положительных и отрицательных эмоций. Многообразие функций гипоталамуса дает основание расценивать его как высший подкорковый центр регуляции жизненно важных процессов, их интеграции в сложные системы, обеспечивающие целесообразное приспособительное поведение.

Дифференцировка ядер гипоталамуса к моменту рождения не завершена и протекает в онтогенезе неравномерно. Развитие ядер гипоталамуса заканчивается в период полового созревания. Таламус составляет значительную часть промежуточного мозга.

Это многоядерное образование, связанное двусторонними связями с корой больших полушарий. В его состав входят три группы ядер. Релейные ядра передают зрительную, слуховую, кожно-мышечно-суставную информацию в соответствующие проекционные области коры больших полушарий. Ассоциативные ядра связаны с деятельностью ассоциативных отделов коры больших полушарий.

Неспецифические ядра (продолжение ретикулярной формации среднего мозга) оказывают активизирующее влияние на кору больших полушарий.

Центростремительные импульсы от всех рецепторов организма (за исключением обонятельных), прежде чем достигнут коры головного мозга, поступают в ядра таламуса. Здесь поступившая информация перерабатывается, получает эмоциональную окраску и направляется в кору больших полушарий.

К моменту рождения большая часть ядер зрительных бугров хорошо развита. После рождения размеры зрительных бугров увеличиваются за счет роста нервных клеток и развития нервных волокон.

Онтогенетическая направленность развития структур промежуточного мозга состоит в увеличении их взаимосвязей с другими мозговыми образованиями, что создает условия для совершенствования координационной деятельности его различных отделов и мозга в целом. В развитии промежуточного мозга существенная роль принадлежит нисходящим влияниям коры больших полушарий.

Базальные ганглии (хвостатое ядро, полосатое тело, бледный шар) играют важнейшую роль в осуществлении двигательной функции, являясь

связующим звеном между ассоциативными и двигательными областями коры больших полушарий.

Большие полушария головного мозга у взрослого человека составляют 80 % массы головного мозга. Они соединены пучками нервных волокон, образующих мозолистое тело. В глубине больших полушарий расположена старая кора — гиппокамп, являющийся одной из важнейших структур лимбической системы.

Лимбическая система, функционально объединяющая гиппокамп, гипоталамус, некоторые ядра таламуса и области коры, является важнейшей частью регуляторного контура (система структур, участвующих в регуляции нервных процессов в коре больших полушарий). Лимбическая система участвует в когнитивных, аффективных и мотивационных процессах.

Основной структурой больших полушарий является новая кора (неокортекс), покрывающая их поверхность.

Спинной мозг

Спинной мозг представляет собой длинный тяж. Он заполняет полость позвоночного канала и имеет сегментарное строение, соответствующее строению позвоночника.

В центре спинного мозга расположено серое вещество — скопление нервных клеток, окруженное белым веществом, образованным нервными волокнами. В спинном мозге находятся рефлекторные центры мышц туловища, конечностей и шеи. С их участием осуществляются сухожильные рефлексы в виде резкого сокращения мышц (коленный, ахиллов рефлексы), рефлексы растяжения, сгибательные рефлексы, рефлексы, направленные на поддержание определенной позы. Рефлексы мочеиспускания и дефекации, рефлекторного набухания полового члена и извержения семени у мужчин (эрекция и эякуляция) также связаны с функцией спинного мозга.

Спинной мозг осуществляет и проводниковую функцию. Нервные волокна, составляющие основную массу белого вещества, образуют проводящие пути спинного мозга. По этим путям устанавливается связь между различными частями ЦНС и проходят импульсы в восходящем и нисходящем направлениях. По этим путям поступает информация в вышележащие отделы мозга, от которых отходят импульсы, изменяющие деятельность скелетной мускулатуры и внутренних органов.

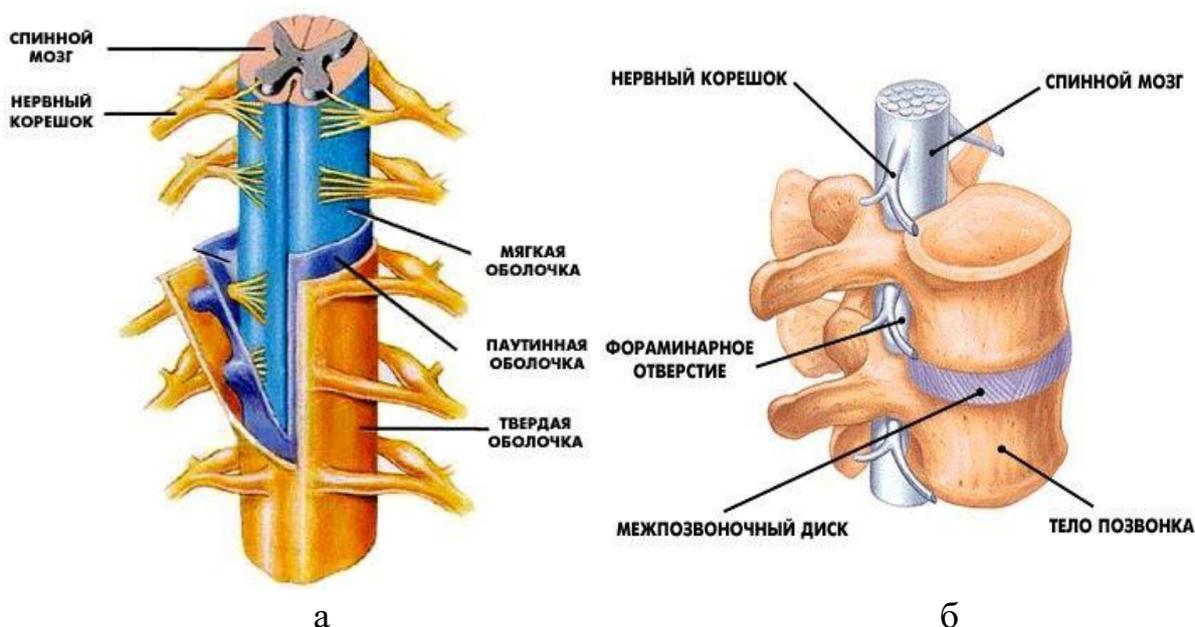


Рисунок 3. Строение спинного мозга (а-б).

Деятельность спинного мозга у человека в значительной степени подчинена координирующим влияниям вышележащих отделов ЦНС.

Обеспечивая осуществление жизненно важных функций, спинной мозг развивается раньше, чем другие отделы нервной системы. Когда у эмбриона головной мозг находится на стадии мозговых пузырей, спинной мозг достигает уже значительных размеров. На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала. Затем позвоночный столб обгоняет в росте спинной мозг, и к моменту рождения он заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка. У новорожденных длина спинного мозга 14—16 см, к 10 годам она удваивается. В толщину спинной мозг растет медленно. На поперечном срезе спинного мозга детей раннего возраста отмечается преобладание передних рогов над задними. Увеличение размеров нервных клеток спинного мозга наблюдается у детей в школьные годы.

Главная и специфическая функция ЦНС - осуществление простых и сложных высокодифференцированных отражательных реакций, получивших название - рефлексов. Основной формой нервной деятельности являются рефлекторные акты.

Рефлекс - ответная реакция организма на раздражители из внешней и внутренней среды, осуществляемая и контролируемая центральной нервной системой.

Например: раздражение кожи подошвенной части ног у человека вызывает рефлекторное сгибание стопы и пальцев (подошвенный рефлекс), при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра под надколенником

нога разгибается к колене (коленный рефлекс), прикосновение к губам грудного ребенка вызывает у него сосательные движения (сосательный рефлекс), освещение ярким светом глаза вызывает сужение зрачка (зрачковый рефлекс).

Благодаря рефлекторной деятельности организм способен быстро реагировать на различные изменения внешней или внутренней среды.

Путь, по которому проходит возбуждение от рецептора по центроостремительному волокну в спинной мозг и из него по центробежному волокну к рабочему органу, называется *рефлекторной дугой*.

Рефлекторная дуга состоит из пяти частей: рецептора, чувствительного пути, участка нервной системы, двигательного пути и рабочего органа.

Схема рефлекторной дуги

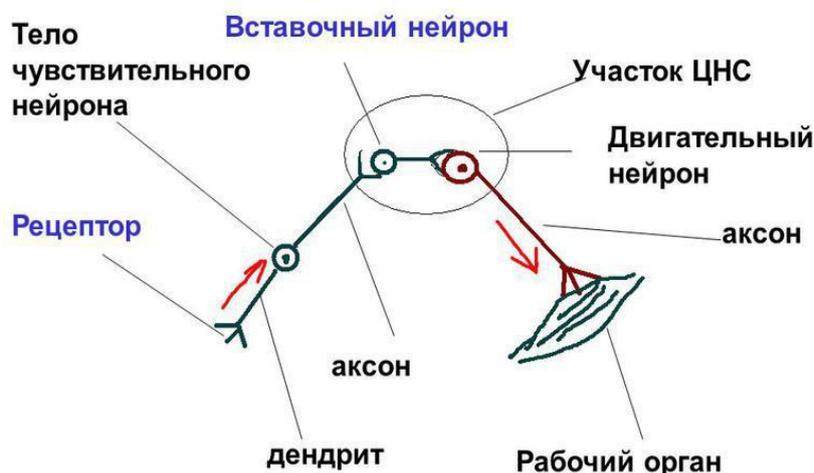


Рисунок 4. Строение рефлекторной дуги.

У высших животных и человека низшие и средние отделы ЦНС - спинной мозг, продолговатый мозг, средний мозг, промежуточный мозг и мозжечок - регулируют деятельность отдельных органов и систем высокоорганизованного организма, осуществляют связь и взаимодействие между ними, обеспечивают единство организма и целостность его деятельности. Высший отдел ЦНС - кора больших полушарий головного мозга и ближайшие подкорковые образования - в основном регулирует связь и взаимоотношения организма как единого целого с окружающей средой.

Особенностью центральной нервной системы ребенка первых лет жизни является незаконченность морфологической структуры и функционального развития коры головного мозга, которое осуществляется в последующие годы под влиянием внутренних и внешних раздражителей.

Периферическая часть нервной системы образована нервами-пучками нервных волокон, покрытых сверху общей соединительно-тканной оболочкой. К периферической нервной системе относят и нервные узлы, или ганглии- скопления нервных разветвлений, которые обеспечивают деятельность всех органов и систем (к нему относятся нервы и нервные узлы).

Нервы- скопления длинных отростков нервных клеток, покрытых оболочкой. Нервы, состоящие из аксонов двигательных нейронов, называются двигательными нервами. Чувствительные нервы состоят из дендритов чувствительных нейронов. Большинство нервов содержат и аксоны и дендриты. Такие нервы называются смешанными. По ним импульсы идут в двух направлениях к центральной нервной системе и от нее к органам.

Принцип доминанты А.А. Ухтомского. А.А. Ухтомский, анализируя мозговые механизмы поведения, сформулировал принцип доминанты. Согласно представлению А.А. Ухтомского, при осуществлении действия, обусловленного актуальными для данного момента сигналами или внутренними потребностями, возникает доминантный очаг возбуждения, создающий в мозгу динамическую констелляцию (объединение) нервных центров — функциональный рабочий орган. Констелляция нервных центров состоит из обширного числа пространственно разнесенных нервных элементов разных отделов ЦНС, временно объединенных для осуществления конкретной деятельности. Отдельные ее компоненты в разные моменты могут образовывать разные динамические констелляции, обеспечивающие выполнение определенных стоящих перед организмом целей и задач. А.А. Ухтомский обращал внимание на тот факт, что «нормальная деятельность мозга опирается не на раз и навсегда определенную статику различных фокусов как носителей отдельных функций, а на непрестанную межцентральною динамику нервных процессов на разных уровнях ЦНС».

Тем самым подчеркивался не жесткий, а пластичный характер функциональных объединений, лежащих в основе интегративной деятельности мозга. Это определило понимание интегративной деятельности как результата системного динамического взаимодействия мозговых структур, обеспечивающего адаптивное реагирование и поведение индивида.

2. Возрастные особенности развития нервной системы

Созревание мозга в онтогенезе ребенка

Головной мозг как многоуровневая структура неравномерно созревает в ходе индивидуального развития. Во внутриутробном периоде одновременно с закладкой и развитием основных жизненно важных органов первыми начинают формироваться отделы мозга, где расположены нервные центры, обеспечивающие их функционирование (продолговатый мозг, ядра среднего и промежуточного мозга). К концу внутриутробного периода у человека определенной степени зрелости достигают первичные проекционные поля. К моменту рождения уровень зрелости структур мозга позволяет осуществлять как жизненно важные функции (дыхание, сосание и др.), так и простейшие реакции на внешние воздействия, т.е. осуществляется принцип минимального и достаточного обеспечения функций. Закономерный ход созревания структур мозга в перинатальном периоде обеспечивает нормальное индивидуальное развитие, нарушения созревания приводят к ближайшим и отдаленным неблагоприятным последствиям, проявляющимся в нервно-психическом статусе и поведении ребенка.



Рисунок 5. Развитие головного мозга человека.

Закладка нервной системы происходит на 1-й неделе внутриутробного развития. Наибольшая интенсивность деления нервных клеток головного мозга приходится на период от 10 до 18-й недели внутриутробного развития, что можно считать критическим периодом формирования ЦНС. Если число нервных клеток взрослого человека принять за 100 %, к моменту рождения ребенка сформировано только 25 % клеток, к 6 месяцам – 66 %, а к году – 90–95 %.

К рождению ребенка головной мозг относительно массы тела большой и составляет: у новорожденного – 1/8—1/9 на 1 кг массы тела, у

ребенка 1 года – 1/11—1/12, у ребенка 5 лет – 1/13—1/14, у взрослого – 1/40.

Темпы развития нервной системы происходят тем быстрее, чем меньше ребенок. Особенно энергично он протекает в течение первых 3 месяцев жизни. Дифференцировка нервных клеток достигается к 3 годам, а к 8 годам кора головного мозга по строению похожа на кору головного мозга взрослого человека.

Кровоснабжение мозга у детей лучше, чем у взрослых. Это объясняется богатством капиллярной сети, которая продолжает развиваться и после рождения. Обильное кровоснабжение мозга обеспечивает потребность быстрорастущей нервной ткани в кислороде. А ее потребность в кислороде в 20 с лишним раз выше, чем у мышц.

Отток крови от головного мозга у детей первого года жизни отличается от такового у взрослых. Это создает условия, способствующие большему аккумулярованию токсических веществ и метаболитов при различных заболеваниях, чем и объясняется более частое возникновение у детей раннего возраста токсических форм инфекционных заболеваний.

В то же время вещество мозга очень чувствительно к повышению внутричерепного давления. Возрастание давления ликвора вызывает быстрое нарастание дегенеративных изменений нервных клеток, а более длительное существование гипертензии обуславливает их атрофию и гибель. Это находит подтверждение у детей, которые страдают внутриутробно развившейся гидроцефалией.

Твердая мозговая оболочка у новорожденных относительно тонкая, сращена с костями основания черепа на большой площади. Венозные пазухи тонкостенны и относительно уже, чем у взрослых. Мягкая и паутинная оболочки мозга новорожденных исключительно тонки, субдуральное и субарахноидальное пространства уменьшены. Цистерны, расположенные на основании мозга, напротив, относительно велики. Водопровод мозга (сильвиев водопровод) шире, чем у взрослых.

По мере развития нервной системы существенно изменяется и химический состав головного мозга. Уменьшается количество воды, увеличивается содержание белков, нуклеиновых кислот, липопротеидов.

Спинальный мозг к рождению более развит, чем головной. Шейное и поясничное утолщения спинного мозга у новорожденных не определяются и начинают контурироваться после 3 лет жизни.

Темп увеличения массы и размеров спинного мозга более медленный, чем головного мозга.

Удвоение массы спинного мозга происходит к 10 месяцам, а утроение – к 3–5 годам. Длина спинного мозга удваивается к 7—10 годам, причем она увеличивается несколько медленнее, чем длина позвоночника, поэтому нижний конец спинного мозга с возрастом перемещается кверху. Это должно учитываться при выборе уровня выполнения спинномозговой пункции, при котором не повреждается вещество мозга.

Так, спинной мозг новорожденного имеет ряд особенностей, отличающих его от спинного мозга взрослого. Это относится к его положению в позвоночном канале, длине, ширине, массе, величине отдельных сегментов, развитию щелей и борозд, положению корешков спинномозговых нервов. Имеются некоторые особенности в строении белого и серого вещества спинного мозга. Нижней границей спинного мозга является у новорожденного III поясничный позвонок (у взрослого — I или верхний край II поясничного позвонка). Масса спинного мозга при рождении составляет 3 — 4 г, к 6 мес. почти удваивается, к году — утраивается, к 6 годам достигает 16 г и к 20 годам равна массе спинного мозга взрослого. Длина спинного мозга новорожденного до 15 см, к 10 годам она почти удваивается. Шейное и пояснично-крестцовое утолщения, которые организуются на III месяце внутриутробной жизни одновременно с развитием конечностей, хорошо выражены.

Различные участки спинного мозга в процессе роста развиваются неодинаково: больше всего увеличивается грудной отдел, затем шейный и только потом поясничный. После 6 лет спинной мозг растет в поперечном диаметре. Ряд борозд, появляющихся на спинном мозге новорожденного, углубляясь, остается на всю жизнь, некоторые борозды после рождения исчезают.

Особенности головного мозга новорожденного обусловлены недостаточным развитием и слабой дифференцировкой нервной системы. Кора больших полушарий имеет все основные борозды и извилины, однако, все они недостаточно резко ограничены: борозды неглубокие, извилистость очень слабая. Имеются указания, что борозды и извилины второго и, главным образом, третьего порядка развиваются после рождения особенно интенсивно в течение первого года жизни, а те, которые были у новорожденного, углубляются, становятся более резко выраженными.

У новорожденного, по сравнению со взрослым, затылочная доля больших полушарий имеет относительно большие размеры. Число извилин, их форма, топографическое положение претерпевают

изменения по мере роста ребенка, причем наибольшие в течение первых 5—6 лет. Лишь к 15—16 годам отмечаются те взаимоотношения, которые характерны для взрослых. Мозжечок у новорожденного несколько уплощен и удлиннен, борозды его полушарий также слабо выражены; более развита средняя часть мозжечка — червь.

Масса мозга у новорожденного 380 — 400 г, т. е. составляет в среднем $1/8$ массы тела. К концу первого года жизни удваивается и составляет $1/11$ — $1/12$ массы тела, к 3 годам утраивается, к 5 годам составляет $1/13$ — $1/14$ массы тела, к 20 годам увеличивается в 4—5 раз.

У взрослого человека масса мозга равна $1/40$ массы тела.

3. Возрастные особенности функционирования нервной системы

Чем меньше ребенок, тем меньше число условных рефлексов, формирующихся на базе безусловных рефлексов.

- на более низком уровне осуществляется их регуляция,
- меньше количество и порядков образовавшихся условных рефлексов.
- большая вероятность их исчезновения,
- процессы возбуждения преобладают над процессами торможения.
- тем менее выражены все виды торможения (дифференцированное, охранительное, запредельное)
- недостаточно выражена способность к длительному проявлению возбуждения или работы какого-то центра, что приводит к быстрому развитию утомления, а также переутомления как отдельных центров, так и нервной системы в целом;
- тем труднее, медленнее вырабатывается как краткосрочная, так и долгосрочная доминанты.

Доминанта - это преобладание одного из центров над другими. (она связана с образованием новой доминанты при угасании прежней). (пока я не выполню, мозг помнит).

Формирование доминанты связано с многократно поступающей одного и того же характера информации в одну и ту же точку головного мозга.

Динамический стереотип- это формирование цепочки условных рефлексов на выполнение в одно и то же время, в одной и той же последовательности одних и тех же видов деятельности. (например, приучение к порядку, к режиму дня).

- тем более выражена утомляемость нервной системы и тем более быстрая смена возбуждения торможением,

- тем менее выражены типологические свойства в.н.д. ребенка,
- тем менее выражены процессы концентрации, иррадиации, индукции.

Гигиена нервной системы

Психическое и физическое развитие детей взаимосвязаны. Поэтому гигиена нервной системы имеет существенное значение для гармонического развития детей. Для нормального функционирования нервной системы необходим правильный круглосуточный режим школьных и внешкольных занятий, физических упражнений, пребывания на свежем воздухе, отдыха и сна, а также режим учебного года, соответствующие возрасту.

Гигиенически правильная организация режима должна предупреждать наступление утомления и, в особенности, переутомления. Неправильная его организация приводит к потере умственной работоспособности. Основные принципы правильной организации режима:

1. Нормирование продолжительности уроков и внеклассной работы. Умственные занятия дошкольников должны продолжаться не более 15—20 мин. Общая учебная нагрузка, включая домашние задания, не должна превышать для детей 7 лет — 5—5,5 ч, 10 лет — 6—6,5 ч а с 13—14 лет — 7—8 ч. Письменная работа детей 7 лет продолжается не больше 5 мин, 8—10 лет— 10 мин, 10—12 лет—15 мин, подростков 12—15 лет — 20 мин и юношей и девушек 15—18 лет — 25—30 мин. Нормы ежедневного пребывания на свежем воздухе: в 7 лет — не меньше 4 ч, 8—9 лет — 3,5 ч, 10—12 лет — 3 ч и 13—18 лет — 2 ч.

Динамический стереотип — учебные занятия по твердому расписанию, определенный, систематически повторяющийся режим дня, трудовые и физкультурные занятия в определенные часы облегчают деятельность нервной системы и повышают умственную работоспособность.

2. Переключение с умственной работы на физическую — физические упражнения, игры, спортивные занятия. Активный отдых по механизму отрицательной индукции быстрее восстанавливает работоспособность утомленных нервных центров, чем пассивный. Игры на переменах и дозированные физические упражнения, проводимые на общеобразовательных уроках во второй половине учебного дня в течение 3 мин, на фоне развившегося умственного утомления, больше восстанавливают умственную работоспособность школьников, чем пассивный отдых той же продолжительности. У младших школьников

они больше уменьшают умственное утомление, чем у старших школьников.

Однако, преимущество активного отдыха над пассивным обнаруживается не у всех взрослых, и не у всех детей. В период полового созревания, характеризующегося неустойчивостью функций нервной системы, у некоторых детей пассивный отдых после умственной работы восстанавливает работоспособность быстрее.

3. Положительные эмоции задерживают наступление умственного утомления и повышают умственную работоспособность. При положительных эмоциях возбуждаются лобные доли больших полушарий, в которых расположены вегетативные центры, и подкорковые вегетативные центры. Эти центры осуществляют трофические влияния на нервную систему, рецепторы и скелетные мышцы, увеличивающие их работоспособность, а также изменяют функции внутренних органов (кровообращение, дыхание и др.), что повышает работоспособность всего организма.

При положительных эмоциях главная роль в повышении работоспособности принадлежит симпатической нервной системе, а также возбуждающим ее гормонам — адреналину, тироксину и др. В восстановлении работоспособности активно участвует и парасимпатическая нервная система.

Дети, по сравнению со взрослыми, отличаются повышенной эмоциональностью. В покое функциональное состояние вегетативной нервной системы у дошкольников и младших школьников примерно одинаковое.

4. Исключительное значение для гигиены умственного труда имеют сознательное к нему отношение, понимание его важности, заинтересованность в нем. С возрастом увеличивается продолжительность активного внимания. Средняя его продолжительность у здоровых детей равняется (мин): в 5—7 лет — 15; 7—10 лет — 20; 10—12 лет — 25; 12—15 лет — 30. В начале урока в течение первых 5—10 мин оно недостаточно.

Наступлению умственного утомления способствуют нарушение здоровья, гигиенических условий в помещении (недостаточное освещение, вентиляция и т. п.), гигиены преподавания.

Умственное утомление быстрее наступает при чрезмерном умственном напряжении, несоответствующей возрасту увеличенной его продолжительности, однообразии умственной деятельности во время урока, при механическом заучивании, отсутствии активных методов

преподавания (например, практических лабораторных работ) и его наглядности. Признаками умственного утомления у детей являются двигательное беспокойство, а затем вялость и сонливость.

Потребление алкоголя и курение вызывают необратимые нарушения функций нервной системы.

Для всестороннего полного развития и нормального функционирования нервная система детей и их организм в целом нуждаются в умеренных умственных и физических упражнениях.

Нормальные гигиенические условия в школе и семье, отсутствие отрицательных эмоций, рациональный режим дня и питание, достаточный сон, осмысленный интересный умственный и физический труд и не чрезмерные физические упражнения, соответствующие возрасту, способствуют умственному и физическому развитию детей и не вызывают утомления и усталости.

Это комплекс норм, условий и требований, которые мы должны осуществлять с тем, чтобы данная система функционировала оптимально.

Она включает:

1. соблюдение всех правил психогигиены
2. учет порога чувствительности рецепторов,
3. правильная регламентация физических нагрузок,
4. учет влияний факторов внешней среды.
5. соблюдение режима дня.
6. закаливание, занятие физической культурой и спортом
7. предупреждение вредных привычек (курение, употребление алкоголя, наркотиков)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких отделов состоит нервная система человека?
2. Какие функции выполняет нервная система?
3. Каковы основные процессы, протекающие в нервных клетках?
4. Каковы функции спинного мозга?
5. Каковы функции: продолговатого мозга; среднего мозга; мозжечка; промежуточного мозга; лимбической системы; подкорковых ядер?

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.

ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ

ПЛАН:

- 1. ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**
- 2. УСЛОВНЫЕ И БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ**
- 3. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

1. Особенности высшей нервной деятельности человека

Высшая нервная деятельность у человека, так же как и у животных, носит рефлекторный характер. И у человека вырабатываются условные рефлексы на различные сигналы внешнего мира или развивается внутреннее торможение. Общими и для животных, и для человека являются анализ и синтез конкретных сигналов, предметов и явлений внешнего мира, составляющих первую сигнальную систему. Высшая нервная деятельность человека имеет свои качественные особенности, которые ставят его над всем животным миром. Коллективная трудовая деятельность людей способствовала возникновению и развитию членораздельной речи, которая внесла новое в деятельность больших полушарий головного мозга. Только человеку свойственно высокоразвитое сознание, отвлеченное мышление. У человека в процессе его развития появилась «чрезвычайная прибавка» к механизмам работы мозга. Это вторая сигнальная система действительности. У человека появились, развились и чрезвычайно усовершенствовались сигналы второй системы в виде слов: произносимых или слышимых и читаемых. Слово, речевые сигналы могут не только заменять непосредственные сигналы, но и обобщать их, выделять отдельные признаки предметов и явлений, устанавливая их связи. Возникновение второй сигнальной системы внесло новый принцип в деятельность больших полушарий мозга человека. И. П. Павлов писал, что если наши ощущения и представления, относящиеся к окружающему миру, есть для нас первые сигналы действительности, конкретные сигналы, то сигналы, идущие в кору от речевых органов, есть вторые сигналы, «сигналы сигналов». Они представляют собой отвлечение от действительности и допускают обобщение, что и составляет наше специально человеческое мышление. Развитие словесной сигнализации сделало возможным обобщение и отвлечение, что находит свое выражение в понятиях.

Вторая сигнальная система социально обусловлена. Вне общества, без общения с другими людьми она не развивается.

Первая и вторая сигнальные системы неотделимы друг от друга, они функционируют совместно. Высшая нервная деятельность человека в этом смысле едина.

Кора больших полушарий

Кора больших полушарий представляет собой тонкий слой серого вещества на поверхности полушарий. В процессе эволюции поверхность коры интенсивно увеличивалась по размеру за счет появления борозд и извилин. Общая площадь поверхности коры у взрослого человека достигает 2200—2600 см². Толщина коры в различных частях полушарий колеблется от 1,3 до 4,5 мм. В коре насчитывается от 12 до 18 млрд нервных клеток. Отростки этих клеток образуют огромное количество связей, что создает условия для обработки и хранения информации.

В коре каждого из полушарий выделяют четыре доли — лобную, теменную, височную и затылочную. Каждая из этих долей содержит функционально различные корковые области.

Проекционные сенсорные зоны, включающие первичные и вторичные корковые поля, принимают и обрабатывают информацию определенной модальности от органов чувств противоположной половины тела (корковые концы анализаторов по И.П. Павлову). К их числу относятся зрительная кора, расположенная в затылочной доле, слуховая — в височной, соматосенсорная — в теменной доле.

Нейронная организация коры больших полушарий в онтогенезе.

В развитии коры больших полушарий выделяются два процесса: рост коры и дифференцировка ее нервных элементов. Наиболее интенсивное увеличение ширины коры и ее слоев происходит на первом году жизни, постепенно замедляясь и прекращаясь в разные сроки — к 3 годам в проекционных, к 7 годам в ассоциативных областях. Рост коры происходит за счет увеличения межнейронного пространства (разрежение клеток) в результате развития волокнистого компонента (роста и разветвления дендритов и аксонов) и клеток глии, осуществляющей метаболическое обеспечение развивающихся нервных клеток, которые увеличиваются в размерах.

Процесс дифференцировки нейронов, начинаясь также в раннем постнатальном периоде, продолжается в течение длительного периода индивидуального развития, подчиняясь как генетическому фактору, так и внешнесредовым воздействиям.

Первыми созревают афферентные и эфферентные пирамиды нижних слоев коры, позже — расположенные в более поверхностных слоях.

Постепенно дифференцируются различные типы вставочных нейронов. Раньше созревают веретенообразные клетки, переключающие афферентную импульсацию из подкорковых структур к развивающимся пирамидным нейронам. Звездчатые и корзинчатые клетки, обеспечивающие взаимодействие нейронов и циркуляцию возбуждения внутри коры, созревают позже. Заканчиваясь возбуждательными и тормозными синапсами на телах нейронов, эти клетки создают возможность структурирования импульсной активности нейронов (чередование разрядов и пауз), что является основой нервного кода. Дифференцировка вставочных нейронов, начавшаяся в первые месяцы после рождения, наиболее интенсивно происходит в период от 3 до 6 лет. Их окончательная типизация в передне - ассоциативных областях коры отмечается к 14-летнему возрасту.

Функционально важным фактором формирования нейронной организации коры больших полушарий является развитие отростков нервных клеток — дендритов и аксонов, образующих волокнистую структуру.

Аксоны, по которым в кору поступает афферентная импульсация, в течение первых трех месяцев жизни покрываются миелиновой оболочкой, что существенно ускоряет поступление информации к нервным клеткам проекционной коры.

Вертикально ориентированные апикальные дендриты обеспечивают взаимодействие клеток разных слоев, и в проекционной коре они созревают в первые недели жизни, достигая к 6-месячному возрасту III слоя. Дорастая до поверхностных слоев, они образуют конечные разветвления.

Базальные дендриты, объединяющие нейроны в пределах одного слоя, имеют множественные разветвления, на которых образуются множественные контакты аксонов других нейронов.

С ростом базальных дендритов и их разветвлений увеличивается воспринимающая поверхность нервных клеток.

Специализация нейронов в процессе их дифференциации и увеличение количества и разветвленности отростков создают условия для объединения нейронов разного типа в клеточные группировки — нейронные ансамбли. В нейронные ансамбли включаются также клетки глии и разветвления сосудов, обеспечивающие клеточный метаболизм внутри нейронного ансамбля.

В развитии коры и формировании ансамблевой организации в онтогенезе выделяют следующие этапы:

К моменту рождения вертикально расположенные пирамидные клетки в нижнем слое и их апикальные дендриты создают прообраз колонки, которая у новорожденных бедна межклеточными связями.

1 -й год жизни характеризуется увеличением размеров нервных клеток, дифференциацией звездчатых вставочных нейронов, увеличением дендритных и аксонных разветвлений. Выделяется ансамбль нейронов как структурная единица, окруженная тонкими сосудистыми разветвлениями.

К 3 годам ансамблевая организация усложняется развитием гнездных группировок, включающих разные типы нейронов.

В 5—6 лет, наряду с продолжающейся дифференциацией и специализацией нервных клеток, нарастают объем горизонтально расположенных волокон и плотность капиллярных сетей, окружающих ансамбль. Это способствует дальнейшему развитию межнейрональной интеграции в определенных областях коры.

К 9—10 годам усложняется структура отростков интернейронов и пирамид, увеличивается разнообразие ансамблей, формируются широкие горизонтальные группировки, включающие и объединяющие вертикальные колонки.

В 12—14 лет в нейронных ансамблях четко выражены разнообразные специализированные формы пирамидных нейронов, высокого уровня дифференцировки достигают интернейроны; в ансамблях всех областей коры, включая ассоциативные корковые зоны, за счет разветвлений отростков удельный объем волокон становится значительно больше удельного объема клеточных элементов.

К 18 годам ансамблевая организация коры по своим характеристикам достигает уровня взрослого человека.

Закономерности созревания структур мозга в онтогенезе. Основная закономерность в характере созревания мозга как многоуровневой иерархически организованной системы проявляется в том, что эволюционно более древние структуры созревают раньше. Это прослеживается в ходе созревания структур мозга по вертикали: от спинного мозга и стволовых образований головного мозга, обеспечивающих жизненно важные функции, к коре больших полушарий. По горизонтали развитие идет от проекционных отделов, включающихся в обеспечение элементарных контактов с внешним миром уже с момента рождения, к ассоциативным, ответственным за сложные формы психической деятельности.

Для развития каждого последующего уровня необходимо полноценное созревание предыдущего. Так, для созревания проекционной коры необходимо формирование структур, через которые поступает

сенсорно-специфическая информация. Для развития в онтогенезе ассоциативных корковых зон необходимо формирование и функционирование первичных проекционных отделов коры.

Так, нарушение в раннем возрасте проекционных корковых зон приводит к недоразвитию областей более высокого уровня (вторичные проекционные и ассоциативные отделы). Этот принцип развития структур мозга в онтогенезе Л.С. Выготский обозначил, как направление «снизу вверх».

Следует подчеркнуть, что позже созревающие структуры не просто надстраиваются над уже существующими, а влияют на их дальнейшее развитие. Так, при исследовании активности отдельных нейронов было доказано, что только после созревания проекционной корковой зоны нейроны релейного ядра таламуса приобретают специализированную реакцию зрелого типа в ответ на афферентный стимул. Сформированная многоуровневая организация мозга носит иерархический характер. Ведущую роль в осуществлении целостной интегративной функции мозга приобретают высшие отделы коры больших полушарий, управляющие подчиненными им структурами более низкого уровня. Такой принцип иерархической организации структур зрелого мозга Л.С. Выготский обозначил как направление «сверху вниз».

Длительный и гетерохронный характер созревания структур мозга определяет специфику функционирования мозга в различных возрастных периодах.

Высшая нервная деятельность. В учении о высшей нервной деятельности, созданном И.П. Павловым, огромное внимание уделяется нейрофизиологическим процессам, обеспечивающим приспособительные реакции организма на воздействия внешнего мира.

Высшая нервная деятельность, согласно учению И.П. Павлова, — это совокупность сложных форм деятельности коры больших полушарий и ближайших к ним подкорковых структур, обеспечивающих взаимодействие целостного организма с внешней средой. В качестве нервного механизма, обеспечивающего реагирование на внешние воздействия, рассматривался условный рефлекс. В отличие от безусловных рефлексов, являющихся врожденными, сформировавшимися в ходе эволюции и передающимися по наследству, условные рефлексы возникают, закрепляются и угасают (если утрачивают свое значение) в течение жизни. Условные рефлексы могут образовываться на любые сигналы, реализуясь при участии высших отделов нервной системы. От стабильных безусловных, условные рефлексы отличаются изменчивостью. В течение жизни индивидуума иные из них,

утрачивая свое значение, угасают, другие вырабатываются. Образование условного рефлекса связано с установлением временной связи между двумя группами клеток коры: между воспринимающими условное и воспринимающими безусловное раздражение. Эта связь становится тем прочнее, чем чаще одновременно возбуждаются оба участка коры. После нескольких таких сочетаний связь оказывается настолько прочной, что потом при воздействии одного лишь условного раздражителя возбуждение возникает и во втором очаге. В настоящее время образование временной связи между двумя корковыми центрами при выработке условного рефлекса рассматривается как один из механизмов внутрицентрального взаимодействия, обеспечивающего формирование навыка и поведение индивида. В условиях реального существования организма условный рефлекс является элементом, включенным в сложную целостную деятельность мозга — интегративную деятельность. Наличие сложной системы внутрикоровых и корково-подкорковых связей создает основу для более сложного взаимодействия нервных центров. Интегративная деятельность мозга в каждый момент времени осуществляется структурами мозга, объединенными в динамические системы, обеспечивающие приспособительный характер поведенческих реакций.

2. Условные и безусловные рефлексы

Отличия условных рефлексов от безусловных.

Безусловные рефлексы — врожденные реакции организма, они сформировались и закрепились в процессе эволюции и передаются по наследству. Условные рефлексы возникают, закрепляются, угасают в течение жизни и являются индивидуальными. Безусловные рефлексы являются видовыми, т. е. они обнаруживаются у всех особей данного вида. Условные рефлексы могут быть у одних особей данного вида выработаны, а у других отсутствовать, они индивидуальны. Безусловные рефлексы не требуют специальных условий для своего возникновения, они обязательно возникают, если на определенные рецепторы подействуют адекватные раздражители. Условные рефлексы для своего образования требуют специальных условий, они могут образовываться на любые раздражители (оптимальной силы и длительности) с любого рецептивного поля. Безусловные рефлексы относительно постоянны, стойки, неизменны и сохраняются в течение всей жизни. Условные рефлексы изменчивы и более подвижны.

Безусловные рефлексы могут осуществляться на уровне спинного мозга и мозгового ствола. Условные рефлексы могут образоваться на любые

воспринимаемые организмом сигналы и являются преимущественно функцией коры больших полушарий, реализуемой с участием подкорковых структур.

Безусловные рефлексы могут обеспечить существование организма только на самом раннем этапе жизни. Приспособление организма к постоянно меняющимся условиям среды обеспечивается вырабатываемыми в течение всей жизни условными рефлексами. Условные рефлексы изменчивы. В процессе жизни одни условные рефлексы, утрачивая свое значение, угасают, другие вырабатываются.

Биологическое значение условных рефлексов. Организм рождается с определенным фондом безусловных рефлексов. Они обеспечивают ему поддержание жизнедеятельности в относительно постоянных условиях существования. К ним относятся безусловные рефлексы: пищевые (жевание, сосание, глотание, отделение слюны, желудочного сока и др.), оборонительные (отдергивание руки от горячего предмета, кашель, чихание, мигание при попадании струи воздуха в глаз и др.), половые рефлексы (рефлексы, связанные с осуществлением полового акта, выкармливанием и уходом за потомством), рефлексы терморегуляционные, дыхательные, сердечные, сосудистые, поддерживающие постоянство внутренней среды организма (гомеостаз) и др.

Условные рефлексы обеспечивают более совершенное приспособление организма к меняющимся условиям жизни. Они способствуют нахождению пищи по запаху, своевременному уходу от опасности, ориентировке во времени и пространстве. Условнорефлекторное отделение слюны, желудочного, поджелудочного соков на вид, запах, время приема пищи создает лучшие условия для переваривания пищи еще до того, как она поступила в организм. Усиление газообмена и увеличение легочной вентиляции до начала работы, только при виде обстановки, в которой совершается работа, способствует большей выносливости и лучшей работоспособности организма во время мышечной деятельности.

При действии условного сигнала кора больших полушарий обеспечивает организму предварительную подготовку реагирования на те раздражители внешней среды, которые в последующее время окажут свое воздействие. Поэтому деятельность коры больших полушарий является *сигнальной*.

Условия образования условного рефлекса. Условные рефлексы вырабатываются на базе безусловных. Условный рефлекс так назван И. П. Павловым потому, что для его образования нужны определенные условия.

Прежде всего нужен условный раздражитель, или сигнал. Условным раздражителем может быть любой раздражитель из внешней среды или определенное изменение внутреннего состояния организма. В лаборатории И. П. Павлова в качестве условных раздражителей применяли вспыхивание электрической лампочки, звонок, бульканье воды, раздражение кожи, вкусовые, обонятельные раздражители, звон посуды, вид горящей свечи и пр. Условные рефлексы на время вырабатываются у человека при соблюдении режима труда, приема пищи в одно и то же время, постоянном времени отхода. Условный рефлекс можно выработать, сочетая индифферентный раздражитель с ранее выработанным условным рефлексом. Таким путем образуются условные рефлексы второго порядка, тогда подкреплять индифферентный раздражитель надо условным раздражителем первого порядка. Удалось образовать в эксперименте условные рефлексы третьего, четвертого порядков. Рефлексы эти, как правило, нестойкие. У детей удалось выработать рефлексы шестого порядка.

Возможность выработки условных рефлексов затрудняют или полностью исключают сильные посторонние раздражители, болезнь и др.

Чтобы выработать условный рефлекс, условный раздражитель надо подкреплять безусловным раздражителем, т. е. таким, который вызывает безусловный рефлекс. Звон ножей в столовой вызовет отделение слюны у человека лишь в том случае, если этот звон один или несколько раз подкреплялся едой. Звон ножей и вилок в нашем случае является условным раздражителем, а безусловным раздражителем, вызывающим слюноотделительный безусловный рефлекс, является пища. Вид горящей свечи может стать сигналом к отдергиванию руки у ребенка лишь в том случае, если хотя бы один раз вид свечи совпал с болью от ожога. При образовании условного рефлекса условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного раздражителя (обычно на 1-5 с).

Механизм образования условного рефлекса. Согласно представлениям, И. П. Павлова, образование условного рефлекса связано с установлением временной связи между двумя группами клеток коры: между воспринимающими условное и воспринимающими безусловное раздражение. Эта связь становится тем прочнее, чем чаще одновременно возбуждаются оба участка коры. После нескольких сочетаний связь оказывается настолько прочной, что при действии одного лишь условного раздражителя возбуждение возникает и во втором очаге. Вначале индифферентный раздражитель, если он является новым и неожиданным, вызывает общую генерализованную реакцию организма

— *ориентировочный рефлекс*, который И. П. Павлов назвал исследовательским или рефлексом «что такое?». Любой раздражитель, если он применяется впервые, вызывает двигательную реакцию (общее вздрагивание, поворот глаз, ушей в сторону раздражителя), учащение дыхания, сердцебиение, генерализованные изменения электрической активности мозга — альфа-ритм сменяется быстрыми колебаниями (бета-ритм). Эти реакции отражают общее генерализованное возбуждение. При повторении раздражителя, если он не становится сигналом к определенной деятельности, ориентировочный рефлекс угасает. Например, если собака впервые услышит звонок, она на него даст общую ориентировочную реакцию, но слюны при этом отделяться не будет. Подкрепим теперь звучащий звонок едой. При этом в коре больших полушарий возникнут два очага возбуждения — один в слуховой зоне, а другой в пищевом центре (это участки коры, которые возбуждаются под влиянием запаха, вкуса еды). После нескольких подкреплений звонка едой в коре больших полушарий между двумя очагами возбуждения возникнет (замкнется) временная связь. В ходе дальнейших исследований были получены факты, свидетельствующие о том, что замыкание временной связи идет не только по горизонтальным волокнам (кора — кора). Разрезами серого вещества разобщали у собак разные участки коры, однако это не препятствовало образованию временных связей между клетками этих участков. Это дало основание полагать, что в установлении временных связей важная роль принадлежит и путям кора — подкорка — кора. При этом центростремительные импульсы от условного раздражителя через таламус и неспецифическую систему (гиппокамп, ретикулярная формация) поступают в соответствующую зону коры. Здесь они перерабатываются и по нисходящим путям достигают подкорковых образований, откуда импульсы приходят снова в кору, но уже в зону представительства безусловного рефлекса.

Что происходит в нейронах, участвующих в образовании временной связи? По этому поводу есть различные точки зрения. Одна из них главную роль отводит морфологическим изменениям в окончаниях нервных отростков.

Другая точка зрения о механизме условного рефлекса основывается на *принципе доминанты* А. А. Ухтомского. В нервной системе в каждый момент времени имеются господствующие очаги возбуждения — доминантные очаги. Доминантный очаг имеет свойство притягивать к себе возбуждение, поступающее в другие нервные центры, и за счет этого усиливаться. Например, при голоде в соответствующих участках

центральной нервной системы возникает стойкий очаг с повышенной возбудимостью —пищевая доминанта. Если голодному щенку дать лакать молоко и одновременно начать раздражать лапу электрическим током, то щенок не отдергивает лапу, а начинает лакать с еще большей интенсивностью. У сытого щенка раздражение лапы электрическим током вызывает реакцию ее отдергивания. Считается, что при образовании условного рефлекса очаг стойкого возбуждения, возникший в центре безусловного рефлекса, «притягивает» к себе возбуждение, возникшее в центре условного раздражителя. По мере сочетания этих двух возбуждений, образуется временная связь. Многие исследователи считают, что в фиксации временной связи ведущая роль принадлежит изменению синтеза белка; описаны специфические белковые вещества, связанные с запечатлеванием временной связи. Образование временной связи связано с механизмами хранения следов возбуждения. Однако, механизмы памяти не могут быть сведены к механизмам «временной связи». Имеются данные о возможности сохранения следов на уровне единичных нейронов. Хорошо известны случаи запечатлевания от однократного действия внешнего стимула. Это дает основание считать, что замыкание временной связи является одним из механизмов памяти.

Торможение условных рефлексов. Условные рефлексы пластичны. Они могут долго сохраняться, а могут и тормозиться. Описано два типа торможения условных рефлексов — внутреннее и внешнее. *Безусловное, или внешнее, торможение.* Этот тип торможения имеет место в тех случаях, когда в коре больших полушарий при осуществлении условного рефлекса возникает новый, достаточно сильный очаг возбуждения, не связанный с данным условным рефлексом. Если у собаки был выработан условный слюноотделительный рефлекс на звук звонка, то включение яркого света при звуке звонка у этой собаки тормозит ранее выработанный рефлекс слюноотделения. В основе этого торможения лежит явление отрицательной индукции: новый сильный очаг возбуждения в коре от постороннего раздражения вызывает понижение возбудимости в участках коры больших полушарий, связанных с осуществлением условного рефлекса, и, как следствие этого явления, наступает торможение условного рефлекса. Иногда это торможение условных рефлексов называют *индукционным торможением*. Индукционное торможение не требует выработки (потому оно и относится к безусловному торможению) и развивается сразу, как только подействует внешний, посторонний для данного условного рефлекса раздражитель. К внешнему торможению относят и *запредельное торможение*. Оно проявляется при чрезмерном увеличении силы или

времени действия условного раздражителя. При этом условный рефлекс ослабевает или полностью исчезает. Это торможение имеет охранительное значение, так как защищает нервные клетки от раздражителей слишком большой силы или длительности, которые могли бы нарушить их деятельность. *Условное, или внутреннее, торможение.* Внутреннее торможение, в отличие от внешнего, развивается внутри дуги условного рефлекса, т. е. в тех нервных структурах, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса. Если внешнее торможение возникает сразу, как только подействовал тормозящий агент, то внутреннее торможение надо вырабатывать, оно возникает при определенных условиях, и это иногда требует длительного времени. Одним из видов внутреннего торможения является *угасание*. Оно развивается, если много раз условный рефлекс не подкрепляется безусловным раздражителем. Через некоторое время после угасания условный рефлекс может восстановиться. Это произойдет, если мы вновь подкрепим действие условного раздражителя безусловным.

Непрочные условные рефлексы восстанавливаются с трудом. Угасанием можно объяснить временную утрату трудового навыка, навыка игры на музыкальных инструментах. У детей угасание происходит гораздо медленнее, чем у взрослых. Именно поэтому трудно отучать детей от вредных привычек. Угасание лежит в основе забывания. Угасание условных рефлексов имеет важное биологическое значение. Благодаря ему организм перестает реагировать на сигналы, утратившие свое значение. Сколько бы ненужных, лишних движений при письме, трудовых операциях, спортивных упражнениях делал человек без угасательного торможения!

Запаздывание условных рефлексов также относится к внутреннему торможению. Оно развивается, если отставить во времени подкрепление условного раздражителя безусловным. Обычно при выработке условного рефлекса включают условный раздражитель—сигнал (например, звонок), а через 1—5 с дают пищу (безусловное подкрепление). Когда рефлекс выработан, сразу после включения звонка, без дачи пищи, уже начинает течь слюна. Теперь поступим так: включим звонок, а пищевое подкрепление постепенно отодвинем во времени до 2—3 мин после начала звучания звонка. После нескольких (иногда весьма многократных) сочетаний звучащего звонка с задержанным подкреплением пищей развивается запаздывание: звонок включается, а слюна теперь будет течь не сразу, а спустя 2—3 мин после включения звонка. Из-за не подкрепления на протяжении 2—3 мин условного раздражителя (звонка) безусловным (пищей) условный раздражитель в течение времени неподкрепления

приобретает тормозное значение. Запаздывание создает условия для лучшей ориентировки животного в окружающем мире. Волк не сразу бросается на зайца, увидев его на значительном расстоянии. Он выжидает, когда заяц приблизится. От момента, когда волк увидел зайца, до того времени, когда заяц приблизился к волку, в коре больших полушарий волка имеет место процесс внутреннего торможения: тормозятся двигательные и пищевые условные рефлексы. Если бы этого не происходило, волк часто оставался бы без добычи, срываясь в погоню сразу, как только увидит зайца. Выработавшееся запаздывание обеспечивает волку добычу. Запаздывание у детей вырабатывается с большим трудом под влиянием воспитания и тренировки. Вспомните, как нетерпеливо тянет руку первоклассник, размахивая ею, вставая из-за парты, чтобы его заметил учитель. И только к старшему школьному возрасту (да и то не всегда) мы отмечаем выдержку, умение сдерживать свои желания, силу воли. Сходные звуковые, ообонятельные и другие раздражители могут сигнализировать о совершенно различных событиях. Только точный анализ этих сходных раздражителей обеспечивает биологически целесообразные реакции животного. Анализ раздражений состоит в различении, разделении разных сигналов, дифференцировании сходных взаимодействий на организм. В лаборатории И. П. Павлова удалось, например, выработать такую дифференцировку: 100 ударов метронома в минуту подкрепляли пищей, а 96 ударов не подкрепляли. После нескольких повторений собака отличала 100 ударов метронома от 96: на 100 ударов у нее текла слюна, на 96 ударов слюна не выделялась. *Различение, или дифференцирование, сходных условных раздражителей* вырабатывается путем подкрепления одних и не подкрепления других раздражителей. Развивающееся при этом торможение подавляет рефлекторную реакцию на неподкрепляемые раздражители. Дифференцировка — один из видов условного (внутреннего) торможения.

Благодаря дифференцированному торможению можно выделить сигнально значимые признаки раздражителя из многих окружающих нас звуков, предметов, лиц и т. д. Дифференцирование вырабатывается у детей уже с первых месяцев жизни.

Динамический стереотип. Внешний мир действует на организм не единичными раздражителями, а обычно системой одновременных и последовательных раздражителей. Если эта система в таком порядке часто повторяется, то это ведет к образованию динамического стереотипа.

Динамический стереотип представляет собой последовательную цепь условно рефлекторных актов, осуществляющихся в строго определенном,

закрепленном во времени порядке и являющихся следствием сложной системной реакции организма на комплекс условных раздражителей. Благодаря образованию цепных условных рефлексов, каждая предыдущая деятельность организма становится условным раздражителем — сигналом последующей. Таким образом, предыдущей деятельностью организм подготавливается к осуществлению последующей. Проявлением динамического стереотипа является условный рефлекс на время, способствующий оптимальной деятельности организма при правильном режиме дня. Например, прием пищи в определенные часы обеспечивает хороший аппетит и нормальное пищеварение; постоянство соблюдения времени отхода ко сну способствует быстрому засыпанию и, таким образом, более продолжительному сну детей и подростков; осуществление учебной работы и трудовой деятельности всегда в одни и те же часы приводит к более быстрой вырабатываемости организма и лучшему усвоению знаний, навыков, умений.

Стереотип трудно вырабатывается, но если он выработан, то поддержание его не требует значительного напряжения корковой деятельности, многие действия при этом становятся автоматическими.

Динамический стереотип является основой образования привычек у человека, формирования определенной последовательности в трудовых операциях, приобретения умений и навыков.

Ходьба, бег, прыжки, катание на лыжах, игра на рояле, пользование при еде ложкой, вилок, ножом, письмо — все это навыки, в основе которых лежит образование динамических стереотипов в коре больших полушарий.

Образование динамического стереотипа лежит в основе режима дня каждого человека. Стереотипы сохраняются долгие годы и составляют основу человеческого поведения. Стереотипы, возникшие в раннем детском возрасте, очень трудно поддаются переделке. Вспомним, как трудно «переучить» ребенка, если он научился неправильно держать ручку при письме, неправильно сидеть за столом и т. п. Трудность переделки стереотипов заставляет обращать особое внимание на правильность приемов воспитания и обучения детей с первых лет жизни.

Динамический стереотип является одним из проявлений системной организации высших корковых функций, направленных на обеспечение стабильных реакций организма.

3. Типы высшей нервной деятельности

Понятие о типе высшей нервной деятельности. Условно рефлекторная деятельность зависит от индивидуальных свойств нервной системы. Индивидуальные свойства нервной системы обусловлены наследственными особенностями индивидуума и его жизненным опытом. Совокупность этих свойств называют типом высшей нервной деятельности.

Свойства нервных процессов. И.П. Павлов на основе многолетнего изучения особенностей образования и протекания условных рефлексов у животных выделил 4 основных типа высшей нервной деятельности. В основу деления на типы он положил три основных показателя:

- 1) *силу* процессов возбуждения и торможения;
- 2) *уравновешенность*, т. е. соотношение силы процессов возбуждения и торможения;
- 3) *подвижность* процессов возбуждения и торможения, т. е. скорость, с которой возбуждение может сменяться торможением, и наоборот.

Классификация типов высшей нервной деятельности.

На основании проявления этих трех свойств И. П. Павлов выделил:

- 1) тип сильный, но неуравновешенный, с преобладанием возбуждения над торможением («безудержный» тип); (*холерический*)
- 2) тип сильный, уравновешенный, с большой подвижностью нервных процессов («живой», подвижный тип) (*сангвинический*);
- 3) тип сильный, уравновешенный, с малой подвижностью нервных процессов («спокойный», малоподвижный, инертный тип) (*флегматичный*);
- 4) тип слабый, с быстрой истощаемостью нервных клеток, приводящей к потере работоспособности (*меланхолический*).

И. П. Павлов считал, что основные типы высшей нервной деятельности, обнаруженные на животных, совпадают с четырьмя темпераментами, установленными у людей греческим врачом Гиппократом, жившим в IV веке до н. э.. Тип слабый, соответствует меланхолическому темпераменту; сильный, неуравновешенный тип — холерическому темпераменту; сильный, уравновешенный, подвижный тип — сангвиническому темпераменту; сильный, уравновешенный, с малой подвижностью нервных процессов — флегматическому темпераменту. Однако, следует иметь в виду, что полушария головного мозга человека как существа социального обладают более совершенной синтетической деятельностью, нежели у животных. Человеку свойственна качественно особая нервная деятельность, связанная с наличием у него речевой функции. В зависимости от взаимодействия, уравновешенности

сигнальных систем И. П. Павлов наряду с четырьмя общими для человека и животных типами выделил специально человеческие типы высшей нервной деятельности:

1. Художественный тип. Характеризуется преобладанием первой сигнальной системы над второй. К этому типу относятся люди, непосредственно воспринимающие действительность, широко пользующиеся чувственными образами, для них характерно образное, предметное мышление.

2. Мыслительный тип. Это люди с преобладанием второй сигнальной системы, «мыслители», с выраженной способностью к абстрактному мышлению.

3. Большинство людей относится к среднему типу с уравновешенной деятельностью двух сигнальных систем. Им свойственны как образные впечатления, так и умозрительные заключения.

Пластичность типов высшей нервной деятельности. Врожденные свойства нервной системы не являются неизменными. Они могут в той или иной мере меняться под влиянием воспитания в силу пластичности нервной системы. Тип высшей нервной деятельности складывается из взаимодействия унаследованных свойств нервной системы и влияний, которые испытывает индивидум в процессе жизни.

Пластичность нервной системы И. П. Павлов называл важнейшим педагогическим фактором. Сила, подвижность нервных процессов поддаются тренировке, и дети неуравновешенного типа под влиянием воспитания могут приобрести черты, сближающие их с представителями уравновешенного типа. Длительное перенапряжение тормозного процесса у детей слабого типа может привести к «срыву» высшей нервной деятельности, возникновению неврозов. Такие дети с трудом привыкают к новому режиму работы и нуждаются в специальном внимании. Возрастные особенности условных рефлексов.

Типы высшей нервной деятельности ребенка.

Приспособительные реакции родившегося ребенка на внешние воздействия обеспечиваются ориентировочными рефлексамии. Условные рефлексы в период новорожденности носят очень ограниченный характер и вырабатываются только на жизненно важные стимулы. Уже в первые дни жизни ребенка можно отметить образование натурального условного рефлекса на время кормления, выражающееся в пробуждении детей и повышенной двигательной активности. Сосательные движения губ появляются до того, как сосок вложен в рот. Понятно, что такой рефлекс проявляется только при строгом режиме кормления детей. При строгом

режиме кормления на 6—7-й день у младенцев происходит условно рефлекторное повышение количества лейкоцитов уже за 30 мин до кормления, у них повышается газообмен перед приемом пищи. На положение ребенка для кормления к концу второй недели появляется условный рефлекс в виде сосательных движений. Здесь сигналом является комплекс раздражителей, действующих с рецепторов кожи, двигательного и вестибулярного аппаратов, постоянно сочетавшихся с пищевым подкреплением. С середины первого месяца жизни возникают условные рефлексы на различные первосигнальные стимулы: свет, звук, обонятельные раздражения. Скорость образования условных рефлексов на первом месяце жизни очень мала и быстро увеличивается с возрастом. Так, защитный рефлекс на свет возникает только после 200 сочетаний, если его выработка начата на 15-е сутки после рождения, и требуется меньше 40 сочетаний, если выработка того же рефлекса начата у полуторамесячного ребенка. С первых дней жизни ребенка появляется безусловное (внешнее) торможение. Ребенок перестает сосать, если внезапно раздастся резкий звук. Условное (внутреннее) торможение вырабатывается позже. Его появление и упрочение определяются созреванием нервных элементов коры больших полушарий. Первые проявления дифференцировок двигательных условных рефлексов отмечены к 20-му дню жизни, когда ребенок начинает дифференцировать положение для кормления от процедуры перепеленания. Четкое дифференцирование зрительных и слуховых условных раздражителей наблюдается в 3—4 месяца. Другие виды внутреннего торможения формируются позже дифференцировок. Так, выработка запаздывающего торможения становится возможной с 5-месячного возраста ребенка (М. М. Кольцова).

Выработка у ребенка внутреннего торможения является важным фактором воспитания. На первом году жизни целесообразно воспитывать торможение, привлекая мимику и жесты, характеризующие отрицательное отношение взрослых, или раздражители, отвлекающие внимание ребенка, т. е. являющиеся внешним тормозом. Для правильного развития ребенка первого года жизни очень важным является строгий режим — определенная последовательность чередования сна, бодрствования, кормления, прогулок. Это определяется значимостью в этом возрасте стереотипа интероцептивных условных рефлексов. К концу первого года важное значение приобретают комплексы внешних экстероцептивных раздражителей, характеризующих ситуацию в целом. Одним из важных компонентов комплекса раздражителей становится слово.

Первые признаки развития второй сигнальной системы проявляются у ребенка во второй половине первого года жизни. В процессе развития ребенка сенсорные механизмы речи, определяющие возможность восприятия слова, формируются раньше, чем моторные, с которыми связано умение говорить. Период становления функции особенно чувствителен к формирующим воздействиям, поэтому говорить с ребенком нужно с первых дней его жизни. Ухаживая за ребенком, надо называть все свои действия, называть окружающие предметы. Это очень важно, так как для формирования связей второй сигнальной системы необходимо сочетать словесное обозначение предметов, явлений, окружающих людей с их конкретным образом — сочетать раздражения первосигнальные с раздражителями второсигнальными. К концу первого года жизни слово становится значимым раздражителем. Однако, в этот период реакция детей на слово не имеет самостоятельного значения, она определяется комплексом раздражений, и только позднее слово приобретает значение самостоятельного сигнала (М. М. Кольцова). На протяжении первого года жизни происходит активная тренировка ребенка в произношении сначала отдельных звуков, затем слогов и наконец слов. Становление речевой функции требует определенной зрелости периферического аппарата — языка, мышц гортани, губ, их согласованной деятельности.

Механизм воспроизведения речи связан со сложной координированной работой нервных центров коры, становлением определенных связей речевых центров с моторными зонами. Показана тесная связь речевой функции с двигательной активностью, в особенности с тонкокоординированными движениями пальцев рук. Развивая тонкокоординированные действия, можно ускорить формирование речевых навыков. Речь ребенка особенно интенсивно развивается в возрасте от 1 до 3 лет. В этом возрасте поведение ребенка характеризуется выраженной исследовательской деятельностью. Ребенок тянется к каждому предмету, ощупывает, заглядывает внутрь, пробует поднять, берет в рот. В этом возрасте легко возникают травмы в силу любознательности, отсутствия опыта, растет частота острых инфекций в связи с расширением контактов ребенка с другими детьми и окружающей его средой. Существенно меняется условнорефлекторная деятельность детей этого возраста. На втором году жизни из обобщенного недифференцированного мира, окружающего ребенка, начинают вычленяться отдельные предметы как обособленные комплексы раздражений. Это становится возможным благодаря манипулированию с предметами. Поэтому не следует ограничивать движения детей: пусть сами одеваются, умываются,

едят. Благодаря действиям с предметами у детей начинает формироваться функция обобщения. Широкое пользование предметами развивает у ребенка двигательный анализатор. На втором году жизни у ребенка формируется большое количество условных рефлексов на отношение величины, тяжести, удаленности предметов (вычленение более быстрых и медленных раздражителей, больших или меньших в сравнении с другими). Особое значение имеет выработка систем условных связей на стереотипы экстероцептивных раздражений. В раннем детском возрасте динамические стереотипы имеют особенно важное значение. При недостаточной силе и подвижности нервных процессов стереотипы облегчают приспособление детей к окружающей среде, они являются основой формирования привычек и навыков. Обращает на себя внимание большая прочность системы условных связей, выработанных у детей до 3 лет, и связанная с этим болезненность в связи с нарушением стереотипа: дети капризничают, плачут, если долго с ними задержаться в гостях; долго не засыпают, если их положили на новом месте. Для детей в возрасте до 3 лет выработка большого числа различных стереотипов не только не представляет трудностей, но каждый последующий стереотип вырабатывается все легче. Однако, изменение порядка следования раздражителей в одном стереотипе является крайне тяжелой задачей. Системы условных связей, выработанные в это время, сохраняют свое значение в течение всей последующей жизни человека, поэтому формирование стереотипов, целесообразных для здоровья и имеющих воспитательное значение, особенно важно в этом возрасте.

На втором году начинается усиленное развитие речи, усвоение ребенком грамматического строя языка, при этом большая роль принадлежит *подражательному рефлексу*. Взрослый, общаясь с ребенком, должен особое внимание уделять правильности своей речи.

На этом этапе развития овладение действиями с предметами оказывает решающее влияние и на формирование обобщения предметов словом, т. е. формирование второй сигнальной системы.

В процессе развития ребенка в выработке новых реакций все большее значение приобретает использование ранее образованных связей. Системы условных связей, выработанные в раннем и дошкольном возрасте (до 5 лет), особенно прочны и сохраняют свое значение в течение всей жизни. Этот факт имеет важное значение для педагогической практики. Воспитанные в этом возрасте привычки, навыки, возникшие на основе прочных условнорефлекторных связей, во многом определяют поведение человека.

В дошкольном возрасте очень велика роль подражательного и игрового рефлекса. Дети копируют взрослых, их жесты, слова, манеры.

К концу дошкольного периода происходят существенные перестройки во взаимодействии возбудительных и тормозных процессов. По мере развития коры больших полушарий снимается постепенно генерализация возбудительного процесса. Формируется и приобретает все большее значение внутреннее, условное торможение. Лучше вырабатываются дифференцировки, длительнее становятся периоды удержания торможения. Все это способствует более избирательному и адекватному реагированию ребенка на внешние воздействия. В этом возрасте усиливается обобщающая функция слова, возможность обобщать словом не только конкретные предметы, но и многие предметы внешнего мира, категории предметов. Так, ребенок начинает понимать, что кукла, мишка, машинка — все это игрушки, а игрушки, мебель, посуда, одежда — вещи. В старшем дошкольном возрасте отражение действительности уже опирается на развитие сложных систем связей, включающих взаимодействие первой и второй сигнальных систем.

К 6—7 годам улучшается реактивность на словесные стимулы. Изменяется характер взаимодействия первой и второй сигнальных систем. У 3—4-летних детей первая сигнальная система превалирует и оказывает тормозящее влияние на вторую. В 6—7 лет усиливающаяся активность второй сигнальной системы оказывает подавляющее влияние на первую сигнальную систему. Развитие второй сигнальной системы является одним из важных показателей готовности ребенка к школьному обучению.

В младшем школьном возрасте по мере прогрессивного созревания коры больших полушарий совершенствуются сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов. Развитие процессов коркового торможения создает условия для быстрого и дифференцированного формирования условных связей. Формированию связей в высших отделах ЦНС способствует интенсивное созревание в этом возрасте внутрикорковых ассоциативных путей, объединяющих различные нервные центры. В процессе обучения письму и чтению продолжает интенсивно развиваться обобщающая функция слова. Возрастает значение второй сигнальной системы.

Некоторые изменения условнорефлекторной деятельности отмечаются в подростковом возрасте. Начинающееся половое созревание характеризуется повышенной активностью гипоталамуса. Это вызывает изменение баланса корково-подкоркового взаимодействия, следствием чего является усиление генерализованного возбуждения и ослабление

внутреннего торможения. В сравнении с предыдущей возрастной группой, в подростковом периоде затрудняется образование временных связей. Уменьшается скорость образования условных рефлексов как на первосигнальные, так и на второсигнальные раздражители. Особенности высшей нервной деятельности подростков требуют внимательного к ним отношения, продуманной организации учебно-воспитательного процесса.

Типологические особенности высшей нервной деятельности ребенка. Формирование индивидуально-типологических особенностей в процессе онтогенеза определяется постепенностью созревания высших нервных центров. Как будет показано ниже, в процессе развития ребенка происходит изменение взаимоотношений коры больших полушарий и подкорковых структур. Это обуславливает особенности возбудительного и тормозного процессов в детском возрасте, а следовательно, и специфику проявления типологических особенностей. Н. И. Красногорский, изучая высшую нервную деятельность ребенка на основе силы, уравновешенности, подвижности нервных процессов, взаимоотношений коры и подкорковых образований, соотношения между сигнальными системами, выделил 4 типа нервной деятельности в детском возрасте.

1. Сильный, уравновешенный, оптимально возбудимый, быстрый тип. Характеризуется быстрым образованием условных рефлексов, прочность этих рефлексов значительная. Дети этого типа способны к выработке тонких дифференцировок. Безусловно, рефлекторная деятельность их регулируется функционально сильной корой. Дети этого типа имеют хорошо развитую речь с богатым словарным запасом.

2. Сильный, уравновешенный, медленный тип. У детей этого типа условные связи образуются медленнее, угасшие рефлексы восстанавливаются также медленно. Дети этого типа характеризуются выраженным контролем коры над безусловными рефлексами и эмоциями. Они быстро обучаются речи, только речь у них несколько замедленная. Активны и стойки при выполнении сложных заданий.

3. Сильный, неуравновешенный, повышенная возбудимость, безудержный тип. Характеризуется недостаточностью тормозного процесса, сильно выраженной подкорковой деятельностью, не всегда контролируемой корой. Условные рефлексы у таких детей быстро угасают, а образующиеся дифференцировки неустойчивы. Дети такого типа отличаются высокой эмоциональной возбудимостью, вспыльчивостью, аффектами. Речь у детей этого типа быстрая, с отдельными выкрикиваниями.

4. Слабый тип с пониженной возбудимостью. Условные рефлексы образуются медленно, неустойчивы, речь часто замедленная. Легкотормозимый тип. Характерна слабость внутреннего торможения при сильно выраженных внешних тормозах, чем объясняется трудность привыкания детей к новым условиям обучения, их изменениям. Дети этого типа не переносят сильных и продолжительных раздражений, легко утомляются.

Существенные различия основных свойств нервных процессов у детей, относящихся к разным типам, определяют их разные функциональные возможности в процессе обучения и воспитания. Эффективность педагогических воздействий во многом определяется индивидуальным подходом к учащимся, учитывающим их типологические особенности. Вместе с тем мы уже указывали на то, что одной из отличительных черт типов высшей нервной деятельности человека является их пластичность.

Пластичность клеток коры больших полушарий, их приспособляемость к меняющимся условиям среды является морфофункциональной основой преобразования типа. Так как пластичность нервных структур особенно велика в период их интенсивного развития, педагогические воздействия, корректирующие типологические особенности, особенно важно применять в детском возрасте.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определение рефлекса. Принципы рефлекторной деятельности.
2. Различия безусловных и условных рефлексов.
3. Значение высшей нервной деятельности в развитии человека.
4. Классификация безусловных рефлексов.
5. Классификация условных рефлексов.
6. Виды безусловного и условного торможения. Их значение для жизни и здоровья человека.
7. Изменения ВНД в онтогенезе.
8. Какие типы различают ВНД?

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ И ГИГИЕНА

ПЛАН:

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ
2. ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР
3. СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР
4. ВКУСОВОЙ АНАЛИЗАТОР
5. ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

1. Общая характеристика сенсорных систем

Общее для всех живых существ свойство раздражимости получает особое развитие в связи с жизненно важной задачей получения организмом информации о внешнем мире и о своем внутреннем состоянии для своевременного приспособительного реагирования. Это направление эволюции привело к формированию сенсорных систем (лат. *sensus* — чувство, ощущение), осуществляющих качественный и количественный анализ действующих раздражителей в разных условиях жизни. От того, как воспринимаются события внешнего мира, зависит представление о нем, отношение к нему и сознательное поведение. Сенсорная информация, которую организм получает с помощью органов чувств, имеет большое значение для организации деятельности внутренних органов и поведения соответственно требованиям окружающей среды. Без сенсорной информации организм не смог бы развиваться.

Один из нейрофизиологов современности Х. Дельгадо писал, что если ребенка в течение нескольких лет лишать сенсорных раздражителей, то «такое существо было бы полностью лишено психических функций. Мозг его был бы пуст и лишен мыслей; оно не обладало бы памятью и было бы не способно понимать, что происходит вокруг. Созревая физически, оно оставалось бы интеллектуально столь же примитивным, как и в день своего рождения».

Психическая деятельность человека — это работа двух механизмов: «о механизме образования временных связей между агентами внешнего мира и деятельности организма, или механизме условных рефлексов и механизме анализаторов, т. е. таких приборов, которые имеют своей целью анализировать сложность внешнего мира, разлагать его на отдельные элементы и моменты».

В современной физиологии восприятия употребляются два близких по смыслу понятия: анализатор и сенсорная система.

Термин «анализатор» был введен в физиологию И. П. Павловым в 1909 г. *Анализатор* — единая функциональная система, начинающаяся рецепторами и заканчивающаяся в клетках коры больших полушарий, специально приспособленная к восприятию и анализу раздражителей из внешней или внутренней среды, формированию ощущений и общего представления о предмете.

Сенсорной системой называют анализатор с дополнительными анатомическими образованиями, которые обеспечивают передачу энергии раздражителя к рецепторам.

Учение И. П. Павлова об анализаторах. Восприятие, как сложный системный процесс приема и обработки информации, осуществляется на основе функционирования специальных сенсорных систем или анализаторов. Эти системы осуществляют превращение раздражителей внешнего мира в нервные сигналы и передачу их в центры головного мозга. На разных уровнях головного мозга сигналы преобразуются и перекодируются. Преобразование сенсорных сигналов в высших отделах центральной нервной системы завершается ощущениями и представлениями, опознанием образов. И. П. Павлов впервые создал представление об анализаторе как о единой системе анализа информации, состоящей из трех взаимосвязанных отделов: периферического, проводникового и центрального.

Рецепторы являются периферическим звеном анализатора. Они представлены нервными окончаниями или специализированными нервными клетками, реагирующими на определенные изменения окружающей среды, рецепторы различны по строению, местоположению и функциям. Некоторые рецепторы имеют вид сравнительно просто устроенных нервных окончаний, другие являются отдельными элементами сложно устроенных органов чувств, как, например, сетчатка глаза.

Центростремительные нейроны, проводящие пути от рецептора до коры больших полушарий, составляют проводниковый отдел анализатора. Участки коры больших полушарий головного мозга, воспринимающие информацию от соответствующих рецепторных образований, составляют центральную часть, или корковый отдел, анализатора.

Все части анализатора действуют как единое целое. Нарушение деятельности одной из частей вызывает нарушение функций всего анализатора.

С помощью анализаторов человек познает окружающий мир. Особенно велика роль анализаторов в трудовой деятельности. Если ограничить поступление в центральную нервную систему раздражений с

разных органов чувств или полностью исключить их, то наблюдается задержка в развитии мозга, интеллекта.

Анализ воспринимаемых раздражений начинается уже в рецепторной части анализатора. Здесь идет простейший анализ и раздражение трансформируется в процессе возбуждения. Более совершенный анализ происходит в подкорковых образованиях, результатом чего является выполнение сложных врожденных актов (вставание, настораживание, поворот головы к источнику света или звука, поддержание положения тела и др.). Высший, наиболее тонкий анализ осуществляется в коре больших полушарий головного мозга, в корковом отделе анализатора.

Сенсорные системы организма. Среди сенсорных систем организма различают зрительную, слуховую, вестибулярную, вкусовую, обонятельную системы, а также соматосенсорную систему, рецепторы которой расположены в коже и воспринимают прикосновение, давление, вибрацию, тепло, холод, боль; в соматосенсорную систему также поступают импульсы от проприорецепторов, воспринимающих движения в суставах и мышцах. Изучение интерорецепторов, расположенных во всех внутренних органах, путей проведения и переработки, поступающих от них сигналов дало основание говорить о так называемой висцеральной сенсорной системе, которая воспринимает различные изменения во внутренней среде организма.

Функциональное созревание сенсорных систем. Различные анализаторные системы начинают функционировать в разные сроки онтогенетического развития. Вестибулярный анализатор как филогенетически наиболее древний созревает еще во внутриутробном периоде. Рефлекторные акты, связанные с активностью этого анализатора (например, изменение положения конечностей при повороте), отмечаются у плодов и глубоко недоношенных детей. Также рано созревает кожный анализатор. Первые реакции на раздражение кожи отмечены у эмбриона в 7,5 недели. Уже на 3-м месяце жизни ребенка параметры кожной чувствительности практически соответствуют таковым взрослого.

Адекватные реакции на раздражения вкусового анализатора наблюдаются с 9—10-го дня жизни. Тонкость дифференцировки основных пищевых веществ формируется на 3—4-м месяце жизни. До 6-летнего возраста чувствительность к вкусовым раздражителям повышается и в школьном возрасте не отличается от чувствительности взрослого.

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

Созревание анализаторных систем определяется развитием всех звеньев анализаторов. Периферические звенья, в основном, являются сформированными к моменту рождения. Позже других рецепторных образований формируется периферическая часть зрительного анализатора — сетчатка глаза, однако, и ее развитие заканчивается к первому полугодю.

Миелинизация нервных волокон в течение первых месяцев жизни обеспечивает значительное увеличение скорости проведения возбуждения. Позже других отделов анализаторов созревают их корковые звенья. Именно их созревание в основном определяет особенности функционирования анализаторных систем в детском возрасте. Наиболее поздно завершают свое развитие области проекции в коре слухового и зрительного анализаторов. Определенная степень их зрелости к моменту рождения создает условия для различения простых зрительных и слуховых стимулов уже в период новорожденности. При изучении движения глаз установлено, что ребенок способен воспринимать элементы предъявляемых изображений с момента рождения. При введении в поле зрения геометрической фигуры, движения глаз становятся менее хаотичными, концентрируясь у одной из сторон треугольника или у одного из краев круга. Интересно, что отдельные элементы изображения в раннем младенческом возрасте отождествляются с целостным предметом. Об этом свидетельствуют экспериментальные данные, показавшие, что младенцы, у которых вырабатывался условный рефлекс на целостную конфигурацию, реагировали также на ее компоненты, предъявляемые в отдельности, и только с 16 недель ребенок воспринимал целостную конфигурацию, она становилась эффективным стимулом условной реакции.

По мере созревания внутрикоркового аппарата нейронов и их связей, в течение первых лет жизни ребенка анализ внешней информации становится более тонким и дифференцированным, совершенствуется процесс опознания сложных стимулов. Период интенсивного созревания систем наиболее пластичен. Созревание коркового звена анализатора, в значительной степени, определяется поступающей информацией. Известно, что если лишить организм новорожденного притока сенсорной информации, то нервные клетки проекционной коры не развиваются; в сенсорно обогащенной среде развитие нервных клеток и их синаптических контактов происходит наиболее интенсивно. Отсюда очевидно значение сенсорного воспитания в раннем детском возрасте. Средствами его осуществления являются разнообразные предметы, окружающие ребенка, ярко окрашенные игрушки, привлечение внимания к их форме и цвету.

Функциональное созревание сенсорных систем не заканчивается в раннем детском возрасте. Помимо корковых отделов анализаторов в переработку поступающей информации вовлекаются и другие корковые зоны — ассоциативные отделы, участвующие в опознании стимулов, их классификации, выработке эталонов. Эти структуры созревают в течение длительного периода развития, включая подростковый возраст. Постепенность их созревания определяет специфику процесса восприятия в школьном возрасте (см. гл. IV). При изучении вызванных ответов коры больших полушарий на стимулы разной сложности, так называемых вызванных потенциалов, установлено, что ответы на сложные структурированные зрительные стимулы становятся идентичными таковым взрослого к 11—12 годам. Этому соответствуют данные офтальмологов и психологов о совершенствовании восприятия формы изображения в период обучения в школе. Поэтому чрезвычайно важным является соблюдение условий, необходимых для нормального развития сенсорной функции школьника.

Зрительный и слуховой анализаторы играют особую роль в познавательной деятельности, поэтому на особенностях их функционирования в онтогенезе и гигиенических требованиях к их нормальному развитию остановимся подробнее.

2. Зрительный анализатор

Строение глаза. Зрительное восприятие начинается с проекции изображения на сетчатку глаза и возбуждения фоторецепторов, трансформирующих световую энергию в нервное возбуждение. Сложность зрительных сигналов, поступающих из внешнего мира, необходимость активного их восприятия, обусловила формирование в эволюции сложного оптического прибора. Этим периферическим прибором — периферическим органом зрения — является глаз.

Форма глаза шаровидная. У взрослых диаметр его составляет около 24 мм, у новорожденных — около 16 мм. Форма глазного яблока у новорожденных более шаровидная, чем у взрослых. В результате такой формы глазного яблока новорожденные дети в 80—94% случаев обладают дальнозоркой рефракцией.

Рост глазного яблока продолжается после рождения. Интенсивнее всего оно растет первые пять лет жизни, менее интенсивно — до 9—12 лет.

Глазное яблоко состоит из трех оболочек — наружной, средней и внутренней. Наружная оболочка глаза — *склера*, или *белочная*

оболочка. Это плотная непрозрачная ткань белого цвета, толщиной около 1 мм. В передней части она переходит в прозрачную *роговицу*. Склера у детей тоньше и обладает повышенной растяжимостью и эластичностью.

Роговица у новорожденных детей более толстая и выпуклая. К 5 годам толщина роговицы уменьшается, а радиус кривизны ее с возрастом почти не меняется. С возрастом роговица становится более плотной и ее преломляющая сила уменьшается. Под склерой расположена *сосудистая* оболочка глаза. Толщина ее 0,2—0,4 мм. Она содержит большое количество кровеносных сосудов. В переднем отделе глазного яблока сосудистая оболочка переходит в ресничное (цилиарное) тело и *радужную оболочку*. (радужку).

В ресничном теле расположена мышца, связанная с хрусталиком и регулирующая его кривизну.

Хрусталик — это прозрачное эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы. Хрусталик покрыт прозрачной сумкой; по всему его краю к ресничному телу тянутся тонкие, но очень упругие волокна. Они сильно натянуты и держат хрусталик в растянутом состоянии. Хрусталик у новорожденных и детей дошкольного возраста более выпуклой формы, прозрачен и обладает большей эластичностью.

В центре радужки имеется круглое отверстие — *зрачок*. Величина зрачка изменяется, отчего в глаз может попадать большее или меньшее количество света. Просвет зрачка регулируется мышцей, находящейся в радужке. Зрачок у новорожденных узкий. В возрасте 6—8 лет зрачки широкие вследствие преобладания тонуса симпатических нервов, иннервирующих мышцы радужной оболочки. В 8—10 лет зрачок вновь становится узким и очень живо реагирует на свет. К 12—13 годам быстрота и интенсивность зрачковой реакции на свет такие же, как у взрослого.

Ткань радужной оболочки содержит особое красящее вещество — меланин. В зависимости от количества этого пигмента цвет радужки колеблется от серого и голубого до коричневого, почти черного. Цветом радужки определяется цвет глаз. При отсутствии пигмента (людей с такими глазами называют альбиносами) лучи света проникают в глаз не только через зрачок, но и через ткань радужки. У альбиносов глаза имеют красноватый оттенок. У них недостаток пигмента в радужке часто сочетается с недостаточной пигментацией кожи и волос. Зрение у таких людей понижено.

Между роговицей и радужкой, а также между радужкой и хрусталиком имеются небольшие пространства, называемые соответственно передней и задней камерами глаза. В них находится

прозрачная жидкость. Она снабжает питательными веществами роговицу и хрусталик, которые лишены кровеносных сосудов. Полость глаза позади хрусталика заполнена прозрачной желеобразной массой — стекловидным телом.

Внутренняя поверхность глаза выстлана тонкой (0,2—0,3 мм), весьма сложной по строению оболочкой — *сетчаткой*, или ретиной. Она содержит светочувствительные клетки, названные из-за их формы *колбочками* и *палочками*. Нервные волокна, отходящие от этих клеток, собираются вместе и образуют зрительный нерв, который направляется в головной мозг. У новорожденных детей палочки в сетчатке дифференцированы, число колбочек в желтом пятне (центральная часть сетчатки) начинает возрастать после рождения и к концу первого полугодия морфологическое развитие центральной части сетчатки заканчивается.

Оптическая система глаза. Поступающие в глаз световые лучи, прежде чем они попадут на сетчатку, проходят через несколько преломляющих сред. К ним относятся роговица, водянистое вещество передней и задней камер глаза, хрусталик и стекловидное тело. Каждая из этих сред имеет свой показатель преломляющей силы. Преломляющая сила выражается в диоптриях (Д). Одна диоптрия — это преломляющая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м. Преломляющая сила глаза в целом равна 59 Д при рассматривании далеких предметов и 70,5 Д при рассматривании близких предметов.

Глаз — чрезвычайно сложная оптическая система, и для упрощения была предложена такая модель глаза, в которой одна выпуклая поверхность дает суммарный эффект преломления лучей во всей сложной оптической системе глаза. Пользуясь этой моделью, можно построить изображение видимого предмета на сетчатке (рис. 18). Для этого нужно провести линии от конца рассматриваемого предмета к узловой точке и продолжить их до пересечения с сетчаткой. Изображение на сетчатке получается действительным, уменьшенным и обратным.

Ребенок в первые месяцы после рождения путает верх и низ предмета. Если такому ребенку показать горящую свечу, то он, стараясь схватить пламя, протянет руку не к верхнему, а к нижнему концу свечи. То обстоятельство, что мы видим предметы не в их перевернутом изображении, а в их естественном виде, объясняется жизненным опытом и взаимодействием анализаторов.

Аккомодация. Чтобы рассматриваемый предмет был ясно виден, надо, чтобы лучи от всех его точек попали на заднюю поверхность сетчатки, т. е. были здесь сфокусированы.

Когда человек смотрит вдаль, предметы, расположенные на близком расстоянии, кажутся расплывчатыми, они не в фокусе. Если глаз фиксирует близкие предметы, неясно видны отдаленные.

Попробуйте одновременно одинаково ясно увидеть шрифт книги через марлевую сетку и саму марлевую сетку. Это вам не удастся, так как предметы расположены от глаза на разном расстоянии.

Глаз способен приспособливаться к четкому видению предметов, находящихся от него на различных расстояниях. Эту способность глаза называют аккомодацией. Аккомодация осуществляется путем изменения кривизны хрусталика. При рассматривании близких предметов хрусталик делается более выпуклым, благодаря чему лучи от предметов сходятся на сетчатке.

Хрусталик посредством цинковой связки соединен с мышцей, располагающейся широким кольцом позади корня радужной оболочки. Благодаря деятельности этой мышцы, хрусталик может менять свою форму, становиться более или менее выпуклым и соответственно сильнее или слабее преломлять попадающие в глаз лучи света.

При рассматривании предметов, находящихся на далеком расстоянии, ресничная мышца расслаблена, а связка, прикреплена преимущественно к передней и задней поверхности капсулы хрусталика, в это время натянута, что вызывает сдавливание хрусталика спереди назад и его растягивание. Поэтому при смотреии вдаль кривизна хрусталика и, следовательно, преломляющая сила его становятся наименьшими.

При приближении предмета к глазу происходит сокращение ресничной мышцы, связка расслабляется. Это прекращает сдавливание и растягивание хрусталика. Вследствие эластичности хрусталик становится более выпуклым и его преломляющая сила увеличивается.

При смотреии вдаль радиус кривизны передней поверхности хрусталика 10 мм, а при наибольшем напряжении аккомодации, т. е. при четком видении максимально приближенного к глазу предмета, радиус кривизны хрусталика составляет 5,3 мм.

Аккомодация глаза начинается уже тогда, когда предмет находится на расстоянии около 65 м от глаза. Отчетливо выраженное сокращение ресничной мышцы начинается на расстоянии предмета от глаза 10 и даже 5 м. Если предмет продолжает приближаться к глазу, аккомодация все более усиливается и, наконец, отчетливое видение предмета становится невозможным. Наименьшее расстояние от глаза, на котором предмет еще отчетливо виден, называется *ближайшей точкой ясного видения*. У нормального глаза дальняя точка ясного видения лежит в бесконечности.

С возрастом аккомодация изменяется (табл. 1). В 10 лет ближайшая точка ясного видения находится на расстоянии менее 7 см от глаза, в 20 лет — 8,3 см, в 30 лет — 11 см, в 40 лет — 17 см, в 50 лет — 50 см, в 60—70 лет она приближается к 80 см.

Преломляющие свойства, или рефракция, обеспечивают фокусирование изображения на сетчатке. Для четкого изображения необходимо, чтобы параллельные лучи от изображения сходились на сетчатке. Существуют два основных вида аномалии рефракции — дальнозоркость и близорукость.

Дальнозоркость. Дальнозоркость является следствием короткой продольной оси глаза. Она бывает связана либо с неправильной формой глаза (укороченное глазное яблоко), либо с неправильной кривизной роговицы или хрусталика. В этих случаях изображение фокусируется сзади глаза.

На сетчатке при этом получается расплывчатое изображение предмета. Для перемещения изображения на сетчатку дальнозоркий глаз должен усилить свою преломляющую способность за счет увеличения кривизны хрусталика уже при рассматривании отдаленных предметов. Еще большее напряжение аккомодации потребуется для ясного видения близко расположенных предметов. Если аккомодация не в состоянии обеспечить получение на сетчатке дальнозоркого глаза четких изображений рассматриваемых предметов, необходимы очки с собирательными двояковыпуклыми стеклами, придающими проходящим через них лучам сходящееся направление.

Близорукость. В близоруком глазу параллельные лучи, идущие от далеких предметов, пересекаются впереди сетчатки, не доходя до нее. Это может быть связано со слишком длинной продольной осью глаза (больше 22,5—23,0 мм) или с большей, чем нормальная, преломляющей силой среды глаза (кривизна хрусталика больше). Такому глазу, преломляющая способность которого и без того велика, аккомодация помочь не в состоянии. Близорукий глаз хорошо видит только расположенные близко предметы. При близорукости назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми стеклами, которые превращают параллельные лучи в расходящиеся. Близорукость в большинстве случаев врожденная, однако, она увеличивается в школьном возрасте от младших классов к старшим.

В тяжелых случаях близорукость сопровождается изменениями сетчатки, что ведет к падению зрения и даже отслоению сетчатки. Поэтому своевременное ношение очков школьниками, страдающими близорукостью, является обязательным.

О степени дальнозоркости или близорукости судят по оптической силе стекла, которое, будучи приставленным к глазу в условиях покоя аккомодации, так изменяет направление падающих в него параллельных лучей, что они пересекаются на сетчатке. Оптическую силу стекол измеряют в диоптриях.

У новорожденных глаза, как правило, дальнозоркие. По мере роста ребенка размер глазного яблока увеличивается. К 9—12 годам у большинства детей глаза становятся соразмерными.

Однако, у части детей шаровидная форма глаза может измениться, стать удлинненной. Задний отдел глазного яблока растягивается, сетчатка соответственно отодвигается. Получающиеся в таких глазах изображения отдельных предметов перестают совпадать с сетчаткой и теряют отчетливость. Глаза становятся близорукими. Если глазное яблоко продолжает удлиняться, то продолжает увеличиваться и степень близорукости. В таких случаях говорят, что близорукость прогрессирует. По данным Института физиологии детей и подростков АПН СССР, в I классе среди детей 7—8 лет число близоруких от 2 до 5%, а в VII классе это число доходит до 16%.

Чем проявляет себя начало развития близорукости? Школьник заявляет, что он стал плохо видеть написанное на классной доске, просит пересадить его на первые парты. При чтении он приближает книгу к глазам, сильно склоняет голову во время письма, в кино или театре стремится занять место поближе к экрану или сцене.

Для близоруких характерно прищуривание глаз при рассматривании предметов. Стремление чрезмерно приблизить рассматриваемый объект к близоруким глазам, чтобы сделать его изображение на сетчатке более четким, требует значительной нагрузки на мышечный аппарат глаза. Нередко мышцы не справляются с такой напряженной работой и один глаз отклоняется в сторону виска или носа. Возникает *косоглазие*.

При неосложненной близорукости очки нередко восстанавливают полную остроту зрения. Прогрессирующая близорукость может привести к серьезным необратимым изменениям в глазу.

Близорукость обычно развивается под влиянием длительной и беспорядочной зрительной работы на близком расстоянии. Развитию близорукости способствуют недостаточное освещение рабочего места, неправильная посадка при чтении, письме, мелкий шрифт книг с неясной и бледной печатью.

Рахит, туберкулез, ревматизм и другие общие заболевания могут стать причиной растяжения глазного яблока, но чаще всего они создают благоприятную почву для развития близорукости.



Рисунок 6. Схема рефракции.

Астигматизм. К аномалии рефракции относят и астигматизм — невозможность схождения всех лучей в одной точке. Астигматизм является следствием неодинаковой кривизны роговицы в различных ее меридианах.

Если больше преломляет вертикальный меридиан, астигматизм прямой, если горизонтальный — обратный.

Нормальные глаза тоже имеют небольшую степень астигматизма, так как поверхность роговицы не строго сферическая: при рассмотрении с расстояния наилучшего видения диска, с нанесенными на него концентрическими кругами, наблюдается незначительное сплющивание кругов. Резкие степени астигматизма, нарушающие зрение, исправляются при помощи цилиндрических стекол, которые располагаются по соответствующим меридианам роговицы.

Острота зрения. Острота зрения отражает способность оптической системы глаза строить четкое изображение на сетчатке. Она измеряется путем определения наименьшего расстояния между двумя точками, достаточного для того, чтобы они не сливались, чтобы лучи от них попадали на разные рецепторы сетчатки.

Мерилом остроты зрения служит угол, который образуется между лучами, идущими от двух точек предмета к глазу, — угол зрения. Чем меньше этот угол, тем выше острота зрения. У большинства людей минимальная величина угла зрения составляет 1 мин. Принято считать этот угол нормой, а остроту зрения глаза, имеющего наименьший угол зрения 1 мин, — единицей остроты зрения. Это средняя величина нормы. Иногда

здоровый глаз может обладать остротой зрения несколько меньшей, чем единица. Встречается и острота зрения, значительно превышающая единицу. С уменьшением освещенности острота зрения резко падает. Оптимальным для остроты зрения является диаметр зрачка около 3 мм. Для измерения остроты зрения пользуются таблицами, на которых изображены буквы или фигуры и у каждой строчки отмечено, с какого расстояния глаз видит каждую деталь под углом в V (1 мин).

При определении остроты зрения человек должен находиться на расстоянии 5 м от висящей на стене таблицы. Вначале определяют остроту зрения одного глаза, затем другого. Во время определения испытуемый прикрывает листом бумаги или рукой другой глаз. Показателем остроты считается та строка с наименьшими по размеру буквами, на которой испытуемый может отличить несколько букв.

Острота зрения у детей с нормальной рефракцией увеличивается с возрастом. Так, в 4—5 лет она в среднем равна 0,80%, в 5—6 лет —0,86%, в 7—8 лет —0,91%. В возрасте от 10 до 15 лет острота зрения повышается от 0,98 до 1,15.

Пространственное зрение. Видение пространства и ориентировка в пространстве совершенствуются в процессе онтогенеза. И. М. Сеченов придавал большое значение в развитии пространственного зрения формированию координированных движений зрительного аппарата. Он считал, что благодаря глазным движениям ребенок, учится различать в зрительной картине взаимное расположение частей. Важным фактором, обеспечивающим восприятие пространства, является *бинокулярное зрение* — зрение двумя глазами. Оно позволяет ощущать рельефные изображения предметов, видеть глубину и определять расстояние предмета от глаза при рассматривании предметов левым и правым глазом.

Глубинное зрение совершенствуется с возрастом. Исследование остроты глубинного зрения в возрастном диапазоне от 6 до 17 лет показало наиболее интенсивный ее рост к 9 годам. В 16—17 лет этот показатель такой же, как у взрослого. Способность к стереоскопическому восприятию двойных изображений, формируясь постепенно, достигает максимальных значений в юношеском возрасте. Начиная с 40 лет область стереоскопического восприятия несколько уменьшается.

Световая и цветовая чувствительность. Рецепторный аппарат зрительного анализатора расположен на внутренней оболочке глаза — сетчатке. Сетчатка имеет сложную многослойную структуру. Она состоит из пигментного слоя, фоторецепторов и двух слоев нервных клеток, отростки которых образуют зрительный нерв. В сетчатке имеется

два вида фоторецепторов: палочки — их у человека примерно 120—125 млн. и колбочки — 5—6 млн.

Палочки, чувствительность которых выше, ответственны за сумеречное зрение. Они расположены на периферии сетчатки. Колбочки воспринимают различные цвета. Они сосредоточены, преимущественно, в центре сетчатки, в основном, в центральной ямке. Колбочки — аппарат дневного зрения. Они, в отличие от палочек, воспринимают зрительные сигналы при ярком освещении, т. е. чувствительность их к свету меньше.

У человека встречаются случаи частичного и полного нарушения цветового зрения. При полной цветовой слепоте человек видит все предметы одинаково окрашенными в серый цвет, никаких других цветов он не воспринимает. Частичное нарушение цветового зрения получило название дальтонизма (по имени английского химика Дальтона, у которого впервые было обнаружено это нарушение). Дальтоники обычно не различают красный и зеленый цвета (они им кажутся серыми разных оттенков). Около 4—5% всех мужчин страдают дальтонизмом. У женщин он встречается реже — до 0,5%. Для обнаружения дальтонизма пользуются специальными цветовыми таблицами.

Возбудимость зрительного анализатора зависит от количества светореактивных веществ в сетчатке. При действии света на глаз вследствие распада светореактивных веществ, возбудимость глаза понижается. Это приспособление глаза к свету — *световая адаптация*. Например, при выходе из темного помещения на яркий солнечный свет мы вначале ничего не различаем, но вскоре адаптируемся к свету и прекрасно все видим. Снижение возбудимости глаза на свету тем больше, чем ярче свет. Особенно быстро понижается возбудимость в первые 3—5 мин.

В темноте, в связи с восстановлением светореактивных веществ, возбудимость глаза к свету возрастает — *темновая адаптация*. Возбудимость колбочек может возрасти в темноте в 20—50 раз, а палочек — в 200—400 тыс. раз.

Кроме световой есть еще *цветовая адаптация*, т. е. падение возбудимости глаза при действии лучей, вызывающих цветовые ощущения. Чем интенсивнее цвет, тем быстрее падает возбудимость глаза. Наиболее быстро и резко понижается возбудимость при действии сине-фиолетового раздражителя, медленнее и меньше всего — зеленого.

При проецировании на сетчатку неподвижного изображения глаз скоро перестает его различать. Вследствие адаптации, человек не мог бы видеть неподвижных предметов, если бы не непрерывные мелкие колебательные движения глаз, которые совершаются постоянно в течение

25 мс каждое. За это время прекращается адаптация соответствующего рецептивного поля и возобновляется эффект включения зрительного раздражения, поэтому человек может видеть неподвижный предмет.

Возрастные особенности световой чувствительности и цветового зрения. Световая и цветовая чувствительность изменяется с возрастом. Светоощущения есть уже у недоношенных детей. У них выявлено возбуждение как аппарата дневного, так и аппарата сумеречного зрения. Изменение световой чувствительности с возрастом, в основном, зависит от изменяющейся возбудимости зрительных нервных центров.

Световая чувствительность значительно увеличивается в возрасте от 4 до 20 лет и после 30 лет начинает снижаться. С возрастом изменяется критическая частота световых мельканий — наименьшее число прерывов света в 1 с, при которой наступает слияние мельканий; у детей 7—8 лет она составляет 25, у 9—10-летних —30, в 12—14 лет —40—41 кол/с.

Вопрос о развитии цветоощущений до конца не выяснен. По данным некоторых исследователей, цветоощущение присуще уже новорожденным. Исследование условных рефлексов выявило возможность дифференцирования цветов при образовании защитных мигательных и пищевых условных рефлексов на 3-м месяце жизни.

Показано, что грудные дети различают разные степени яркости цветов. В 3-летнем возрасте ребенок различает как абсолютную величину яркости цвета, так и соотношение яркости цветов. По мере созревания центральной нервной системы возрастает различительная цветовая чувствительность, резкое повышение которой отмечено в 10—12 лет. Различение цветов по цветовому тону, круто возрастая к 10 годам, продолжает увеличиваться до 30 лет, затем медленно снижается к старости.

3. Слуховой анализатор

Основные функции. Слуховой анализатор — это второй по значению анализатор в обеспечении адаптивных реакций и познавательной деятельности человека. Его особая роль у человека связана с членораздельной речью. Слуховое восприятие — основа членораздельной речи. Ребенок, потерявший слух в раннем детстве, утрачивает и речевую способность, хотя весь артикуляционный аппарат у него остается ненарушенным.

Орган слуха. Слуховые рецепторы находятся в улитке внутреннего уха, которая расположена в пирамиде височной кости. Звуковые колебания передаются к ним через целую систему вспомогательных образований, обеспечивающих совершенное восприятие звуковых раздражений. Орган

слуха человека состоит из трех частей — наружного, среднего и внутреннего уха *Наружное ухо* состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. Наружное ухо служит для улавливания звуков.

Определение направления звука у человека связано с так называемым *бинауральным слухом*, т. е. со слышанием двумя ушами. Всякий звук, идущий сбоку, поступает в одно ухо раньше на несколько долей миллисекунды, чем в другое (в зависимости от местоположения источника звука). Разница во времени прихода звуковых волн, воспринимаемых левым и правым ухом, дает возможность человеку определить направление звука. Если у человека одно ухо поражено и не функционирует, то он определяет направление звука поворачивая голову.

На границе между наружным и средним ухом находится *барабанная перепонка*. Это тонкая соединительнотканная пластинка (ее толщина около 0,1 мм), которая снаружи покрыта эпителием, а изнутри слизистой оболочкой. Барабанная перепонка расположена наклонно и начинает колебаться, когда на нее падают со стороны наружного слухового прохода звуковые колебания. И так как барабанная перепонка не имеет собственного периода колебаний, то она колеблется при всяком звуке соответственно его длине волны.

Среднее ухо представлено барабанной полостью, имеющей неправильную форму в виде маленького плоского барабана, на который туго натянута колеблющаяся перепонка, и слуховой трубой. Внутри полости среднего уха расположены сочленяющиеся между собой слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко. Внутреннее ухо отделено от среднего перепонкой овального окна.

Система слуховых косточек обеспечивает увеличение давления звуковой волны при передаче с барабанной перепонки на перепонку овального окна примерно в 30—40 раз. Это очень важно, так как даже слабые звуковые волны, падающие на барабанную перепонку, в результате оказываются способными преодолеть сопротивление мембраны овального окна и передать колебания во внутреннее ухо, трансформируясь там в колебания жидкости — эндолимфы.

Барабанная полость соединена с носоглоткой при помощи *слуховой*, или *евстахиевой*, трубы длиной 3,5 см и шириной всего 2 мм. Труба поддерживает одинаковое давление на барабанную перепонку снаружи и изнутри, что создает наиболее благоприятные условия для ее колебания. Проход воздуха в барабанную полость происходит во время акта глотания и зевания, когда открывается просвет трубы и давление в глотке и барабанной полости выравнивается.

Внутреннее ухо расположено в каменистой части височной кости и представляет собой костный лабиринт, внутри которого находится перепончатый лабиринт из соединительной ткани. Перепончатый лабиринт как бы вставлен в костный лабиринт и в общем повторяет его форму. Между костным и перепончатым лабиринтами имеется жидкость — *перилимфа*, а внутри перепончатого лабиринта — *эндолимфа*.

В стенке, отделяющей среднее ухо от внутреннего, кроме овального окошка имеется еще круглое окно, которое делает возможным колебание жидкости.

Костный лабиринт состоит из трех частей: в центре — преддверие, спереди от него находится улитка, а сзади — полукружные каналы. Костная улитка — спирально извиляющийся канал, образующий два с половиной оборота вокруг стержня конической формы. Диаметр костного канала у основания улитки 0,04 мм, а на вершине 0,5. От стержня отходит костная спиральная пластинка, которая делит полость канала на две части, или лестницы. Внутри среднего канала улитки, в улитковом ходе, находится звуковоспринимающий аппарат — *спиральный*, или *кортиев*, *орган* (рис. 23). Кортиев орган имеет базилярную (основную) пластинку, которая состоит примерно из 24 тыс. тонких фиброзных волокон различной длины, очень упругих и слабо связанных друг с другом. Вдоль основной пластинки в 5 рядов располагаются опорные и волосковые чувствительные клетки, которые являются собственно слуховыми рецепторами.

Механизм восприятия звука. Для слухового анализатора адекватным раздражителем является звук. Звуковые волны возникают как чередование сгущений и разрежений воздуха, которые распространяются во все стороны от источника звука. Все вибрации воздуха, воды или другой упругой среды распадаются на периодические (тоны) и непериодические (шумы). Если их записать, то тоны имеют правильную, четкую, ритмическую форму, шумы — неправильную, сложную. Тоны бывают высокие и низкие, последним соответствует меньшее число колебаний в секунду.

Основной характеристикой каждого звукового тона является длина звуковой волны, которой соответствует определенное число колебаний в секунду. Длину звуковой волны определяют расстоянием, которое проходит звук в секунду, деленным на число полных колебаний, которое совершает звучащее тело в секунду. Чем больше число колебаний, тем короче длина волны. У высоких звуков волна короткая, измеряемая в миллиметрах, у низких — длинная, измеряемая метрами.

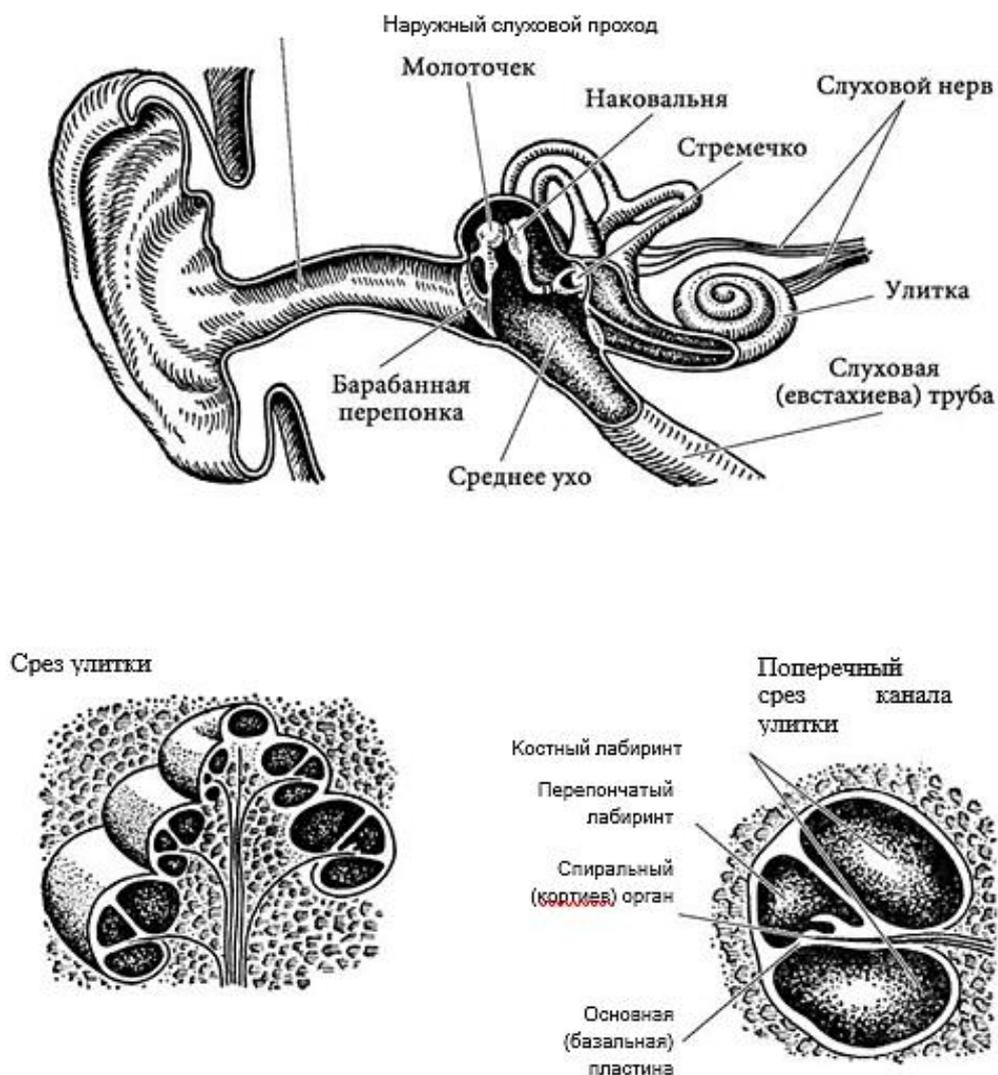


Рисунок 7. Общий вид орган слуха.

Высота звука определяется его частотой, или числом волн за 1 с. Частота измеряется в герцах (Гц). 1 Гц соответствует одному полному колебанию в секунду. Чем больше частота звука, тем звук выше. Сила звука пропорциональна амплитуде колебаний звуковой волны и измеряется в децибелах.

Самый высокий звук, который мы в состоянии услышать, имеет 20 тыс. колебаний в секунду (20 тыс. Гц), самый низкий — 12—24 Гц. У детей верхняя граница слуха достигает 22 тыс. Гц, у пожилых людей она ниже — около 15 тыс. Гц.

Звук характеризуется тембром, или окраской. Каждый источник звука, будь то струна скрипки, медная труба или деревянная пластинка, наряду с основным колебанием производит целый ряд других, дополнительных колебаний. Звуку каждого инструмента сопутствуют дополнительные колебания — обертоны. Обертон — звук, число колебаний которого в 2, 4, 8 и т. д. раз превосходит число колебаний основного тона. В

зависимости от того, какой из обертонов сильнее выражен, звук инструмента получает свою особую «окраску», которую можно узнать среди массы других звуков. То же самое относится и к звукам человеческого голоса. Каждый человек имеет свой особый индивидуальный тембр, свои обертоны, свою окраску голосового звука, по которому его можно узнать, даже не видя его лица.

Наибольшей возбудимостью обладает ухо к звукам с частотой колебаний в пределах от 1000 до 4000 Гц. Ниже 1000 и выше 4000 Гц возбудимость уха сильно понижается.

Воздушные звуковые волны, попадая в наружный слуховой проход, вызывают колебания барабанной перепонки. Далее колебания барабанной перепонки передаются через среднее ухо. Система слуховых косточек, действуя как рычаг, усиливает звуковые колебания и передает их жидкости, находящейся между костным и перепончатым лабиринтами улитки. При распространении звуковых волн в улитке смещается основная мембрана, и ее колебания вызывают перемещение ресничек волосковых клеток. В результате этого возникает рецепторный потенциал, возбуждающий окончания нервных волокон. Колебания основной мембраны зависят от высоты звука. Эластичность ее на разных отрезках неодинакова. Ближе к овальному окну мембрана уже и жестче, дальше — шире и эластичнее. Поэтому ее более узкие участки восприимчивы к высоким частотам, более широкие — к низким. От высоты звука зависит, какой участок мембраны ответит на этот звук колебанием наибольшей амплитуды. Соответственно на звуки разной частоты реагируют разные волосковые клетки. Клетки, реагирующие на высокие тоны, расположены на узкой, туго натянутой части основной мембраны, вблизи овального окна; рецепторы низких звуков — на широких, менее туго натянутых отрезках мембраны. Это проверено в опытах на собаках. Если у собак разрушить улитку в области основания, то исчезают условные рефлексы на высокие тоны, если разрушить верхушку улитки — исчезают условные рефлексы на низкие тоны. Разрушение средней части улитки приводит к выпадению рефлексов на средние тоны. Следовательно, анализ различения звука происходит уже на уровне рецепторов. Сила звука, измеряемая в децибелах, кодируется числом возбужденных нейронов и частотой их импульсации. Пороги возбуждения внутренних и наружных рецепторных клеток неодинаковы. Возбуждение внутренних волосковых клеток возникает при большой интенсивности звука, наружных — при меньшей. В зависимости от интенсивности звука меняется соотношение возбуждения внутренних и наружных волосковых клеток. Возникшее возбуждение по нервным волокнам через систему

переключательных ядер передается в слуховую кору, где соотносятся частота и сила звуковых стимулов и осуществляется распознавание сложных звуков. Смысл услышанного интерпретируется в ассоциативных корковых зонах.

Таким образом, информация, содержащаяся в звуковом стимуле, в виде нейронного возбуждения проходит по различным уровням слуховой системы. При этом различные типы нейронов выделяют специфические свойства звуковых стимулов.

При длительном действии сильных звуков возбудимость звукового анализатора понижается, а при длительном пребывании в тишине возбудимость возрастает. Это *адаптация*. Наибольшая адаптация наблюдается в зоне более высоких звуков.

Чрезмерный шум не только ведет к снижению слуха, но и вызывает психические нарушения у людей. Реакция на шум может проявляться в изменении деятельности внутренних органов, но особенно сердечно-сосудистой системы. При сильном шуме снижается работоспособность человека. Специальными опытами на животных доказана возможность появления «акустического шока» и «акустических судорог», иногда смертельных.

Возрастные особенности слухового анализатора. Восприятие звуков отмечается даже у плода в последние месяцы внутриутробной жизни. Новорожденные и дети грудного возраста осуществляют элементарный анализ звуков. Они способны реагировать на изменение высоты, силы, тембра и длительности звука. Дифференцирование качественно различных звуков (например, звука органной трубы и колокольчика) возможно уже на 2—3-м месяце жизни. Однородные звуки, отличающиеся лишь высотой тона, дифференцируются с 3-го месяца. В период от 3 до 6—7 месяцев различительная чувствительность слухового анализатора существенно возрастает: 3-месячные дети дифференцируют звуки, отличающиеся на $1\frac{1}{2}$ тона, 7-месячные на 1 — 2 и даже $\frac{3}{4}$ и $\frac{1}{2}$ музыкального тона. Пороги слышимости также заметно изменяются с возрастом. Наименьшая величина порогов слышимости, т. е. наибольшая острота слуха, свойственна подросткам и юношам (14—19 лет). Изменяются с возрастом и пороги слышимости речи. У детей 6—9 лет порог слышимости 17-24 дБА для высокочастотных слов и 19—24 для низкочастотных, у взрослых — 7—10 дБА для низкочастотных слов. У детей по сравнению со взрослыми острота слуха на слова понижена больше чем на тон. В развитии слуха у детей большое значение *имеет* общение со взрослыми.

У детей надо развивать слух слушанием музыки, обучением игре на музыкальных инструментах, пением. Во время прогулок следует приучать детей слушать шум леса, пение птиц, шорох листьев, плеск моря.

Для слуха детей вредны чрезмерно сильные звуки. Это может привести к стойкому снижению слуха, и даже полной глухоте.

Гигиена слуха — система мер, направленная на охрану слуха, создание оптимальных условий для деятельности слухового анализатора, способствующих нормальному его развитию и функционированию.

Различают *специфическое* и *неспецифическое действие шума на организм* человека. Специфическое действие проявляется в разной степени нарушения слуха, неспецифическое — в разного рода отклонениях со стороны ЦНС, вегетативной реактивности, в эндокринных расстройствах, функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и пищеварительного тракта.

У лиц молодого и среднего возраста уровни шума в 90 дБА, воздействуя в течение часа, понижают возбудимость клеток коры головного мозга, ухудшают координацию движений, отмечается снижение остроты зрения, устойчивости ясного видения и чувствительности к оранжевому цвету, удлиняется латентный период зрительной и слухомоторной реакции, нарастает частота срывов дифференцировочной реакции. При такой же длительности работы в условиях воздействия шума в 96 дБА наблюдаются еще более резкое нарушение корковой динамики, фазовые состояния, запредельное торможение, расстройство вегетативной реактивности. Ухудшаются показатели мышечной работоспособности (выносливости, утомляемости) и проявляются частые изменения ее по неблагоприятным типам, снижается производительность труда. Труд в условиях воздействия шума в 120 дБА через 4—5 лет может вызвать нарушения, характеризующиеся астеническими неврастеническими проявлениями. Появляются раздражительность, головные боли, бессонница, расстройства эндокринной системы. Выраженными оказываются и изменения со стороны сердечно-сосудистой системы: нарушается тонус сосудов и ритм сердечных сокращений, возрастает или понижается артериальное давление.

Специфическое действие шума сказывается на состоянии слуха. Повышается порог слышимости, снижается как костная, так и воздушная проводимость. При стаже работы в 5—6 лет часто развивается профессиональная тугоухость. У трактористов понижение слуха, шум в ушах и головные боли стойко держатся на протяжении 0,5—2 ч по окончании рабочего дня. По мере увеличения срока работы функциональные отклонения перерастают в невриты слухового нерва,

которые при стаже работы в 5 лет встречаются в 1,2%, а при стаже работы более 12 лет — в 6,9% случаев.

Достаточно пробыть всего 6 ч в зоне шума 90 дБА, чтобы снизилась острота слуха (90 дБА — шум, испытываемый пешеходом на сильно загруженной транспортом улице).

На взрослых и, особенно, детей чрезвычайно отрицательно воздействие (неспецифическое и специфическое) шума высокой громкости в помещениях, где включены на полную мощность радиоприемники, телевизоры, магнитофоны.

Весьма ощутимо влияние шума на детей и подростков. Изменения функционального состояния слухового и других анализаторов наблюдаются у детей и подростков при меньшей громкости и частотности шума. Изменения существенны под воздействием «школьного» шума.

Уровень интенсивности шума в отдельных основных помещениях школы колеблется от 40 до ПО дБА (табл. 3). На уроках он находится преимущественно в пределах 50—80 дБА, частотой от 500 до 2000 Гц.

Таблица 1: Уровень интенсивности шума в помещениях школы

Помещение	Уровень шума (в дБА)		
	минимальный	максимальный	преобладающий
Класс	40—42	90	50—80
Слесарная мастерская	60	109	74—90
Столярная мастерская	60	ПО	74—87
Гимнастический зал	56	104	75—90
Рекреация (во время перерывов)	75	95	79—88

В гимнастическом зале шум достигает 74—90 дБА при максимуме 100—104 дБА, в учебных мастерских—100—110 дБА при частоте 300—5000 Гц. Шум до 40 дБА не вызывает отрицательных изменений в функциональном состоянии центральной нервной системы. Изменения становятся выраженными при воздействии шума в 50—60 дБА. Воздействие шума в 50 дБА вызывает у учащихся повышение порогов слуховой чувствительности на частотах 200, 1000, 4000 и 7000 Гц, а также значимое снижение работоспособности. После занятий в школе по сравнению с

показателями до уроков порог слуховой чувствительности возрастал у учащихся на 10—15 и даже на 25 дБА.

Более значительными оказываются пороги слуховой чувствительности, снижения работоспособности и внимания у учащихся после воздействия шума в 60 дБА. Решение арифметических примеров требовало при шуме в 50 дБА на 15—55%, а в 60 дБА на 81—100% больше времени, чем до действия шума. Снижение внимания у школьников в условиях воздействия шума указанной громкости и частоты достигало 16%.

Еще в большей степени проявляется влияние шума на подростков во время работы в учебных мастерских и на различных производствах.

Профилактика отрицательного воздействия шума. Снижение уровней «школьного» шума и неблагоприятного воздействия на учащихся достигается проведением ряда комплексных мероприятий: строительных, архитектурных, технических и организационных.

Участок общеобразовательных школ, школ-интернатов и ПТУ ограждают по всему периметру живой изгородью высотой не менее 1,2 м. Ширина зеленой зоны со стороны улицы не менее 6 м. Целесообразна вдоль этой полосы, на расстоянии не менее 10 м от здания, посадка деревьев, кроны которых задерживают распространение шума.

Большое влияние на величину звукоизоляции оказывает плотность, с какой закрыты классные двери. Если они плохо закрыты (щели 3—5 см), в притворе дверей двух смежных классов звукоизоляция снижается на 5—7 дБА.

Важное значение в снижении «школьного» шума имеет гигиенически правильное размещение учебных помещений в здании школы. Мастерские (столярные, слесарные, швейные), комнаты машинописи (даже при правильной отделке звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами), гимнастические залы размещаются на первом этаже здания, в отдельном крыле или в пристройке, т. е. за пределами габаритов здания.

Гигиеной зрения и слуха учащихся и учителей диктуются размеры учебных помещений: длина (размер от доски до противоположной стены) и глубина классных комнат. Длина классной комнаты не более 8 м обеспечивает учащимся, обладающим нормальной остротой зрения и слуха, но сидящим на последних партах, четкое восприятие речи учителя и ясное различие написанного на доске.

За первыми и вторыми партами (столами) в любом ряду отводятся рабочие места учащимся со сниженной остротой слуха (разговорная речь воспринимается от 2 до 4 м, а шепот — от 0,5 до 1 м).

Вне зависимости от типа здания (комплекса зданий) ПТУ обязательно осуществление совокупности акустических мероприятий: уменьшение шума в источнике его образования, устранение передачи шума от источника и из помещения, где установлены шумные агрегаты, рациональная планировка шумных помещений.

Наиболее шумные узлы агрегата или агрегат в целом звукоизолируются (капоты, кожухи, укрытия). Допускается звукоизолирующее укрытие сочетать с ограждениями, применяемыми в целях безопасности.

В учебно-производственных мастерских ПТУ и цехах заводов предусматриваются помещения с повышенной звукоизоляцией ограждающих конструкций для отдыха подростков в процессе рабочей смены.

Восстановлению функционального состояния слухового анализатора и сдвигов в других физиологических системах организма подростка способствуют небольшие перерывы (10—15 мин)—отдых в тихих комнатах: на первом году обучения желательно через 50 мин—1 ч работы, на втором году — через 1,5 ч и на третьем— через 2 ч работы.

Выявление состояния слуха детей и подростков производится при диспансеризации врачом-оториноларингологом. Состояние слуха проверяется и при очередной диспансеризации детей 6—7 лет перед поступлением в школу, затем в IV—V, в VII и VIII—IX классах. Последующие наблюдения и диагностические исследования проводятся подростковым кабинетом.

Все подростки, работающие в условиях непрерывного и прерывистого воздействия шума, обязательно подвергаются медицинскому осмотру подростковым или цеховым врачом-терапевтом, невропатологом и оториноларингологом.

Значение речи учителя для слухового восприятия. Негромкая, ясная, небыстрая речь учителя, эмоционально окрашенная, способствует наилучшему ее слуховому восприятию учащимися и усвоению учебного материала. Слова следует произносить четко. Монотонная речь учителя способствует возникновению у учащихся дремотного состояния, во время которого учебный материал воспринимается с трудом. Речь учителя должна быть живой, богатой разнообразными интонациями, образной и как можно чаще адресоваться к зрительному воображению учащихся. С образом и действием необходимо связывать, особенно у начинающих обучение, не только слова, но и числа. Ребенок 6—7 лет не может усвоить цифры-

символы до тех пор, пока он не представит себе обозначаемое количество предметов.

Наибольшая нагрузка во время уроков у школьников, теоретических и производственных занятий у учащихся ПТУ падает на слуховой и двигательный анализаторы, в то время как возможности зрительного анализатора используются не полностью.

4. Вкусовой анализатор

В процессе эволюции у человека и высших животных сформировалась вкусовая сенсорная система как механизм выбора или отвергания пищи. Вкусовые ощущения возникают в результате химического раздражения вкусовых рецепторов различными веществами. Их возбуждение запускает сложную цепь реакций в разных отделах мозга, приводящих к активации желез органов пищеварения или к удалению вредных для организма веществ, попавших в рот с пищей.

Периферический отдел вкусовой сенсорной системы представлен *вкусовыми почками* (около 2000), которые расположены в эпителии желобковых, листовидных и грибовидных сосочков языка, а также в слизистой неба, зева и надгортанника. *Хеморецепторы* — вкусовые клетки — расположены на дне вкусовой почки. Они покрыты микроворсинками, вступающими в контакт с растворенными в воде веществами.

Проводниковый отдел этой сенсорной системы состоит из тройничного нерва, барабанной струны, языкоглоточного нерва, ядер продолговатого мозга и таламуса.

Центральный отдел вкусового анализатора расположен в эволюционно древних образованиях больших полушарий. К ним относятся кора гиппокампа (аммо- нова рога), парагиппокампа и крючка, а также латеральная часть постцентральной извилины.

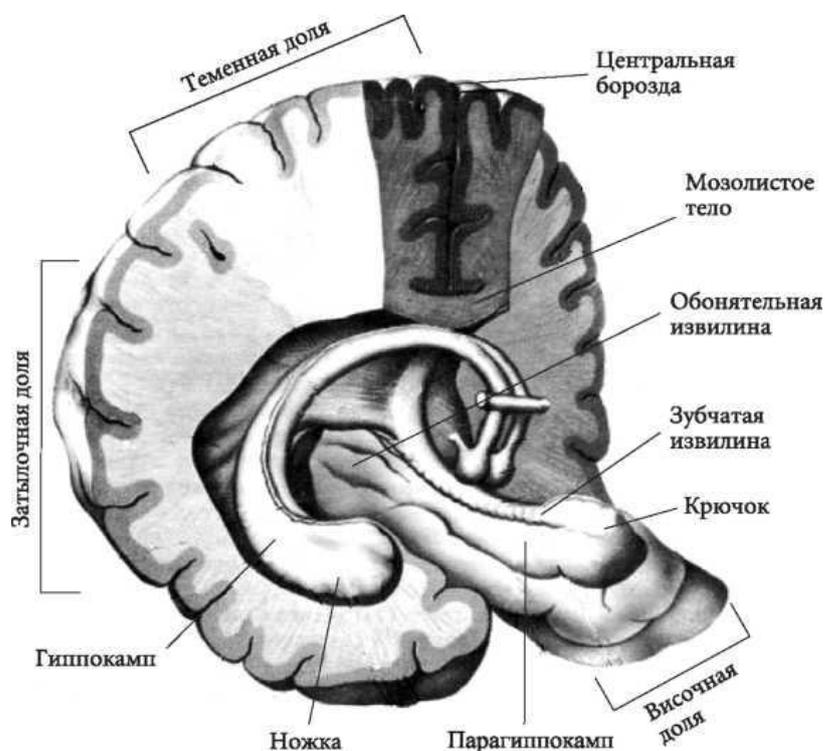


Рисунок 8. Свод мозга и гиппокампа.

В о з р а с т н ы е о с о б е н н о с т и. Вкусовые луковицы начинают формироваться на третьем месяце внутриутробного развития, поэтому новорожденный уже реагирует на четыре вида вкусовых раздражителей: сладкое, кислое, горькое, соленое. Возбудимость вкусового анализатора у детей ниже, чем у взрослых, а латентный период ответной реакции на вкусовые раздражители — дольше. Поэтому у детей первых лет жизни повышен риск отравления недоброкачественной пищей, лекарствами с неприятным вкусом и т. п.

На поверхности языка, задней стенки глотки и мягкого нёба находятся рецепторы, воспринимающие сладкое, соленое, горькое и кислое. Эти рецепторы получили название вкусовых почек. Последние находятся главным образом в желобоватых, листовидных и грибовидных сосочках языка, а также в слизистой оболочке нёба, зева и надгортанника.

Каждая вкусовая почка состоит из вкусовых и поддерживающих клеток. На верхушке вкусовой почки находится вкусовое отверстие (пора), которое открывается на поверхности слизистой оболочки. Вкусовые луковички состоят из опорных и рецепторных вкусовых клеток; последние имеют микроворсинки длиной 2 мкм и диаметром около 0,2 мкм.

Микроворсинки выходят на поверхность языка через вкусовые поры. Благодаря микроворсинкам происходит восприятие вкусового раздражителя. Вкусовые рецепторы на поверхности языка расположены неравномерно. Так, чувство горького вкуса связано с раздражением

основания языка, чувство соленого и сладкого — при раздражении кончика, края и основания языка. Кислый вкус чаще всего обусловлен раздражением рецепторов, которые расположены в основной и средней частях боковой поверхности языка. Вкусовые зоны могут перекрывать одна другую, например, в зоне, где происходит вкус сладкого, могут находиться рецепторы горького вкуса.

При нахождении пищи в ротовой полости возникает комплекс раздражений, которые идут по нервным волокнам, разветвленным вокруг одной или нескольких рецепторных клеток, и превращаются из раздражителя в возбудителя, передаются в корковую часть вкусового анализатора головного мозга. Корковая часть вкусового анализатора расположена в области крючка и парагиппокампаальной извилине височной доли коры большого мозга.

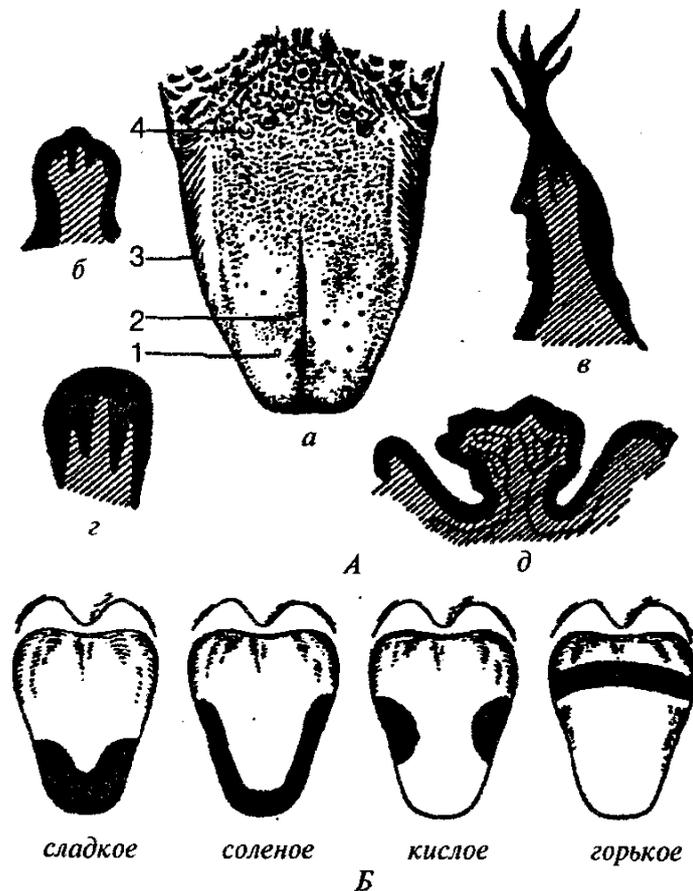


Рисунок 9. Сосочки языка. Вкусовые поля языка:

А — сосочки языка; а — общий вид; б — грибовидный сосочек; в — нитевидный сосочек; г — листовидный сосочек; д — желобовидный сосочек (1 — грибовидные сосочки; 2 — нитевидные сосочки; 3 — листовидные сосочки; 4 — желобовидные сосочки); Б — вкусовые поля языка

5. Обонятельный анализатор

Обонянием называют способность ощущать запахи.

Периферический отдел обонятельной сенсорной системы расположен в верхнезадней полости носа, где находится обонятельный эпителий, содержащий около 10-20 млн рецепторов, расположенных среди опорных клеток. На поверхности каждого обонятельного рецептора имеются волоски, которые увеличивают площадь контакта с молекулами пахучих веществ. Волоски погружены в слой слизи и находятся в постоянном движении.

Проводниковый отдел представлен обонятельным нервом, обонятельной луковицей, обонятельным трактом, ядрами миндалевидного комплекса.

Центральный, корковый отдел — крючок, зубчатая извилина гиппокампа, прозрачная перегородка и обонятельная извилина.

Ядра вкусового и обонятельного анализаторов тесно взаимосвязаны между собой, а также со структурами мозга, ответственными за формирование эмоций и долговременной памяти. Поэтому нормальное функциональное состояние вкусового и обонятельного анализаторов важно для полноценного развития высших психических функций.

Возрастные особенности. Периферический отдел обонятельного анализатора начинает обособляться у 2-месячного эмбриона. К 8 месяцу внутриутробного развития его созревание завершается. Проводниковая и центральная части созревают к 4 неделе постнатального развития. С этого времени у ребенка вырабатываются условные рефлексы на запахи.

Обонятельная чувствительность у детей ниже, чем у взрослых, она повышается до периода полового созревания. Адаптация к запахам у детей, напротив, происходит быстрее, что увеличивает возможность отравления детей сероводородом, бытовым газом, парами нитроокислов и т. п.

Обоняние играет существенную роль в жизни человека и предназначено для распознавания запахов, определения газообразных пахучих веществ, которые содержатся в воздухе. Вместе со вкусом обоняние участвует в рефлекторном возбуждении пищеварительных желез. Обоняние предупреждает человека о наличии в воздухе ядовитых или вредных веществ.

У человека орган обоняния расположен в верхнем отделе носовой полости и имеет площадь около 2,5 см². Область обоняния включает слизистую оболочку, которая покрывает верхнюю часть перегородки носа. Рецепторный слой слизистой оболочки представлен обонятельными нейросенсорными клетками (эпителиоцитами), которые воспринимают

присутствие пахучих веществ. Под клетками осязания лежат поддерживающие клетки. В слизистой оболочке находятся обонятельные (боуменовы) железы, секрет которых увлажняет поверхность рецепторного слоя. Периферические отростки клеток обоняния несут на себе обонятельные волоски (реснички), а центральные отростки формируют около 15—30 обонятельных нервов. Последние через отверстия решетчатой пластинки проникают в полость черепа, а затем в обонятельную луковицу, где аксоны обонятельных нейросенсорных клеток в обонятельных клубочках вступают в контакт с митральными клетками. Отростки последних в толще обонятельного тракта направляются в обонятельный треугольник, а затем в составе обонятельных полосок идут в переднее продырявленное вещество, в под мозолистое поле и диагональную полоску Брока. В составе латерального пучка направляются в парагиппокампулярную извилину и в крючок, в котором находится корковый центр обоняния. Обонятельная чувствительность является дистантным видом рецепции. С этим видом рецепции связано различие более 400 разных запахов. Чувствительность к запаху зависит от вида пахучего вещества, его концентрации, местонахождения (в воде, воздухе и др.), температуры, увлажнения, движения воздуха, продолжительности воздействия и других факторов.

Кожно-мышечная сенсорная система (соматосенсорная система)

Периферический отдел кожно-мышечной сенсорной системы представлен разнообразными рецепторами, которые можно классифицировать по месту расположения и характеру воспринимаемого раздражителя. По месту расположения выделяют *кожные, висцеральные* (рецепторы внутренних органов) и *проприорецепторы* (рецепторы мышц, сухожилий и суставов); по характеру воспринимаемого раздражителя — *механорецепторы, терморецепторы, хеморецепторы* и *ноцицепторы* (рецепторы боли).

Органом чувств этой сенсорной системы является поверхность тела человека, его мышцы, суставы и внутренние органы.

Проводниковый отдел представлен многочисленными афферентными волокнами, нейронами спинного мозга, ядрами продолговатого мозга и таламуса.

Центральный отдел расположен в теменной доле: первичная кора — в заднецентральной извилине, вторичная — в верхнетеменной дольке.

Рецепторы разных частей тела топически (точечно) проецируются на поверхность постцентральной извилины. Поэтому над ее поверхностью

можно изобразить «чувствительного гомункулуса», отражающего взаимное расположение представительств рецепторов разных органов в первичной коре этого анализатора.

В верхней части находится проекция рецепторов ног и туловища, далее — рук, еще ниже головы. Величина проекционных зон неодинакова, она пропорциональна значению функций, выполняемых данным органом.

Возрастные особенности. Кожно-мышечный анализатор развивается достаточно быстро: свободные нервные окончания в коже появляются очень рано — на 8 неделе эмбрионального развития.

Проприорецепторы развиваются с 3,5-4 месяцев эмбриональной жизни, к моменту рождения они в основном сформированы. Однако, полностью как кожные, так и проприорецепторы формируются к 7-14 годам.

Миелинизация проводящих путей наиболее активно происходит с 8-9 месяцев эмбриогенеза до конца первого года жизни. Лишь с миелинизацией волокон кожно-мышечного анализатора становится возможна функция ходьбы.

Из всех видов кожно-мышечной чувствительности раньше всего развивается тактильная чувствительность: уже у 8-недельного плода регистрируются двигательные реакции на прикосновение к коже. К рождению степень тактильной чувствительности близка к чувствительности взрослого, но она продолжает повышаться до 17-20 лет. Условные рефлексy на прикосновения вырабатываются с 2 месяцев жизни.

Температурная чувствительность хорошо развита к моменту рождения, новорожденный реагирует на холодные реакции гримасой недовольства, криком. Тепло действует успокаивающе. Но терморегуляция развита слабо, поэтому высок риск нарушения здоровья ребенка при его переохлаждении или перегревании.

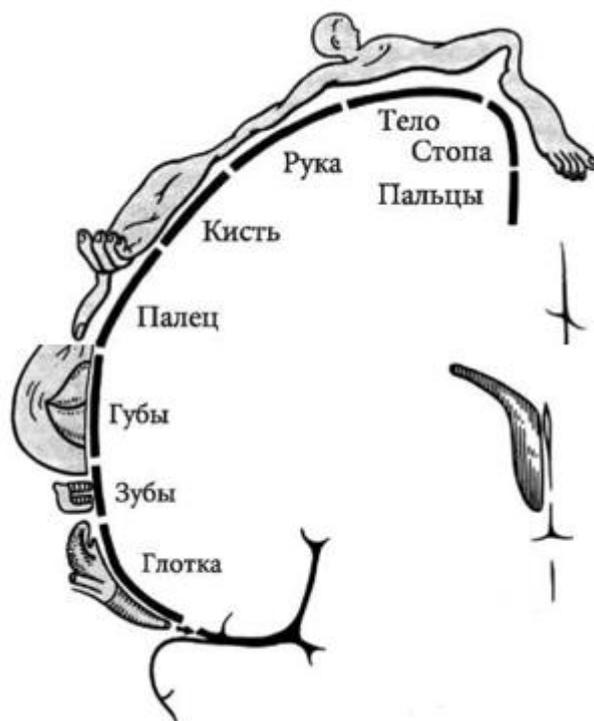


Рисунок 10. Кортикальный центр общей чувствительности (чувствительный «гомункулус»).

Проприоцептивная чувствительность развивается медленнее, чем выше описанные виды чувствительности. В 1,5-2 месяца младенец осуществляет лишь грубый анализ сигналов, о чем свидетельствует малая точность движений: 80-140°. Точность движений возрастает к 3 месяцам жизни, когда появляются координированные движения рук.

Несмотря на то, что болевые реакции можно вызвать даже у плода, болевая чувствительность у ребенка остается ниже, чем у взрослого, до 6-7 лет. Такая особенность увеличивает риск травматизации детей.

Таким образом, кожно-мышечная сенсорная система достаточно хорошо развита уже к моменту рождения. Эту особенность необходимо учитывать при воспитании ребенка. Массаж, физические упражнения, воздушные и водные процедуры вызывают раздражение кожных и проприорецепторов и создают мощный поток нервных импульсов, который через неспецифический путь активизирует все области коры больших полушарий, обеспечивая тем самым необходимые условия для успешной выработки условных рефлексов и развития психической деятельности ребенка.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятия «анализатор», «сенсорная система» и «орган чувств». Общий план строения анализатора и сенсорной системы.
2. Значение сенсорных систем. Функции отделов сенсорных систем.
3. Адаптация анализаторов, ее значение.
4. Строение, значение и возрастные особенности зрительного анализатора.
5. Строение, значение и возрастные особенности слухового анализатора.
6. Строение, значение и возрастные особенности вкусового анализатора.
7. Строение, значение и возрастные особенности обонятельного анализатора.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА И ЕЁ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

ПЛАН:

1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЕ
2. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ.
3. ПОНЯТИЕ О ПОЛОВОМ СОЗРЕВАНИИ

1. Понятие об эндокринной системе

В процессе эволюции, с усложнением строения многоклеточных организмов, возникла эндокринная система, функция которой состоит в поддержании стабильности внутренней среды организма. Эндокринная система представлена железами внутренней секреции. К ним относятся: щитовидная, вилочковая, околощитовидные железы, надпочечники, гипофиз и эпифиз. Существуют также смешанные железы, осуществляющие внешнюю и внутреннюю секрецию: поджелудочная железа и половые железы (семенники у мужчин и яичники у женщин). К железам, выполняющим только внешнесекреторную функцию, относятся: слюнные, печень, потовые, сальные и другие.

Секреция — это процесс выделения секрета клетками железы.

В железах внутренней секреции образуются сложные химические, физиологически активные вещества — **гормоны** (греч. *hormao* — возбуждать), которые выделяются непосредственно в кровь. В железах смешанной секреции часть клеток выполняет внешнесекреторную функцию, другая часть — внутрисекреторную. Так, часть клеток поджелудочной железы вырабатывает гормоны **инсулин** и **глюкагон**, другие — поджелудочный сок. Половые железы вырабатывают не только половые гормоны, но и половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды).

Кроме того, гормональные вещества образуются в желудке, двенадцатиперстной кишке, почках, сердце и т. д. В слизистой оболочке пилорического отдела желудка (место перехода желудка в двенадцатиперстную кишку) образуется гормон **гастрин**, стимулирующий секрецию желудочного сока с низким рН и малым содержанием пепсина.

В слизистой двенадцатиперстной кишки вырабатывается гормональное вещество **секретин**, который активизирует внешнесекреторную функцию поджелудочной железы. Из экстрактов секретина образуется гормон **холецистокинин**, стимулирующий моторную активность желчного пузыря. В слизистой двенадцатиперстной кишки

образуется также *энтерогастрон*, оказывающий тормозное влияние на секретную и моторную активность желудка. Почки выделяют гормон *ренин*, который способствует превращению белка плазмы крови ангиотензиногена в ангиотензин.

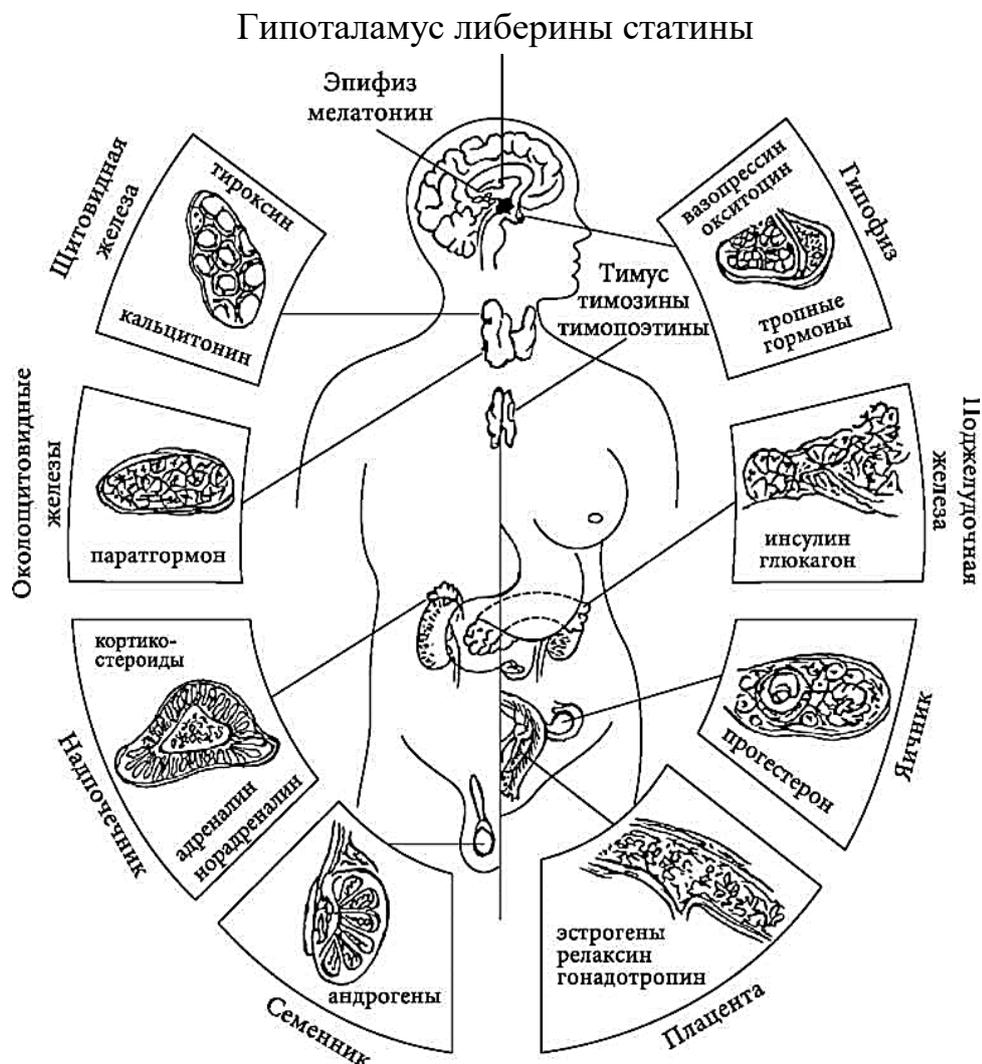


Рисунок 11. Эндокринные железы человека и вырабатываемые ими гормоны.

Последний вызывает сужение кровеносных сосудов и повышение кровяного давления. В предсердиях сердца образуется *натрийуретический* гормон, стимулирующий выделение натрия почками.

На рис. 7. представлены эндокринные железы человека и вырабатываемые ими гормоны.

Гормоны принимают участие в регуляции роста и развития организма, обмена веществ и энергии, в координации всех физиологических функций организма. Они также участвуют в молекулярных механизмах передачи наследственной информации и определении периодичности некоторых физиологических процессов организма — биологических ритмах

(например, половые циклы у женщин).

Важнейшая роль в регуляции активности всех желез внутренней секреции принадлежит гипоталамо-гипофизной системе.

Гипоталамус в зависимости от внешних воздействий и состояния внутренней среды, во-первых, координирует все вегетативные процессы организма, выполняя функции высшего вегетативного нервного центра; во-вторых, через гипофиз регулирует деятельность эндокринных желез, трансформируя нервные импульсы в гуморальные сигналы. Синтезированные гормоны затем поступают в соответствующие ткани и органы и изменяют их функциональную активность. Так осуществляется взаимосвязь нервной и эндокринной систем (нервного и гуморального механизмов регуляции).

Вся полнота и тонкость приспособления организма к окружающей среде происходит при тесном взаимодействии нервных и гуморальных механизмов регуляции функции.

Развитие эндокринной системы в онтогенезе

В онтогенезе происходит смена форм регуляции функций клеток, органов и систем: от неспецифической химической (гуморальной) к более совершенной, строго адресованной, срочной и координированной — нервной.

Уже в эмбриогенезе связь между клетками осуществляется не только с помощью продуктов обмена веществ — метаболитов, но и через специфические биологически активные вещества, выделяемые нервными клетками, — медиаторы: ацетилхолин, норадреналин, серотонин и т. д., которые являются регуляторами биологических процессов. В дальнейшем действие медиаторов становится более специфичным, что достигается за счет формирования в клетках рецептивных структур, высокочувствительных к медиатору, а также благодаря ограничению места образования и выделения медиаторов. Затем реакция клеток на местные химические раздражители уменьшается, совершенствуется способность реагировать на нервный импульс.

С возрастом, особенно в период позднего онтогенеза (пожилой возраст), характер нервно-гуморальной регуляции функций изменяется в сторону ослабления нервных влияний и повышения чувствительности к гуморальным факторам.

В онтогенезе на гормональную регуляцию жизненных процессов могут влиять изменения:

- уровня и качества секреции самих желез в результате их

собственного старения;

- отношений между отдельными железами внутренней секреции и, следовательно, эффективности функционирования отдельных желез;
- нервной регуляции функций эндокринных желез;
- восприимчивости тканей к действию гормонов.

Общей закономерностью онтогенеза эндокринной системы является:

- первоначальное прогрессивное развитие желез, их становление и развитие в эмбриональном периоде и раннем постнатальном онтогенезе;
- более или менее длительное сохранение максимальной функциональной активности в молодом (иногда в зрелом) возрасте;
- выраженная в различной степени их старческая регрессия.

Ряд желез (эпифиз, вилочковая железа, инсулярные клетки поджелудочной железы, кора надпочечников) достигают максимального развития уже в очень раннем онтогенезе.

Щитовидная и паращитовидные железы, гипофиз наибольшей функциональной активности достигают в период поздней молодости и ранней зрелости. Позднее всех желез внутренней секреции развиваются половые железы. Период поздней молодости и ранней зрелости — максимальный функциональный расцвет эндокринной регуляции организма. В этот период лучше всего сбалансировано выделение как анаболических (инсулин, соматотропный и половые гормоны), так и катаболических гормонов (кортикостероиды, гормоны щитовидной и паращитовидных желез), соотношение которых определяет обмен веществ и проявление многих морфологических и функциональных процессов.

2. Эндокринная система в разные возрастные периоды.

Среди показателей, характеризующих возрастные изменения желез внутренней секреции, в наибольшей степени известно их морфологическое строение. Несколько хуже изучены сдвиги функциональных характеристик и биохимизма эндокринных желез.

Железы внутренней секреции начинают функционировать в эмбриональном периоде, гетерохронно развивают функциональные возможности в периоды детства и достигают уровня взрослого человека в период юношества (18-21 год) и затем медленно и неравномерно для каждой железы снижают свою активность к старости. Однако, в старости имеются исключения, в ряде случаев весьма существенные, ведущие вплоть до повышения гормонообразования. Остановимся несколько подробнее на этих особенностях.

Гипофиз

Гипофиз, нижний мозговой придаток, расположен на вентральной поверхности мозга в основании черепа. У человека этот орган имеет вес около 0,6 г. Гипофиз имеет три доли: переднюю, среднюю и заднюю, гормоны разных долей имеют разное функциональное назначение. Гипофиз образно называют «дирижёром оркестра гормонов»

Вырабатываемые в передней доле гормоны называются тропными, поскольку они регулируют функции периферических эндокринных желез (аденокортикотропный, соматотропный и др.).

Связь между функцией гипофиза и ростом была установлена при наблюдении в клинике таких заболеваний, как акромегалия, карликовость и гигантизм.

Соматотропный гормон начинает вырабатываться передней долей гипофиза уже на 10 неделе эмбрионального развития. Было установлено, что в первые дни и годы жизни его концентрация наибольшая. После этого вплоть до 50-55 лет содержание этого гормона остается сравнительно низким и в условиях покоя практически не менялось. В старческом возрасте величина несколько снижается. Имеющиеся данные позволяют говорить о том, что снижение темпов роста можно лишь частично связать со снижением выработки соматотропина.

Аденокортикотропный вызывает раздражение надпочечников и усиливает синтез их гормонов. При удалении гипофиза у животного указанные зоны надпочечников подверглись атрофии вследствие отсутствия данного гормона. Секреция аденокортикотропного гормона усиливается при воздействии всех чрезвычайных раздражителей, вызывающих стресс, это вызывает усиление выработки глюкокортикоидов (способствующих повышению сопротивляемости организма неблагоприятным факторам).

Интенсивность его синтеза в гипофизе у детей больше, чем у взрослых, и снижается в дальнейшем с возрастом, что может объяснять снижение барьерной (защитной) функции организма к заболеваниям в стареющем организме.

В передней доле гипофиза продуцируются гормоны, общее название которых гонадотропные гормоны (фолликулостимулирующий, лютеинизирующий).

Фолликулостимулирующий гормон стимулирует рост и развитие фолликулов яичников и выход из них эстрогенов, а также рост яичек и сперматогенез.

Лютеинизирующий вызывает периодический выход

яйцеклетки из яичника (овуляцию), а также развитие после этого желтого тела, способствует росту и развитию яичка, выработке андрогенов.

В первые годы после рождения в гипофизе мальчиков и девочек гонадотропные гормоны почти отсутствуют. С возрастом в гипофизе женщин, и в меньшей степени - мужчин, происходит повышение концентрации гонадотропинов, которое длится и после наступления менопаузы.

Эпифиз

Эпифиз расположен на заднем конце зрительных бугров над верхними буграми четверохолмия. Он соединен ножками с обоими зрительными буграми и масса его около 0,2 г. Основным гормоном эпифиза является мелатонин - ингибитор развития и функционирования половых желез. Обнаружено, что поражение эпифиза у детей сопровождается преждевременным половым созреванием, то есть ему принадлежит сдерживающее влияние на развитие половых желез.

Таким образом, эпифиз с раннего детства может выполнять свою сдерживающую функцию, продуцируя повышенное количество мелатонина. Максимальная активность в раннем детстве (5-7 лет) и именно к этому периоду относится максимальное сдерживающее влияние. Позднее эпифиз подвергается значительной инволюции, правда весьма неравномерной.

Инволюцией в физиологии называют обратное развитие, возвращение к первичному состоянию, например, процесс изменений женских половых органов после родов, то есть возвращение их к виду до начала беременности.

Мелатонин вызывает также посветление кожи. В этом отношении он является как бы антагонистом интермедины гипофиза. На свету функция эпифиза тормозится. Отсюда весной и летом кожа темнеет, а половая активность возрастает.

Смена дня и ночи влияет на уровень мелатонина в крови. Это может быть одним из физиологических механизмов так называемых «биологических часов».

Щитовидная железа

Щитовидная железа – это самая крупная из желез внутренней секреции (40-50 г). Состоит она из двух боковых долей и перешейка между ними. Расположена впереди и сбоку щитовидного хряща гортани.

Щитовидная железа вырабатывает и секретирует в кровь тиреоидные гормоны - тироксин и трийодтиронин, оказывающие мощное регулирующее влияние на основные функции организма - его рост,

развитие и обмен веществ (ускоряет катаболические процессы, что ведет к повышению температуры, высокому расходу питательных веществ). Недостаточная функция щитовидной железы в детском возрасте приводит, как известно, к развитию кретинизма (задержке роста, нарушению пропорций тела при задержке полового и умственного развития). У взрослых гипофункция вызывает развитие микседемы (снижение основного обмена на 30-40%, что ведет к увеличению веса тела за счет жира, отекам).

Гиперфункция в данном случае приводит к Базедовой болезни, или тиреотоксикозу. Болезнь сопровождается сильным похудением, пучеглазостью.

В первые недели после рождения *инкреция* (образование и выделение железами внутренней секреции их продуктов- гормонов (инкретов) - непосредственно в кровь или лимфу) железы еще низка, но затем она возрастает к периоду половой зрелости и в последующем онтогенезе меняется мало, несколько снижаясь к старости. Гистологические изменения в пожилом и старческом возрасте заключаются в понижении диаметра фолликулов, атрофии секреторного эпителия. В старости же в большинстве случаев понижается поглощение радиоактивного йода.

С возрастом изменяется не только количество выработанного гормона, но и восприимчивость тканей к его действию. В первые месяцы жизни опытные животные и человек слабо реагируют на введение тироксина. С этой низкой реактивностью тканей молодых животных совпадает еще недостаточная активность самой железы. По-видимому, в раннем возрасте высокий собственный метаболизм не нуждается во "взвинчивании" его гормонами. К старости организм, хотя и сохраняет большую чувствительность к гормону, уже не способен поднять уровень своих окислительных процессов.

Надпочечники

Надпочечники - парный орган в виде телец, расположенный над почками. Масса каждого из них составляет 8-10 г. Внутри надпочечников различается корковое и мозговое вещество, имеющее разное строение и функции.

В корковом слое надпочечников вырабатываются кортикостероиды или кортикоиды. Их 3 группы:

1) глюкокортикоиды - гормоны, действующие на обмен веществ, особенно на обмен углеводов. Сюда относятся гидрокортизон, кортизол и кортикостерон. Отмечена высокая способность глюкокортикоидов подавлять образование иммунных тел, что позволило использовать эти гормоны при трансплантации органов (сердца, почек и др.) с целью

снижения неблагоприятного иммунного ответа.

2) минералокортикоиды, регулирующие минеральный и водный обмен.

3) андрогены и эстрогены - аналоги мужских и женских половых гормонов. Эти гормоны менее активны, чем гормоны половых желез и вырабатываются в небольших количествах.

Мозговая часть надпочечников вырабатывает гормоны адреналин и норадреналин. Эти гормоны - важная часть адаптационно-трофической системы, образованной гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковым комплексом, и наиболее известны нам как стрессорные гормоны.

Инкреция кортикостероидов корковым слоем надпочечников возникает в эмбриогенезе сравнительно рано - на 7-8 неделе внутриутробного развития. Общий уровень выработки кортикостероидов нарастает сначала медленно, а затем быстро, достигая максимума в 20 лет, а затем падает к старости. При этом быстрее всего к старости уменьшается выработка минералокортикоидов, несколько медленнее - андростероидов и еще медленнее - глюкокортикоидов.

Адреналин и норадреналин появляются в мозговом веществе надпочечников очень рано. Уже при рождении уровень инкреции адреналина в надпочечниках сопоставим с уровнем взрослого человека. (Выделение катехоламинов в моче у молодых, зрелых и пожилых людей почти не изменяется с возрастом).

Поджелудочная железа

Поджелудочная железа – это железа смешанной секреции. Внешнесекреторная часть поджелудочной железы представлена железистыми клетками, выделяющими поджелудочный (панкреатический) сок в кишечник. Внутрисекреторная часть представлена мелкими (до нескольких десятых миллиметра) клетками неправильной многоугольной формы, сконцентрированными в виде маленьких островков (островки Лангерганса). Эти клетки вырабатывают гормон - инсулин. Инсулин действует главным образом на углеводный обмен, оказывая действие, противоположное адреналину. Основная функция инсулина - сохранение углеводов в организме и пополнение запасов гликогена. При снижении выработки инсулина большая часть глюкозы выводится из организма с мочой (диабет).

Инсулиновый аппарат поджелудочной железы развивается очень рано. С возрастом увеличивается общее количество островков Лангерганса, но при пересчете на единицу массы их количество, наоборот, значительно снижается по мере старения. Было также отмечено и возрастное уменьшение гормона в эндокринной железе.

Содержание инсулина с возрастом несколько повышается, но недостаточно для снижения уровня сахара в крови, что говорит о подавлении инсулиновой функции в позднем онтогенезе. Это подтверждается и в опытах на животных.

В пользу некоторой инсулиновой недостаточности в старости свидетельствуют и данные исследований при одинарной и двойной сахарной нагрузке и установивших высокую толерантность молодых и зрелых индивидуумов (в пределах от 5 до 50-летнего возраста).

Особенно ярко заметна удивительная высокая толерантность к сахарным нагрузкам детей и юношей, которая несколько снижается в зрелом возрасте и очень существенно снижена в старости. Поэтому является обоснованным считать употребление больших количеств сахара в молодости и необходимо ограничение его потребления в старости, так как нарастает угроза возникновения диабета.

Вилочковая железа

Вилочковая железа, или тимус расположен в верхнем отделе переднего средостения. Закладывается на 6 неделе эмбрионального развития. При рождении масса железы равна 10-15 г, максимального значения она достигает к 11-13 годам (35-40 г). После 13 лет постепенно происходит возрастная эволюция вилочковой железы и к 75 годам ее масса составляет в среднем всего 6 г.

Тимусу принадлежит важная роль в иммунологической защите организма, в частности в образовании иммунокомпетентных клеток. Под влиянием гормона тимозина, стволовые клетки превращаются в Т-лимфоциты, которые затем поступают в лимфатические узлы.

У детей с врожденным недоразвитием тимуса возникает лимфопения (снижение количества иммунных тел).

Околощитовидные железы

Паращитовидные железы - небольшие парные тела, прилегающие к задней поверхности щитовидной железы. К концу внутриутробного развития околощитовидные железы являются вполне сформированными анатомическими образованиями, окруженными соединительнотканной капсулой. После рождения их масса нарастает: у мужчин - до 30 лет, а у женщин - до 40-50 лет. В процессе старения ткань околощитовидных желез частично замещается жировой и соединительной.

Паратгормон относится к гормонам пептидной природы. Он регулирует уровень кальция в крови, способствуя распаду костной ткани и выведению в кровь кальция.

Функция желез активизируется на 3-4 неделе постнатальной жизни, достигая максимума в 6-10 лет, при этом наряду с прогрессивным изменением тканей встречаются и признаки регресса. К 50 годам отмечается вытеснение паренхимы железы жировой тканью. Падает с возрастом и способность клеток активировать паратгормон.

Обобщая результаты, полученные современной возрастной физиологией и биохимией, следует прежде всего отметить, что несмотря на значительный экспериментальный материал, пока еще нет возможности создать целостную картину возрастного развития эндокринной системы.

В онтогенезе эндокринной регуляции могут изменяться в зависимости от четырех основных переменных:

1) С возрастом может изменяться уровень и качество инкреции самих желез, как следствие их собственного старения.

2) С возрастом могут измениться коррелятивные соотношения между отдельными железами (иная "эндокринная формула").

3) Может изменяться нервная регуляция эндокринных желез.

4) Изменяется восприимчивость тканей, их чувствительность и реактивность.

3. Понятие о половом созревании

Половые железы и связанные с ними признаки пола, закладываясь во внутриутробном периоде, формируются на протяжении всего периода детства и определяют половое развитие. Половые железы, их функции неразрывно связаны с целостным процессом развития ребенка. На определенном этапе онтогенеза половое развитие резко ускоряется и наступает физиологическая половая зрелость. Период ускоренного полового развития и достижение половой зрелости называется *периодом полового созревания*. Этот период приходится в основном на подростковый возраст. Половое созревание девочек на 1—2 года опережает половое созревание мальчиков, имеется и значительный индивидуальный разброс в сроках и темпах полового созревания.

Сроки наступления полового созревания и его интенсивность различны и зависят от многих факторов: состояния здоровья, характера питания, климата, бытовых и социально-экономических условий. Немаловажную роль играют и наследственные особенности.

Неблагоприятные бытовые условия, неполноценная пища, недостаток в ней витаминов, тяжелые или повторные заболевания ведут к задержке полового созревания. В больших городах половое созревание подростков обычно наступает раньше, чем в сельской местности.

В период полового созревания происходят глубокие изменения

организма. Изменяются взаимоотношения эндокринных желез и прежде всего гипоталамо-гипофизарной системы. Активируются структуры гипоталамуса, нейросекреты которых стимулируют выделение тропных гормонов гипофиза.

Под влиянием гормонов гипофиза усиливается рост тела в длину. Гипофиз также стимулирует деятельность щитовидной железы, отчего, особенно у девочек, во время полового созревания заметно увеличивается щитовидная железа. Возросшая активность гипофиза приводит к усилению деятельности надпочечников, начинается активная деятельность половых желез, усиливающаяся секреция половых гормонов приводит к развитию так называемых вторичных половых признаков — особенностей телосложения, оволосения, тембра голоса, развитию молочных желез. Половые железы и строение половых органов относят к первичным половым признакам.

Стадии полового созревания. Половое созревание не плавный процесс, в нем выделяют определенные стадии, каждая из которых характеризуется спецификой функционирования желез внутренней секреции и соответственно всего организма в целом. Стадии определяются по совокупности первичных и вторичных половых признаков. Как у мальчиков, так и у девочек выделяют 5 стадий полового созревания.

I стадия — предпубертат (период, непосредственно предшествующий половому созреванию). Характеризуется отсутствием вторичных половых признаков.

II стадия — начало пубертата. У мальчиков небольшое увеличение размеров яичек. Минимальное оволосение на лобке. Волосы редкие и прямые. У девочек набухание грудных желез. Небольшое оволосение вдоль половых губ. На этой стадии резко активизируется гипофиз, увеличиваются его гонадотропная и соматотропная функции. Усиление секреции соматотропного гормона на этой стадии больше выражено у девочек, что определяет усиление у них ростовых процессов. Усиливается выделение половых гормонов, активизируется функция надпочечников.

III стадия — у мальчиков дальнейшее увеличение яичек, начало увеличения полового члена, в основном в длину. Волосы на лобке становятся темнее, грубее, начинают распространяться на лонное сочленение. У девочек дальнейшее развитие молочных желез, оволосение распространяется по направлению к лобку. Происходит дальнейшее увеличение содержания в крови гонадотропных гормонов. Активизируется функция половых желез. У мальчиков усиленная секреция соматотропина определяет ускоренный рост.

IV стадия - у мальчиков увеличивается в ширину половой член, изменяется голос, появляются юношеские угри, начинается оволосение лица, подмышечное и лобковое оволосение. У девочек интенсивно развиваются молочные железы, оволосение по взрослому типу, но менее распространенное. На этой стадии усиленно выделяются андрогены и эстрогены. У мальчиков сохраняется высокий уровень соматотропина, определяющий значительную скорость роста. У девочек содержание соматотропина снижается и скорость роста падает.

V стадия — у мальчиков окончательно развиваются половые органы и вторичные половые признаки. У девочек молочные железы и половое оволосение соответствуют таковым взрослой женщины. На этой стадии у девочек стабилизируются менструации. Появление менструации свидетельствует о начале половой зрелости — яичники уже продуцируют готовые к оплодотворению созревшие яйцеклетки.

Менструация в среднем продолжается от 2 до 5 дней. За это время выделяется около 50—150 см³ крови. Если менструации установились, то они повторяются примерно через каждые 24—28 дней. Цикл считается нормальным, когда менструации наступают через одинаковые промежутки времени, длятся одинаковое число дней с одинаковой интенсивностью. Вначале менструации могут продолжаться 7—8 дней, исчезать на несколько месяцев, на год и больше. Лишь постепенно устанавливается регулярный цикл. У мальчиков на этой стадии полного развития достигает сперматогенез.

В период полового созревания, особенно на II—III стадии, когда резко перестраивается функция гипоталамо-гипофизарной системы — ведущего звена эндокринной регуляции, все физиологические функции претерпевают значительные изменения.

За интенсивным ростом костного скелета и мышечной системы у подростков не всегда поспевает развитие внутренних органов — сердца, легких, желудочно-кишечного тракта. Сердце опережает в росте кровеносные сосуды, вследствие чего кровяное давление повышается и затрудняет прежде всего работу самого сердца. В то же время бурная перестройка всего организма, происходящая в период полового созревания, в свою очередь, предъявляет повышенные требования к сердцу. А недостаточная работа сердца («юношеское сердце») приводит нередко к головокружениям, посинению и похолоданию конечностей у мальчиков и девочек. Отсюда и головные боли, и быстрая утомляемость, и периодические приступы вялости; нередко у подростков наблюдается обморочное состояние из-за спазмов мозговых сосудов, С окончанием

периода полового созревания эти нарушения обычно исчезают бесследно.

Существенные изменения на этом этапе развития в связи с активацией гипоталамуса претерпевают функции центральной нервной системы (см. гл. III). Изменяется эмоциональная сфера. Эмоции подростков подвижны, изменчивы, противоречивы: повышенная чувствительность нередко сочетается с черствостью, застенчивость—с нарочитой развязностью, проявляются чрезмерный критицизм и нетерпимость к родительской опеке. В этот период иногда наблюдаются снижение работоспособности, невротические реакции, раздражимость, плаксивость (особенно у девочек в период менструации).

В этот период интенсивно формируется личность подростка, возникает чувство взросления, изменяются отношения к представителям противоположного пола.

В переходный период детям нужно особенно чуткое отношение родителей и педагогов. Не следует специально привлекать внимание подростков к сложным изменениям в их организме, психике, однако разъяснить закономерность и биологический смысл этих изменений необходимо. Искусство воспитателя в этих случаях заключается в том, чтобы найти такие формы и методы работы, которые бы переключали внимание детей на различные и многообразные виды деятельности, отвлекали их от сексуальных переживаний. Это прежде всего повышение требований к учению, труду и поведению школьников.

Вместе с тем очень важно тактичное, уважительное отношение взрослых к инициативе и самостоятельности подростков, умение направить их энергию в правильное русло. Ведь подросткам свойственно переоценивать и свои силы, и меру своей самостоятельности. Это тоже одна из особенностей переходного периода.

Внимания педагогов требует период наступления биологической половой зрелости.

У девочек первая менструация порой сопровождается плохим общим состоянием, слабостью, болями или значительной потерей крови. Иногда могут быть и незначительное повышение температуры, рвота, понос или запор, головокружение. Неверно, что во время менструации надо обязательно лежать. При хорошем самочувствии нужно вести обычный образ жизни, продолжать заниматься утренней гимнастикой — несложными физическими упражнениями. Запрещаются на это время упражнения, связанные с прыжками, езда на велосипеде, поднятие тяжестей. Не рекомендуется кататься на коньках, лыжах, совершать длительные пешие переходы, принимать ванны, купаться, загорать.

Нервное потрясение, сильная физическая боль, переезд с севера на юг, с низменности в горы могут нарушить менструальный цикл. Длительная, изнурительная работа, сильное переутомление могут вызвать прекращение менструаций.

Если менструации очень болезненны, обильны, следует обратиться к врачу. При менструациях, сопровождающихся ухудшением общего состояния организма, девушки освобождаются от занятий или работы. Во время менструаций девушка должна оберегать себя, особенно ноги и нижнюю часть живота, от охлаждения. Зимой для этого надо носить длинные теплые рейтузы, летом — плотные закрытые трико. Нельзя садиться на холодные камни и другие охлажденные предметы.

Из пищевого рациона во время менструации следует исключить такие сильно возбуждающие вещества, как уксус, горчица, перец, хрен. Нельзя пить пиво, вино и другие алкогольные напитки, так как вследствие усиления кровотока это может привести к менструальным кровотечениям.

Особенно следует следить за своевременным опорожнением мочевого пузыря и кишечника, ибо их переполнение приводит к смещению матки, что может послужить причиной болей, задержки выделений. Необходимо тщательно следить за чистотой своего тела во время менструации, так как внутренняя поверхность матки при этом кровоточит, превращается в своеобразную раневую поверхность, где микробы находят благоприятную питательную среду.

У мальчиков в период полового созревания может происходить непроизвольное извержение семени — поллюция (от лат. *pollutio* — маранье, пачканье). Чаще всего поллюция происходит во сне. Появление первой поллюции свидетельствует о том, что у мальчика начали вырабатываться сперматозоиды. Первая поллюция происходит приблизительно в 15—16 лет. С этого времени поллюции могут быть даже у взрослого мужчины при длительном половом воздержании.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие желез внутренней секреции, гормонов.
2. Роль гипоталамо-гипофизарной системы в регуляции эндокринных желез.
3. Возрастные изменения гипофиза и его роль.
4. Особенности возрастных изменений функций эпифиза.
5. Роль щитовидной железы в развитии организма.
6. Возрастные изменения строения и функций вилочковой железы.
7. Развитие поджелудочной железы и ее роль для организма.
8. Развитие женских половых желез.
9. Развитие мужских половых желез.
10. Какое влияние на ВНД оказывают гормоны

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ГИГИЕНА.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ
2. ЧАСТИ СКЕЛЕТА И ИХ РАЗВИТИЕ
3. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА
4. ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В РАЗЛИЧНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ
5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ С ВОЗРАСТОМ
6. НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

1. Общие сведения об опорно-двигательной системе

К опорно-двигательному аппарату относятся скелет и мышцы, объединенные в единую костно-мышечную систему. Функциональное значение этой системы заложено в самом ее названии. Скелет и мышцы являются опорными структурами организма, ограничивающими полости, в которых расположены внутренние органы. С помощью опорно-двигательного аппарата осуществляется одна из важнейших функций организма — движение. Движение — основное внешнее проявление деятельности организма и вместе с тем необходимый фактор его развития. В условиях ограничения движений резко замедляется как физическое, так и психическое развитие. Доказано, что если новорожденных животных лишить возможности свободного передвижения, то уже на первом месяце их масса становится в 3 раза меньше, чем у особей того же помета. Двигательная активность, в особенности движения рук, является одним из необходимых условий нормального развития мозга, его речевой функции и мышления. Двигательная активность играет также важнейшую роль в обменных процессах, положительно влияет на , работу всех внутренних органов.

Знание возрастных особенностей органов движения и условий, способствующих их нормальному развитию, необходимо для разработки эффективных средств и методов физического воспитания, трудового обучения, организации режима дня.

Скелет— структурная основа тела. Скелет образует структурную основу тела и в значительной мере определяет его форму и размер.

Скелет состоит из костей, у взрослого человека их более 200. Роль костей не ограничивается функцией опоры. Входящие в состав их тканей минеральные соли —одни из важнейших элементов обменных процессов. В

костях находится также один из основных органов кроветворения — костный мозг.

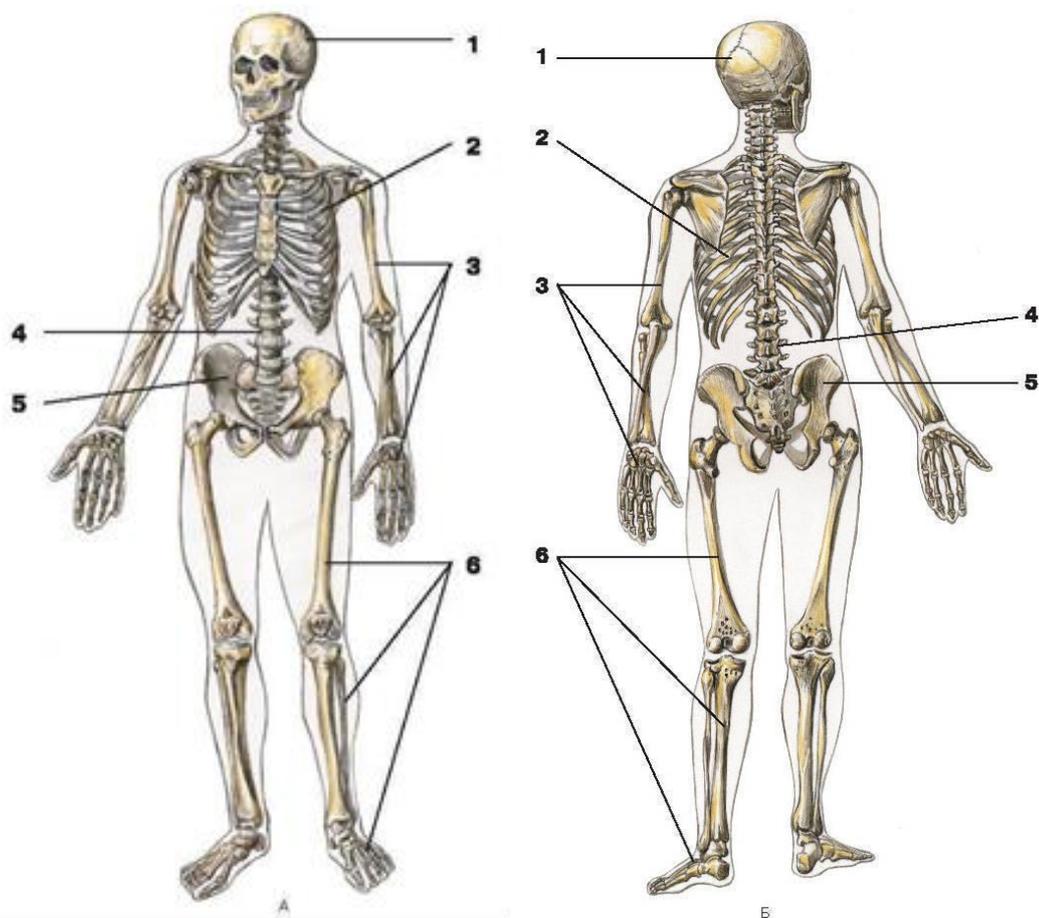


Рисунок 12. Скелет человека.

А — вид впереди; Б — вид сзади

1 — череп; 2 — грудная клетка; 3 — кости верхних конечностей;
4 — позвоночный столб; 5 — тазовая кость; 6 — кости нижних конечностей

Каждая кость — сложный орган, состоящий из костной ткани, надкостницы, костного мозга, кровеносных и лимфатических сосудов и нервов.

Кость, за исключением соединяющихся поверхностей, покрыта надкостницей. Это тонкая соединительнотканная оболочка, которая богата нервами и сосудами, проникающими из нее в кость через особые отверстия. К надкостнице прикреплены связки и мышцы. Внутренний слой надкостницы состоит из клеток, которые растут и размножаются, обеспечивая рост кости в толщину, а при переломах — образование костной мозоли.

Строение костей обеспечивает их основное свойство — механическую прочность. Свойства кости обеспечиваются также их

химическим составом. Кости содержат 60% минеральных веществ, 30% органических, 10% составляет вода.

Минеральные вещества кости представлены солями кальция, фосфора, магния, обнаружены многие микроэлементы (алюминий, фтор, марганец, свинец, стронций, уран, кобальт, железо, молибден и др.). У взрослого человека в скелете сосредоточено около 1200 г кальция, 530 г фосфора, 11 г магния; 99% всего кальция, имеющегося в теле человека, содержится в костях. Среди органических веществ — волокнистый белок — коллаген, углеводы, ферменты. Минеральные вещества, в особенности кальций, делают кости твердыми, органические вещества придают им упругость. У детей в костной ткани преобладают органические вещества; их скелет гибкий, эластичный, в связи с чем легко деформируется, искривляется при длительной и тяжелой нагрузке и неправильных положениях тела. С возрастом содержание минеральных веществ в костях увеличивается, отчего кости становятся менее эластичными и более хрупкими.

Органические и минеральные вещества делают кость прочной, твердой и упругой и, в сочетании с особенностями строения костной ткани, расположением ее пластин, ориентированных в направлении сил давления и растяжения, придают кости свойства, превосходящие многие строительные материалы и металлы. Так, кость в 30 раз тверже кирпича и в 2,5 раза тверже гранита. Кость прочнее дуба. По прочности она в 9 раз превосходит свинец и почти так же прочна, как чугун.

Бедренная кость человека в вертикальном положении выдерживает давление груза до 1,5 т, а большеберцовая кость — до 1,8 т.

Рост и развитие костей. Молодые кости растут в длину за счет хрящей, расположенных между их концами и телом. К моменту окончания роста костей хрящи замещаются костной тканью. За период роста в костях ребенка количество воды сокращается, а количество минеральных веществ увеличивается. Содержание органических веществ при этом уменьшается.

Развитие скелета у мужчин заканчивается к 20—24 годам. При этом прекращается рост костей в длину, а их хрящевые части заменяются костной тканью. Развитие скелета у женщин заканчивается на 2—3 года раньше.

Строение и функция суставов. Различают неподвижные, малоподвижные и подвижные соединения костей, или суставы.

Неподвижное соединение костей происходит путем их срастания. Движения при этом крайне ограничены или вовсе отсутствуют. Неподвижность костей мозгового черепа, например, достигается тем, что

многочисленные выступы одной кости входят в соответствующее углубление другой. Такое соединение костей получило название шва.

Небольшая подвижность достигается упругими хрящевыми прокладками между костями. Такие прокладки находятся между отдельными позвонками. При сокращении мышц эти прокладки сжимаются и позвонки сближаются. При ходьбе, беге, прыжках хрящ действует как амортизатор, смягчая резкие толчки и предохраняя тело от сотрясения.

Подвижные соединения костей встречаются чаще, они обеспечиваются истинными суставами. Сочленяющиеся концы костей покрыты гиалиновым хрящом толщиной 0,2—0,6 мм. Этот хрящ эластичен, имеет гладкую блестящую поверхность, что значительно уменьшает трение между костями и тем самым облегчает их движение. Область сочленения костей окружена суставной сумкой (капсулой) из очень плотной соединительной ткани.

2. Части скелета и их развитие

Позвоночный столб. Основными частями скелета являются скелет туловища, состоящий из позвоночного столба и грудной клетки, скелет верхних и нижних конечностей и скелет головы — череп.

Позвоночный столб человека является осевой частью, стержнем скелета, верхним концом соединяющегося с черепом, нижним — с костями таза. Позвоночный столб занимает 40% длины тела. В нем различают следующие отделы: шейный, состоящий из 7 позвонков, грудной — из 12 позвонков, поясничный — из 5 позвонков, крестцовый — из 5 позвонков и копчиковый — из 4—5 позвонков. У взрослого человека крестцовые позвонки срастаются в одну кость — крестец, а копчиковые — в копчик. Позвоночные отверстия всех позвонков образуют позвоночный канал, в котором помещается спинной мозг. К отросткам позвонков прикрепляются мышцы.

Между позвонками расположены межпозвоночные диски из волокнистого хряща; они способствуют подвижности позвоночного столба. С возрастом высота дисков меняется.

Рост позвоночного столба наиболее интенсивно происходит в первые 2 года жизни. В течение первых полутора лет жизни рост различных отделов позвоночника относительно равномерен. Начиная с 1,5 до 3 лет замедляется рост шейных и верхнегрудных позвонков и быстрее начинает увеличиваться рост поясничного отдела, что характерно для всего периода роста позвоночника.

Усиление темпов роста позвоночника отмечается в 7—9 лет и в период полового созревания, после завершения которого прибавка в росте позвоночника очень невелика.

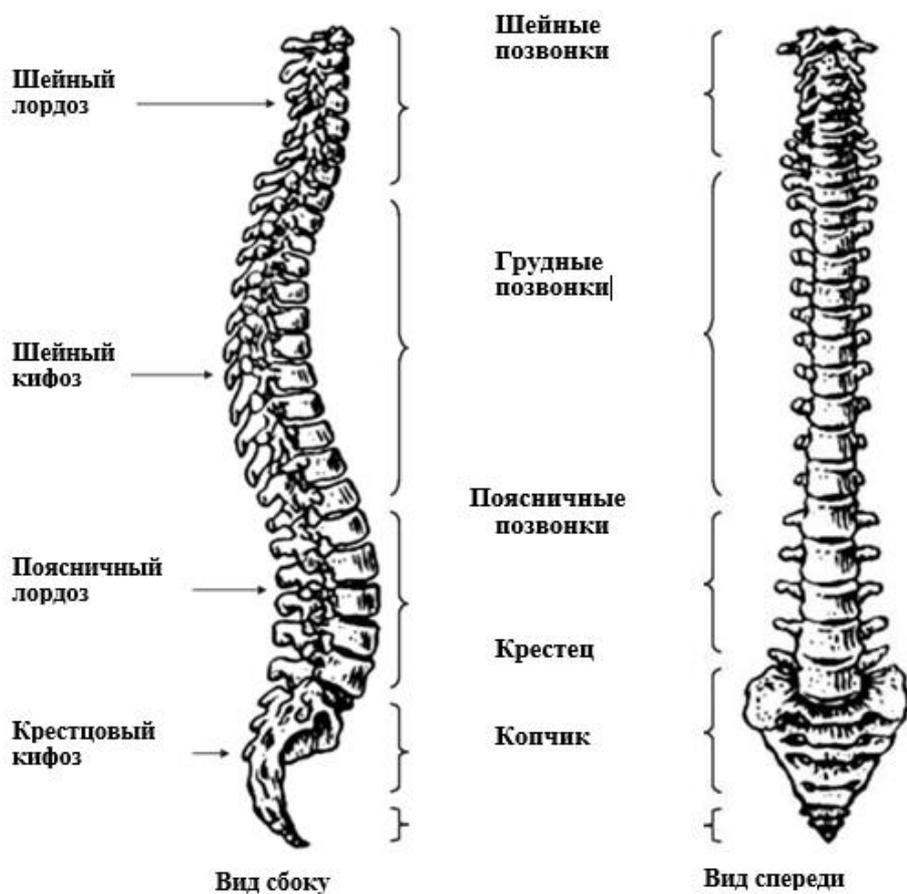


Рисунок 13. Позвоночник.

Структура тканей позвоночного столба существенно изменяется с возрастом. Окостенение, начинающееся еще во внутриутробном периоде, продолжается в течение всего детского возраста. До 14 лет окостеневают только средние части позвонков. В период полового созревания появляются новые точки окостенения в виде пластинок, которые сливаются с телом позвонка после 20 лет. Процесс окостенения отдельных позвонков завершается с окончанием ростовых процессов — к 21—23 годам. Позднее окостенение позвоночника обуславливает его подвижность и гибкость в детском возрасте. Кривизна позвоночника, являющаяся его характерной особенностью, формируется в процессе индивидуального развития ребенка. В самом раннем возрасте, когда ребенок начинает держать головку, появляется шейный изгиб, направленный выпуклостью вперед (лордоз). К 6 месяцам, когда ребенок начинает сидеть, образуется грудной изгиб с выпуклостью назад (кифоз). Когда ребенок начинает стоять и ходить, образуется поясничный лордоз. С образованием поясничного лордоза центр тяжести перемещается к заду, препятствуя падению тела при вертикальном положении.

К году имеются уже все изгибы позвоночника. Но образовавшиеся изгибы не фиксированы и исчезают при расслаблении мускулатуры. К 7 годам уже имеются четко выраженные шейный и грудной изгибы, фиксация поясничного изгиба происходит позже — в 12—14 лет.

Изгибы позвоночного столба составляют специфическую особенность человека и возникли в связи с вертикальным положением тела. Благодаря изгибам позвоночный столб пружинит. Удары и толчки при ходьбе, беге, прыжках ослабляются и затухают, что предохраняет мозг от сотрясений. Нарушения кривизны позвоночного столба, которые могут возникнуть в результате неправильной посадки ребенка за столом и партой, приводят к неблагоприятным последствиям в его здоровье.

Грудная клетка. Грудная клетка образует костную основу грудной полости. Она защищает сердце, легкие, печень и служит местом прикрепления дыхательных мышц и мышц верхних конечностей. Грудная клетка состоит из грудины, 12 пар ребер, соединенных сзади с позвоночным столбом.

Форма грудной клетки существенно изменяется с возрастом. В грудном возрасте она как бы сжата с боков, ее переднезадний размер больше поперечного (коническая форма), У взрослого же преобладает поперечный размер.

На протяжении первого года жизни постепенно меняется форма грудной клетки, что связано с изменением положения тела и центра тяжести. Уменьшается угол ребер по отношению к позвоночнику. Соответственно изменению грудной клетки увеличивается объем легких. Изменение положения ребер способствует увеличению движений грудной клетки и позволяет эффективнее осуществлять дыхательные движения.

Дальнейшие изменения строения грудной клетки с возрастом происходят в том же направлении. Коническая форма грудной клетки сохраняется до 3—4 лет. К 6 годам устанавливаются свойственные взрослому относительные величины верхней и нижней части грудной клетки, резко увеличивается наклон ребер. К 12—13 годам грудная клетка приобретает ту же форму, что у взрослого.

На форму грудной клетки влияют физические упражнения и посадка. Под влиянием физических упражнений она может стать шире и объемистее. При длительной неправильной посадке, когда ребенок опирается грудью о край стола или крышку парты, может произойти деформация грудной клетки, что нарушает развитие сердца, крупных сосудов и легких.

Скелет конечностей. Скелет верхних конечностей состоит из пояса верхних конечностей и костей свободных конечностей. Пояс верхних конечностей образуют лопатки и ключицы.

Скелет свободной верхней конечности образован плечевой костью, подвижно соединенной с лопаткой, предплечьем, состоящим из лучевой и локтевой костей, и костями кисти. В состав кисти входят мелкие кости запястья, пять длинных костей запястья и кости пальцев кисти.

Ключицы относятся к стабильным костям, мало изменяющимся в онтогенезе. Лопатки окостеневают в постнатальном онтогенезе, процесс этот завершается после 16—18 лет. Окостенение свободных конечностей начинается с раннего детства и заканчивается в 18—20 лет, а иногда и позже.

Кости запястья у новорожденного только намечаются и становятся ясно видимыми к 7 годам. С 10—12 лет появляются половые отличия процессов окостенения. У мальчиков они опаздывают на 1 год. Окостенение фаланг пальцев завершается к 11 годам, а запястья в 12 лет. Эти данные следует учитывать в педагогическом процессе.

Окончательно несформированная кисть быстро утомляется, детям младших классов не удастся беглое письмо. Вместе с тем, умеренные и доступные движения способствуют развитию кисти. Игра на музыкальных инструментах с раннего возраста задерживает процесс окостенения фаланг пальцев, что приводит к их удлинению («пальцы музыканта»).

Скелет нижних конечностей состоит из тазового пояса и костей свободных нижних конечностей. Тазовый пояс образует крестец и неподвижно соединенные с ним две тазовые кости. У новорожденного каждая тазовая кость состоит из трех костей (подвздошной, лобковой и седалищной), сращение которых начинается с 5—6 лет и завершается к 17—18 годам.

В подростковом возрасте происходит постепенное срастание крестцовых позвонков в единую кость — крестец. У девочек при резких прыжках с большой высоты, при ношении обуви на высоких каблуках несросшиеся кости таза могут сместиться, что приведет к неправильному сращению их и, как следствие, сужению выхода из полости малого таза, что может в дальнейшем весьма затруднить прохождение плода при родах.

После 9 лет отмечаются различия в форме таза у мальчиков и девочек: у мальчиков таз более высокий и узкий, чем у девочек.

Тазовые кости имеют круглые впадины, куда входят головки бедренных костей.

Скелет свободной нижней конечности состоит из бедренной кости, двух костей голени — большеберцовой и малоберцовой и костей стопы. Стопа образована костями предплюсны, плюсны и фаланг пальцев стопы.

Стопа человека образует свод, который опирается на пяточную кость и на передние концы костей плюсны. Различают продольный и поперечный своды стопы. Продольный, пружинящий свод стопы присущ только человеку, и его формирование связано с прямохождением. По своду стопы равномерно распределяется тяжесть тела, что имеет большое значение при переносе тяжестей. Свод действует как пружина, смягчая толчки тела при ходьбе.

У новорожденного ребенка сводчатость стопы не выражена, она формируется позже, когда ребенок начинает ходить.

Сводчатое расположение костей стопы поддерживается большим количеством крепких суставных связок. При длительном стоянии и сидении, переносе больших тяжестей, при ношении узкой обуви связки растягиваются, что приводит к уплощению стопы.

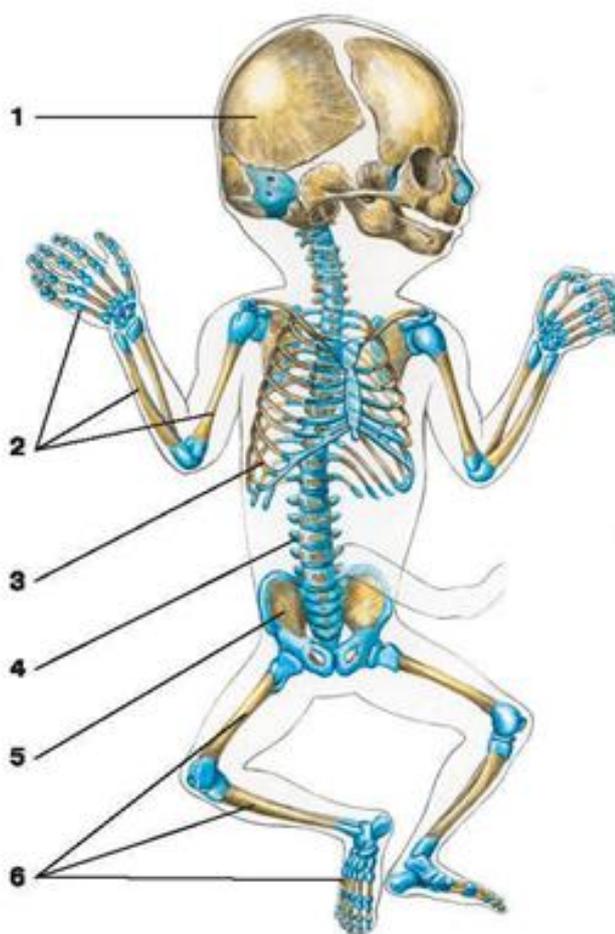


Рисунок 13. Скелет плода:

1 — череп; 2 — кости верхней конечности; 3 — грудная клетка;
4 — позвоночный столб; 5 — тазовые кости; 6 — кости нижней конечности

Череп. Череп — скелет головы. Различают два отдела черепа: мозговой, или черепную коробку, и лицевой, или кости лица. Мозговой отдел черепа являетсяместилищем головного мозга.

У новорожденного черепные кости соединены друг с другом мягкой соединительнотканной перепонкой. Эта перепонка особенно велика там, где сходятся несколько костей. Это — роднички. Роднички располагаются по углам обеих теменных костей; различают непарные лобный и затылочный и парные передние боковые и задние боковые роднички. Благодаря родничкам кости крыши черепа могут заходить своими краями друг на друга. Это имеет большое значение при прохождении головки плода по родовым путям. Малые роднички зарастают к 2—3 месяцам, а наибольший — лобный — легко прощупывается и зарастает лишь к полутора годам.

У детей в раннем возрасте мозговая часть черепа более развита, чем лицевая. Наиболее сильно кости черепа растут в течение первого года жизни. С возрастом, особенно с 13—14 лет, лицевой отдел растет более энергично и начинает преобладать над мозговым. У новорожденного объем мозгового отдела черепа в 6 раз больше лицевого, а у взрослого в 2—2,5 раза.

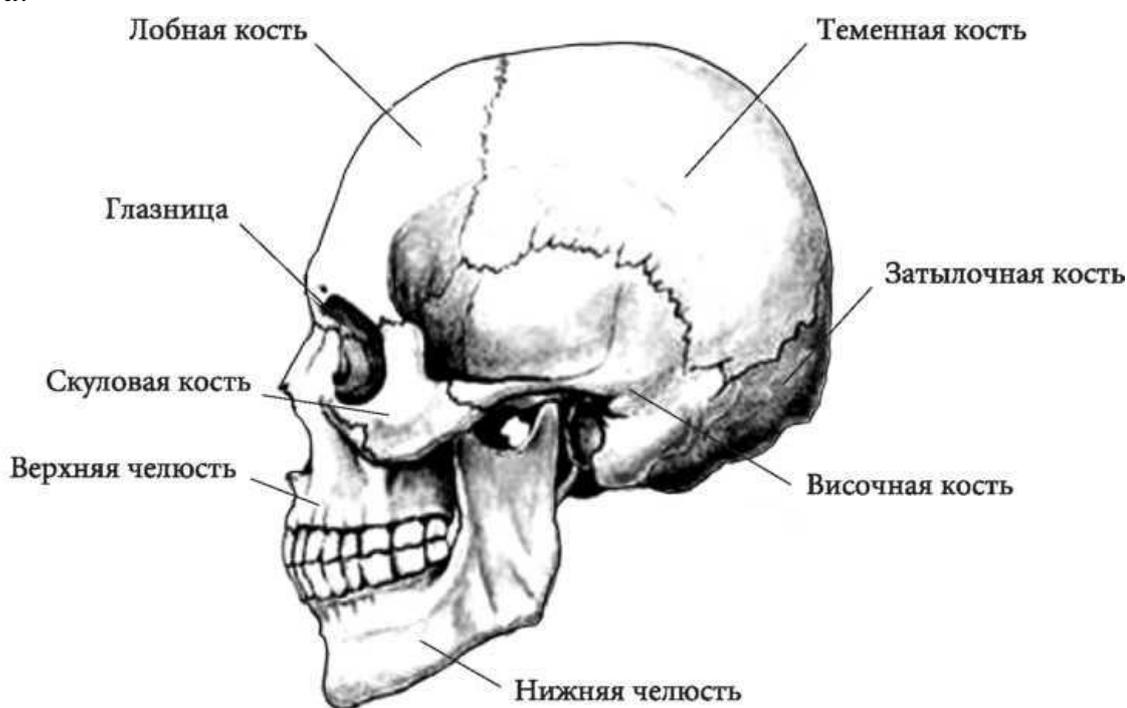


Рисунок 14. Череп.

Рост головы наблюдается на всех этапах развития ребенка, наиболее интенсивно он происходит в период полового созревания. С возрастом существенно изменяется соотношение между высотой головы и ростом. Это соотношение используется как один из нормативных показателей, характеризующих возраст ребенка.

3. Мышечная система

В организме человека по структуре и функции различают три типа мышц: мышцы скелета, мышцы сердца и гладкие мышцы внутренних органов и сосудов.

Активной частью опорно-двигательного аппарата являются скелетные мышцы.

Строение и классификация скелетных мышц. В организме человека насчитывается около 600 скелетных мышц. Форма и величина мышц зависят от выполняемой ими работы. Различают мышцы длинные, широкие, короткие и круговые. Длинные мышцы располагаются на конечностях, короткие — там, где размах движения мал (например, между позвонками). Широкие мышцы располагаются преимущественно на туловище, в стенках полостей тела (мышцы живота, спины, груди). Круговые мышцы располагаются вокруг отверстий тела и при сокращении суживают их. Такие мышцы называют сфинктерами.

По функции различают мышцы-сгибатели, разгибатели, приводящие и отводящие мышцы, а также мышцы, вращающие внутрь и наружу.

В процессе развития ребенка отдельные мышечные группы растут неравномерно. У грудных детей прежде всего развиваются мышцы живота, позднее — жевательные. К концу первого года жизни в связи с ползанием и началом ходьбы заметно растут мышцы спины и конечностей. За весь период роста ребенка масса мускулатуры увеличивается в 35 раз. В период полового созревания (12—16 лет) наряду с удлинением трубчатых костей удлиняются интенсивно и сухожилия мышц. Мышцы в это время становятся длинными и тонкими, и подростки выглядят длинноногими и длиннорукими. В 15—18 лет продолжается дальнейший рост поперечника мышц. Развитие мышц продолжается до 25—30 лет.

Мышцы ребенка бледнее, нежнее и более эластичны, чем мышцы взрослого человека.

Основные функциональные свойства мышц. Мышца обладает тремя важнейшими свойствами: *возбудимостью*, *проводимостью* и *сократимостью*. Сократимость является специфическим свойством мышц. Возбуждение и сокращение мышц вызывается нервными импульсами, поступающими из нервных центров. Нервные импульсы, приходящие в область нервно-мышечного синапса (место контакта нерва и мышцы), приводят к выделению в постсинаптической мембране медиатора ацетилхолина, вызывающего потенциал действия. Под влиянием потенциала действия происходит высвобождение кальция, запускающего всю систему мышечного сокращения. В присутствии ионов Ca^{2+} под

влиянием активного фермента миозина начинается расщепление аденозинтрифосфата (АТФ), являющегося основным источником энергии при мышечном сокращении. При передаче этой энергии на миофибриллы белковые нити начинают перемещаться относительно друг друга, в результате чего изменяется длина миофибрилл — мышца сокращается.

Работа и сила мышц. Сокращаясь, мышцы выполняют работу. Работа мышц зависит от их силы. Мышца тем сильнее, чем больше в ней мышечных волокон, т. е. чем она толще. При пересчете на 1 см² поперечного сечения мышца способна поднять груз до 10 кг.

Сила мышц зависит и от особенностей прикрепления их к костям. Кости вместе с прикрепляющимися к ним мышцами являются своеобразными рычагами, и мышца может развивать тем большую силу, чем дальше от точки опоры рычага и ближе к точке приложения силы тяжести она прикрепляется.

Человек может длительное время сохранять одну и ту же позу. Это статическое напряжение мышц. К статическим усилиям относятся стояние, держание головы в вертикальном положении и др. При статическом усилии мышца находится в состоянии напряжения. При некоторых упражнениях на кольцах, параллельных брусьях, при удержании поднятой штанги статическая работа требует одновременного сокращения почти всех мышечных волокон и, естественно, может быть очень непродолжительной из-за развивающегося утомления.

При динамической работе, поочередно сокращаются различные группы мышц. Мышцы, производящие динамическую работу, быстро сокращаются и, работая с большим напряжением, скоро утомляются. Но обычно различные группы мышечных волокон при динамической работе сокращаются поочередно, что дает возможность мышце длительное время совершать работу. Нервная система, управляя работой мышц, приспособливает их работу к текущим потребностям организма. Это дает им возможность работать экономно, с высоким коэффициентом полезного действия.

Для каждого вида мышечной деятельности можно подобрать некоторый средний (оптимальный) ритм и величину нагрузки, при которых будет выполнена наибольшая величина работы, а утомление будет развиваться постепенно.

Работа мышц — необходимое условие их существования. Длительная бездеятельность мышц ведет к их атрофии и потере ими работоспособности. Тренировка, т. е. систематическая, не чрезмерная работа мышц,

способствует увеличению их объема, возрастанию силы и работоспособности, что важно для физического развития всего организма.

Мышечный тонус. Мышцы человека в состоянии покоя частично сокращены. Это состояние частичного сокращения, когда мышца напряжена, но не производит движения, называется тонусом мышцы. Тоническое напряжение мышц необходимо для того, чтобы удерживать внутренние органы в нормальном положении и сохранять определенную позу. Во время сна, при наркозе тонус мышц несколько снижается, тело расслабляется. Полностью исчезает мышечный тонус только после смерти. Величина тонуса мышц находится в зависимости от функционального состояния центральной нервной системы.

Тонус скелетных мышц связан с поступлением к мышце из двигательных нейронов спинного мозга нервных импульсов, которые следуют друг за другом с большим интервалом. Активность этих нейронов поддерживается импульсами из вышележащих отделов ЦНС, а также от рецепторов, находящихся в самих мышцах (проприорецепторов).

В период новорожденности и в первые месяцы жизни детей тонус скелетных мышц повышен. Это связано с повышенной возбудимостью красного ядра среднего мозга. По мере усиления влияний, поступающих из структур головного мозга по пирамидной системе и регулирующих функциональную активность спинного мозга, тонус мышц снижается. Снижение тонуса отмечается во втором полугодии жизни ребенка, что является необходимой предпосылкой для развития ходьбы.

Тонус мышц играет важную роль в осуществлении координации движений.

Мышечная масса и сила мышц в различные возрастные периоды. Масса мышц интенсивно нарастает, когда ребенок начинает ходить, и к 2—3 годам составляет примерно 23% массы тела, далее повышается к 8 годам до 27%. У подростков 15 лет она составляет 32,6% массы тела. Наиболее быстро масса мышц нарастает в возрасте от 15 до 17—18 лет, и в юношеском возрасте она составляет 44,2% массы тела. Увеличение массы мышц достигается как их удлинением, так и увеличением их толщины, в основном за счет диаметра мышечных волокон. К 3—4 годам диаметр мышц возрастает в 2—2,5 раза. С возрастом резко увеличивается количество миофибрилл. К 7 годам, по сравнению с новорожденными, оно увеличивается в 15—20 раз. В период от 7 до 14 лет рост мышечной ткани происходит, как за счет продолжающихся структурных преобразований мышечного волокна, так и в связи со значительным ростом сухожилий. Рост поперечника мышечных волокон и

внутримышечных соединительнотканых волокон продолжается до 20—25 лет и во многом зависит от уровня двигательной активности и тренированности. Увеличение мышечной массы и структурные преобразования мышечных волокон, связанные с увеличением основного сократительного субстрата, приводят к увеличению с возрастом мышечной силы. В дошкольном возрасте сила мышц незначительна. После 4—5 лет увеличивается сила отдельных мышечных групп.

Исследования показывают, что школьники 7—11 лет обладают еще сравнительно низкими показателями мышечной силы. Силовые и особенно статические упражнения вызывают у них быстрое утомление. Дети этого возраста более приспособлены к кратковременным скоростно-силовым динамическим упражнениям.

Однако, младших школьников следует постепенно приучать к сохранению статических поз. Особое значение статические упражнения имеют для выработки и сохранения правильной осанки.

Наиболее интенсивно мышечная сила увеличивается в подростковом возрасте. У мальчиков прирост силы начинается в 13—14 лет, у девочек раньше — с 10—12 лет, что, возможно, связано с более ранним наступлением у девочек полового созревания. В 13—14 лет четко проявляются половые различия в мышечной силе, показатели относительной силы мышц девочек значительно уступают соответствующим показателям мальчиков. Поэтому в занятиях с девочками-подростками и девушками следует особенно строго дозировать интенсивность и тяжесть упражнений.

С 18 лет рост силы замедляется и к 25—26 годам заканчивается. Установлено, что скорость восстановления мышечной силы у подростков и взрослых почти одинакова: у 14-летних — 97,5%, у 16-летних — 98,9% и у взрослых — 98,9% от исходных величин. Развитие силы разных мышечных групп происходит неравномерно. Сила мышц, осуществляющих разгибание туловища, достигает максимума в 16 лет. Максимум силы разгибателей и сгибателей верхних и нижних конечностей отмечается в 20—30 лет.

Неравномерное развитие силы разных групп мышц необходимо учитывать в практике физического воспитания и спорта, трудового воспитания, приобщения школьников к общественно полезному и производительному труду.

Возрастные особенности быстроты, точности движений и выносливости. Быстрота движения характеризуется как скоростью однократного движения, так и частотой повторяющихся движений. Скорость однократных движений увеличивается особенно интенсивно в

младшем школьном возрасте, приближаясь в 13—14 лет к уровню взрослого. К 16—17 годам темп увеличения этого показателя несколько снижается. К 20—30 годам скорость однократного движения достигает наибольшей величины.

Увеличение скорости однократного движения с возрастом связано с увеличением скорости проведения сигнала в нервной системе и скорости протекания процесса передачи возбуждения в нервно-мышечном синапсе.

С возрастом увеличивается максимальная частота повторяющихся движений. Наиболее интенсивный рост этого показателя происходит в младшем школьном возрасте. В период от 7 к 9 годам средний ежегодный прирост составляет 0,3—0,6 движений в секунду. В 10—11 лет темп прироста снижается до 0,1—0,2 движений в секунду и вновь увеличивается (до 0,3—0,4 движений в секунду) в 12—13 лет. Частота движений в единицу времени у мальчиков достигает высоких показателей в 15 лет, после чего ежегодный прирост снижается. У девочек максимальных значений этот показатель достигает в 14 лет и далее не изменяется.

Увеличение с возрастом максимальной частоты движений объясняется нарастающей подвижностью нервных процессов, обеспечивающей более быстрый переход мышц-антагонистов из состояния возбуждения в состояние торможения и обратно.

Точность воспроизведения движений также существенно изменяется с возрастом. Дошкольники 4—5 лет не могут совершать тонкие точные движения, воспроизводящие заданную программу как в пространстве, так и во времени. В младшем школьном возрасте возможность точного воспроизведения движений по заданной программе существенно возрастает. С 9—10 лет организация точных движений происходит по типу взрослого. В совершенствовании этого двигательного качества существенную роль играет формирование центральных механизмов организации произвольных движений, связанных с деятельностью высших отделов ЦНС. В процессе развития ребенка изменяется также способность воспроизводить заданную величину мышечного напряжения. Точность воспроизведения мышечного напряжения невелика у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Она повышается лишь к 11—16 годам.

В течение длительного периода онтогенеза формируется и одно из важнейших качество-выносливость (способность человека к продолжительному выполнению того или иного вида умственной или физической (мышечной) деятельности без снижения их эффективности). Выносливость к динамической работе еще очень невелика

в 7—11 лет. С 11 — 12 лет мальчики и девочки становятся более выносливыми. Исследования показывают, что 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 к 17 годам. Наиболее значительные изменения этого динамического качества 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, 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.

4. Особенности реакций организма на физическую нагрузку в различные возрастные периоды

Влияние физических нагрузок на организм. Мышечная работа связана со значительными энергетическими затратами, а следовательно требует увеличения притока кислорода. Это достигается прежде всего усилением деятельности органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Увеличиваются частота сердечных сокращений, систолический объем крови (количество крови, выбрасываемое при каждом сокращении) и минутный объем крови. Усиленное кровоснабжение обеспечивает кровью не только мышцы, но и центральную нервную систему, что создает благоприятные условия для ее более интенсивной деятельности. Интенсификация обменных процессов при мышечной работе приводит к необходимости усиленного выделения продуктов обмена, что достигается повышением активности потовых желез, играющих также важную роль в поддержании постоянной температуры тела. Все это свидетельствует о том, что физические нагрузки, требующие усиления мышечной работы, оказывают активизирующее влияние на деятельность физиологических систем. Кроме того, выполнение физических нагрузок оказывает стимулирующее влияние на двигательную систему, приводит к совершенствованию двигательных качеств. Вместе с тем эффективность физических нагрузок и их стимулирующее влияние на организм могут быть достигнуты только при учете возрастных возможностей организма ребенка,

и прежде всего возрастных особенностей опорно-двигательного аппарата, обусловленных степенью его структурно-функциональной зрелости.

В дошкольном возрасте, когда двигательные качества, в особенности выносливость, еще низки, дети не могут долго выполнять динамическую и статическую работу. Способность к выполнению физических нагрузок возрастает к младшему школьному возрасту. Особенно выражено нарастание всех показателей мышечной работоспособности с 11 — 12 лет. Так, объем динамической работы (в кгм), выполненной 10-летними школьниками, на 50% больше, чем у 7-летних, а в возрасте 14—15 лет он соответственно больше на 300—400%. Мощность работы с 7 до 11 лет увеличивается всего на 30%, а с 11 до 16 лет—более чем на 200%. Так же стремительно начиная с 12 лет растет у школьников работоспособность при статических напряжениях. Вместе с тем, даже у 15—16-летних, по сравнению с 18-летними учащимися, мощность работы составляет 66—70%, а у 18-летних объем работы и мощность лишь приближаются к нижней границе этих же показателей у взрослых.

Возрастные особенности мышечной работоспособности, которые проявляются при динамической работе и статических напряжениях, неотделимо связаны с особенностями высшей нервной деятельности и сказываются на процессе тренировки и производительности в единицу времени. Так, тренировка по одному и тому же виду работы требует у 14-летних подростков в 2 раза больше времени, чем у взрослых. Производительность же работы на единицу времени у 14—15-летних составляет 65—70% от производительности взрослого. Время на отдых 15—18-летним школьникам требуется во много раз большее, чем затрачено на работу. Если 20-летнему для отдыха нужно время в 2 раза большее, чем затрачено на работу, то 17-летнему, даже тренированному к физической работе, его требуется в 4 раза больше.

Проявляются определенные различия в мышечной работоспособности учащихся и в связи с их полом. Степень утомляемости при выполнении дозированной динамической мышечной работы у девочек и мальчиков в пределах одной возрастной группы одинакова. Сила же, выносливость и другие показатели мышечной работоспособности у девочек в среднем ниже, чем у мальчиков.

Характерные особенности мышечной работоспособности девочек и девушек сказываются на объеме выполненных, особенно тяжелых работ. Работы средней тяжести и тяжелые выполняются девочками и девушками в меньшем объеме и вызывают более глубокие сдвиги в организме, чем у мальчиков и юношей. Адаптация к одной и той же работе у девочек

происходит труднее, а работоспособность снижается быстрее, чем у мальчиков.

Оптимальным для тренирующих влияний физических нагрузок является возраст от 9—10 до 13—14 лет, когда наиболее интенсивно формируются основные звенья двигательной системы и двигательные качества. Большими потенциальными возможностями для совершенствования двигательной системы обладает подростковый возраст. Это подтверждают яркие примеры достижений подростков в таких видах спорта, как художественная и спортивная гимнастика, фигурное катание, а также в балете, танцах, где мы наблюдаем удивительно высокие проявления координации движения. Вместе с тем следует учитывать, что этот возраст характеризуется значительными перестройками в функционировании организма, связанными с половым созреванием. Поэтому для подростков мальчиков и девочек, не занимающихся систематически спортом, надо дозировать нагрузки, связанные с проявлением максимальной силы и выносливости. При учете функциональных возможностей детского организма физические нагрузки оказывают чрезвычайно благоприятное влияние на физическое и умственное развитие ребенка.

Физические упражнения являются эффективным средством совершенствования двигательного аппарата человека. Они лежат в основе любого двигательного навыка и умения. Под влиянием упражнений формируются законченность и устойчивость всех форм двигательной деятельности человека. Физиологический смысл упражнения сводится к образованию динамического стереотипа. В начальный период выполнения упражнения имеет место широко распространенное возбуждение в коре больших полушарий головного мозга. В деятельное состояние вовлекается большое число мышц, движения ученика неловки, суетливы, хаотичны. При этом сокращаются многочисленные мышечные группы, часто не имеющие никакого отношения к данному двигательному акту. Вследствие этого развивается торможение, снижается мышечная работоспособность.

По мере упражнений широко распространенное корковое возбуждение концентрируется в ограниченной группе мышц, непосредственно связанных с данным упражнением или двигательным актом, образуется очаг стационарного возбуждения, отчего движения становятся более четкими, свободными, координированными и более экономичными в смысле затрат времени и энергии.

На заключительной стадии образуется устойчивый стереотип, по мере повторения упражнения движения становятся автоматизированными,

хорошо координированными, и они выполняются только за счет сопряжения тех групп мышц, которые необходимы для данного двигательного акта.

Систематической тренировкой достигается увеличение мощности и полезного действия мышц тела. Это увеличение достигается благодаря развитию мышц, участвующих в данной работе (тренируемые мышцы увеличиваются в объеме, в связи с чем возрастает и их сила), а также в результате изменений, которые претерпевают сердечно-сосудистая и дыхательная системы.

Утомление при различных видах мышечной работы, его возрастные особенности. Тренированность к физическим нагрузкам имеет важное значение для уменьшения степени утомления при мышечных нагрузках. *Утомлением* называется временное снижение работоспособности целостного организма, его органов и систем, наступающее после длительной напряженной или кратковременной чрезмерно интенсивной работы. Физическое утомление наступает после длительных и интенсивных мышечных нагрузок. При резко выраженном утомлении развивается длительное укорочение мышц, их неспособность к полному расслаблению — контрактура. Понижение физической работоспособности связано как с изменением в самой мышце, так и с изменениями в центральной нервной системе. Роль ЦНС в развитии мышечного утомления впервые была установлена И. М. Сеченовым, который показал, что восстановление работоспособности одной руки после длительного подъема груза значительно ускоряется, если в период отдыха производить работу другой рукой. В отличие от простого отдыха такой отдых называется активным и рассматривается как доказательство того, что утомление развивается прежде всего в нервных центрах. О роли центральной нервной системы в развитии утомления свидетельствуют также данные о повышении работоспособности под влиянием положительных эмоций и мотиваций.

Связь утомления с деятельностью центральной нервной системы и периферического аппарата свидетельствует о том, что степень их зрелости определяет физическую работоспособность в детском возрасте. Чем младше ребенок, тем быстрее наступает физическое утомление при мышечных нагрузках. Очень низкий уровень энергетического обмена в мышцах новорожденных и грудных детей, а также незрелость нервной системы определяют их быструю утомляемость. Одним из существенных переломных этапов развития физической работоспособности является возраст 6 лет, характеризующийся высокими энергетическими

возможностями скелетных мышц и выраженными изменениями в структурно-функциональном созревании центральной нервной системы. Вместе с тем у детей дошкольного и младшего школьного возраста еще не наступила окончательная дифференцировка скелетных мышц. Физическая работоспособность в младшем школьном возрасте в 2,5 раза меньше, чем у 15—16-летних. Важным переломным этапом в развитии физической работоспособности является возраст 12—13 лет, когда происходят существенные изменения энергетики мышечного сокращения. Повышение физической работоспособности в этом возрасте сказывается на показателях мышечной выносливости, в возможности перенесения длительных нагрузок с меньшей степенью утомления. Правильно дозированные физические нагрузки, учитывающие степень структурно-функциональной зрелости физиологических систем ребенка в различные возрастные периоды, предотвращают развитие длительного утомления. Повышению работоспособности учащихся способствует чередование умственного и физического труда.

5. Развитие двигательных навыков, совершенствование координации движений с возрастом

У новорожденного ребенка наблюдаются беспорядочные движения конечностей, туловища и головы. Координированные ритмические сгибания, разгибания, приведение и отведение сменяются аритмичными, некоординированными изолированными движениями.

Двигательная деятельность детей формируется по механизму временных связей. Важную роль в формировании этих связей играет взаимодействие двигательного анализатора с другими анализаторами (зрительным, тактильным, вестибулярным).

Наращение тонуса затылочных мышц позволяет ребенку 1,5—2 месяцев, положенному на живот, поднимать голову. В 2,5—3 месяца развиваются движения рук в направлении к видимому предмету. В 4 месяца ребенок поворачивается со спины на бок, а в 5 месяцев переворачивается на живот и с живота на спину. В возрасте от 3 до 6 месяцев ребенок готовится к ползанию: лежа на животе, все выше поднимает голову и верхнюю часть туловища; к 8 месяцам он способен проползать довольно большие расстояния.

В возрасте от 6 до 8 месяцев благодаря развитию мышц туловища и таза ребенок начинает садиться, вставать, стоять и опускаться, придерживаясь руками за опору. К концу первого года ребенок свободно стоит и, как правило, начинает ходить. Но в этот период шаги ребенка

короткие, неравномерные, положение тела неустойчивое. Стараясь сохранить равновесие, ребенок балансирует руками, широко ставит ноги. Постепенно длина шага увеличивается, к 4 годам она достигает 40 см, но шаги все еще неравномерные. От 8 до 15 лет длина шага продолжает увеличиваться, а темп ходьбы снижаться.

В возрасте 4—5 лет в связи с развитием мышечных групп и совершенствованием координации движений детям доступны более сложные двигательные акты: бег, прыганье, катание на коньках, плавание, гимнастические упражнения. В этом возрасте дети могут рисовать, играть на музыкальных инструментах. Однако, дошкольники и младшие школьники в связи с несовершенством механизмов регуляции трудно усваивают навыки, связанные с точностью движения рук, воспроизведением заданных усилий.

К 12—14 годам происходит повышение меткости бросков, метаний в цель, точности прыжков. Однако, некоторые наблюдения показывают ухудшение координации движений у подростков, что связывается с морфофункциональными преобразованиями в период полового созревания. С половым созреванием связано и снижение выносливости в скоростном беге у 14—15-летних подростков, хотя скорость бега к этому возрасту существенно возрастает.

По мере роста ребенка развивается и такое движение, как прыжок. Дети раннего возраста при подпрыгивании не отрывают ног от почвы, и их движения сводятся к приседаниям и выпрямлениям тела. С 3 лет ребенок начинает подпрыгивать на месте, слегка отрывая ноги от почвы. Лишь начиная с 6—7 лет наблюдается координация нижних конечностей при прыжке. Наряду с совершенствованием координации движений при осуществлении прыжка растет его дальность. Дальность прыжка в длину с места возрастает у мальчиков до 13 лет, у девочек — до 12—13 лет. После 13 лет разница в прыжках в длину в зависимости от пола становится ярко выраженной, а при прыжках в высоту эта разница проявляется уже с 11 лет.

Без обучения и тренировки сами по себе никогда не возникнут, не образуются такие навыки и умения, как ходьба, бег, прыжки, метание, плавание, танцевальные движения, вертикальные рабочие позы, не говоря уже о высоком искусстве управления движениями, которое имеет место в результате занятий такими видами спорта, как художественная гимнастика, фигурное катание, прыжки с трамплина, водное поло, баскетбол и др.

Двигательный режим учащихся и вред гиподинамии. Для всестороннего гармонического физического развития, совершенствования двигательных качеств и навыков, помимо выполнения определенных видов

целенаправленных физических упражнений, дети нуждаются в удовлетворении естественной суточной потребности организма в движении.

Суточная двигательная активность детей может быть выражена в объеме естественных локомоций. При свободном режиме в летнее время за сутки дети 7—10 лет совершают от 12 до 16 тыс. движений. У подростков суточное количество локомоций повышается. Например, у мальчиков 14—15 лет, по сравнению со школьниками 8—9 лет, суточная двигательная активность увеличивается более чем на 35%, а объем выполненной при этом работы — на 160%.

Естественная суточная активность девочек ниже, чем мальчиков. Девочки в меньшей мере проявляют двигательную активность самостоятельно и нуждаются в большей доле организованных форм физического воспитания.

По сравнению с весенним и осенним периодами года зимой двигательная активность детей и подростков падает на 30—45%. В период учебных занятий двигательная активность школьников не только не увеличивается при переходе из класса в класс, а, наоборот, уменьшается у старшеклассников.

Состояние здоровья (заболеваемость, степень тренированности к физическим нагрузкам сердечно-сосудистой системы, дыхания, экономичность энерготрат, сопротивляемость воздействию неблагоприятных факторов), уровень развития двигательных качеств (силы, быстроты, выносливости) и физической работоспособности школьников 11—15 лет дали основание считать для них «высокий» уровень двигательной активности гигиенической нормой 21—30 тыс. локомоций, объем работы 110—150 тыс. кгм/сутки, динамический компонент 20—24%.

Учащиеся этого же возраста при двигательной активности в 2—3 раза ниже гигиенической нормы находятся в состоянии «двигательного голода» — *гиподинамии*. У таких школьников страдают обменные процессы, снижены двигательная подготовленность, иммунобиологическая реактивность, работоспособность. Наблюдается неэкономичная деятельность сердечно-сосудистой системы и дыхания при физических нагрузках (при выполнении физических упражнений; в процессе общественно полезного, производительного труда).

Чрезмерная двигательная активность у детей и подростков, обусловленная преимущественно интенсивной (очень частой в неделю и продолжительной в течение дня) систематической спортивной тренировкой или соревнованиями, в сочетании с большим эмоциональным напряжением нередко влечет неблагоприятные изменения со стороны опорно-

двигательного аппарата: растяжение связок, деформации межпозвоночных дисков и суставов, конечностей, нарушения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, снижение сопротивляемости инфекционным заболеваниям, особенно легочной ткани к возбудителям болезней. У юных спортсменов наблюдаются признаки угнетения функции передней доли гипофиза и относительной недостаточности коры надпочечников. Следует учитывать возможность неблагоприятного влияния повышенной двигательной активности на детей и подростков и строго, в соответствии с требованиями гигиены врачебного контроля, дозировать нагрузку во время спортивных тренировок и соревнований. Двигательные качества развиваются успешнее, если моторные упражнения включаются с первых дней систематического обучения ребенка в школе.

Из всех возрастных групп детей, охваченных общим средним образованием, младший школьный возраст (6—11 лет) оказывается наиболее продуктивным периодом развития двигательных возможностей и физического совершенствования. Обучение по комплексной программе физического воспитания должно обеспечивать детям и подросткам требуемое их организму количество движений.

При поступлении детей в школу их двигательная активность сокращается вдвое. За счет самостоятельной двигательной активности учащиеся I—III классов реализуют уже только 50% оптимального числа движений. Существенное значение в этом возрасте приобретают организованные формы занятий физическими упражнениями.

Даже у здоровых, правильно развивающихся школьников, только так называемая спонтанная двигательная активность и уроки физической культуры в школе, не могут обеспечить нужный суточный объем движений. Урок физической культуры компенсирует в среднем 11% необходимого суточного числа движений. Утренняя гимнастика дома, гимнастика перед началом уроков в школе, физкультпауза на уроках, подвижные игры на переменах, прогулки с подвижными играми после уроков позволяют детям 7—11 лет совершать до 60% требуемого для них суточного объема движений.

Физкультурные паузы в школе и дома являются не только обязательной составной частью физкультурно-оздоровительной работы в режиме дня школьников, но и необходимым мероприятием— активным отдыхом, препятствующим падению умственной работоспособности. Установлено, что эффективность активного отдыха в процессе умственной работы возрастает при сокращении времени его проведения (И. В.

Муравов). Физкультурные минуты оптимальной длительности 55—70 с (не более 2 мин) включают упражнения в переходе из позы сидя в позу стоя, ходьбу на месте, потягивания с поворотами, наклонами туловища и движениями рук (сжатие и разжатие пальцев), прыжки на месте и дыхательные упражнения в сочетании с движениями рук. На уроках в школе физкультурные паузы следует включать в I—II классах на 15—17-й минутах урока, в III—IX классах — на 20-й минуте. В домашних условиях учащиеся начальных классов должны проводить физкульт паузу через 30—40 мин работы над выполнением учебных заданий.

Если урок физической культуры и физкультурно-оздоровительная работа в режиме учебного дня являются необходимым условием, обеспечивающим более чем наполовину оптимальный суточный объем движений школьников, то внеклассные формы занятий физическими упражнениями должны быть организованы таким образом, чтобы ликвидировать дефицит двигательной активности школьников.

Необходимо также широко внедрять ежедневные 15—20-минутные подвижные игры для детей I—II классов после третьего урока. В этих случаях умственная работоспособность возрастает в 3—4,5 раза, больше чем в тех случаях, когда они проводятся после первого или второго урока.

Для подростков тоже рекомендуется активный отдых после третьего или четвертого урока и во второй половине дня, перед приготовлением домашних заданий. Если дать активный отдых после пятого или шестого урока, то, наряду с ухудшением показателей работоспособности, наблюдается угнетение фагоцитарной активности лейкоцитов крови.

Особое внимание надо уделить плаванию. Нет необходимости доказывать важность его как жизненно необходимого навыка. Плавание занимает одно из первых мест по своему оздоровительному влиянию.

6. Нарушения опорно-двигательного аппарата у детей и подростков

Осанка. Привычное положение тела человека во время ходьбы, стояния, сидения и работы называют осанкой. Правильная осанка характеризуется нормальным положением позвоночника с его умеренными естественными изгибами вперед в области шейных и поясничных позвонков, симметричным расположением плеч и лопаток, прямым держанием головы, прямыми ногами без уплощения стоп. При правильной осанке наблюдается оптимальное функционирование системы органов движения, правильное размещение внутренних органов и положение центра тяжести.

Целый ряд причин — нерациональный режим, различные заболевания, приводящие к ослаблению связочно-мышечного аппарата и организма в целом, а также неудовлетворительно поставленное физическое воспитание и недостаточное внимание взрослых к воспитанию у детей навыка правильной осанки — приводят к возникновению и развитию значительных нарушений телосложения. Эти нарушения в виде увеличения естественных изгибов позвоночника и появления боковых искривлений, крыловидных лопаток, асимметрии плечевого пояса, уплощения грудной клетки не только обезображивают форму тела, но затрудняют работу внутренних органов (сердца, легких, желудочно-кишечного тракта), ухудшают обмен веществ и снижают работоспособность, а у подростков и взрослых — производительность труда. Например, при сколиозах (боковых искривлениях позвоночника) диагностированы изменения работы как правого, так и левого желудочков сердца. Выражена асинхронность в их деятельности, и со временем возникают тяжелые нарушения в работе сердца. Подростки (учащиеся ПТУ, слесари, токари, фрезеровщики) со сколиотическими изменениями осанки выполняют производственные нормы с большой затратой сил и значительным утомлением организма. При начальных же формах сколиоза подростки указанных специальностей вообще не выполняют производственные нормы вследствие чрезвычайно быстрого утомления организма, выражающегося в учащении пульса, снижении насыщения крови кислородом, нарастании частоты и длительности произвольных перерывов; особенно страдает работоспособность таких подростков при работе во вторую смену.

Искривления позвоночника у девочек, возникающие в период роста костей, часто изменяют форму таза, суживая его в продольном и поперечном направлениях, что впоследствии может привести к осложнению родов.

Ослабленные дети часто имеют нарушение осанки и искривления позвоночника. Большинство из них еще в раннем возрасте переносят многие детские инфекционные болезни, болеют рахитом, следы которого остаются на скелете в виде деформаций грудной клетки, искривлений ног, плоских стоп. Заболевания часто усугубляют формирование неправильной осанки и развитие деформаций позвоночника. Прежде всего следует отметить близорукость и косоглазие, гипотонию мышц, пороки развития позвоночника, заболевания легких и сердца. Небезызвестно, что близорукости часто сопутствует кифоз, по причине выработавшейся привычки держать голову и шейно-грудной отдел позвоночника

наклоненными вперед. Слабость мышц, связанная с рахитом, ревмато-токсикозом, при закрепившейся привычке неправильно держать голову, корпус, плечи и тазовый пояс способствует развитию неправильной осанки и образованию деформаций.

При отсутствии внимания со стороны учителей и родителей дефекты осанки, возникшие у детей еще в дошкольном возрасте, в период школьной жизни существенно прогрессируют. Особенно быстрое прогрессирование деформаций возможно в препубертатный и пубертатный периоды.

Осанка в основном формируется в 6—7 лет. Равно как и другие навыки, поддержание правильной позы во время ходьбы, выполнения работ стоя или при ответах у доски, а также в период многочасовых учебных занятий за партой или дома за письменным столом требует систематичности и повторяемости. Образование и закрепление двигательных навыков, формирующих осанку детей, происходит постепенно и длительно с раннего возраста. Предпосылками нарушения осанки может стать то, что ребенка рано усаживают, обкладывая подушками, неправильно носят на руках, преждевременно (минуя стадию ползания) начинают учить ходить, во время прогулок постоянно держат за руку.

В дошкольные годы нарушению осанки способствуют уплощение стоп, неправильная поза во время рисования, выполнение работ на земельном участке с использованием инвентаря, неответающего своими размерами возрастным особенностям детей.

С самого начала обучения в школе к этим отрицательным моментам могут присоединиться, и другие: резкое ограничение двигательной активности (почти на 50% по сравнению с дошкольным периодом воспитания), увеличение статической нагрузки, связанной с вынужденной рабочей позой (сидя или стоя), ношение в одной руке портфеля с тяжелыми книгами и тетрадями. Нарушению осанки способствуют усвоенные привычки: сидеть горбясь (кифозируя позвоночник) или горбясь и искривляя позвоночник в бок (кифосколиозируя) в его поясничном и грудном отделах; стоять с упором на одну ногу (что также может вызвать боковое искривление позвоночника); ходить с наклоненной вниз головой, опущенными и сведенными вперед плечами.

Нарушениям осанки и искривлениям позвоночника может способствовать неправильная организация ночного сна детей и подростков: узкая, короткая кровать, мягкие перины, высокие подушки. Привычка спать на одном боку, свернувшись «калачиком», согнув тело и поджав ноги к животу, влечет нарушение кровообращения и нормального положения позвоночника.

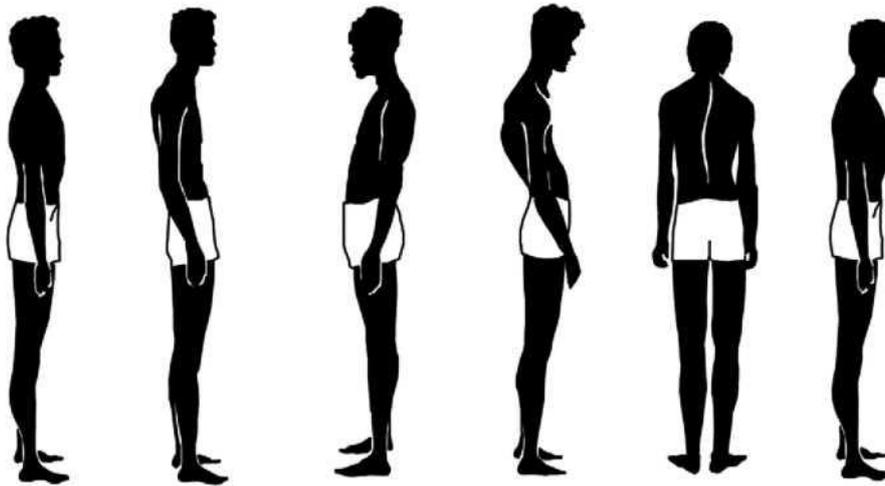


Рисунок 15. Типы осанки:

1 — нормальная; 2 — сутулая; 3 — лордическая; 4 — кифотическая;
5 — сколиотическая; 6 — выпрямленная

Отрицательно сказывается на состоянии осанки и внутренних органов перетягивание живота в верхней его части тугими резинками и поясами. Этим вызываются изменения во внутренних органах брюшной полости, нарушается правильное, глубокое дыхание, координированное движение многих мышц, поддерживающих позвоночник и препятствующих его деформации.

Легко воспитывается и закрепляется у школьников навык правильной осанки, если одновременно с общеукрепляющими организм оздоровительными мерами (рациональный распорядок дня, гигиенически полноценный сон, питание и закаливание) учащиеся ежедневно выполняют разнообразные физические упражнения, если трудовое обучение, общественно полезный, производительный труд организованы с учетом возрастнo-половых особенностей детей и подростков, а учебные и неучебные занятия проходят в школе и во внешкольных учреждениях в условиях, отвечающих требованиям гигиены.

Нарушения осанки в переднезаднем направлении проявляются в увеличении или уменьшении естественных изгибов позвоночника, в отклонениях от правильного положения плечевого пояса, туловища, головы. Наиболее частыми нарушениями осанки являются плоская спина, круглая, кругловогнутая.

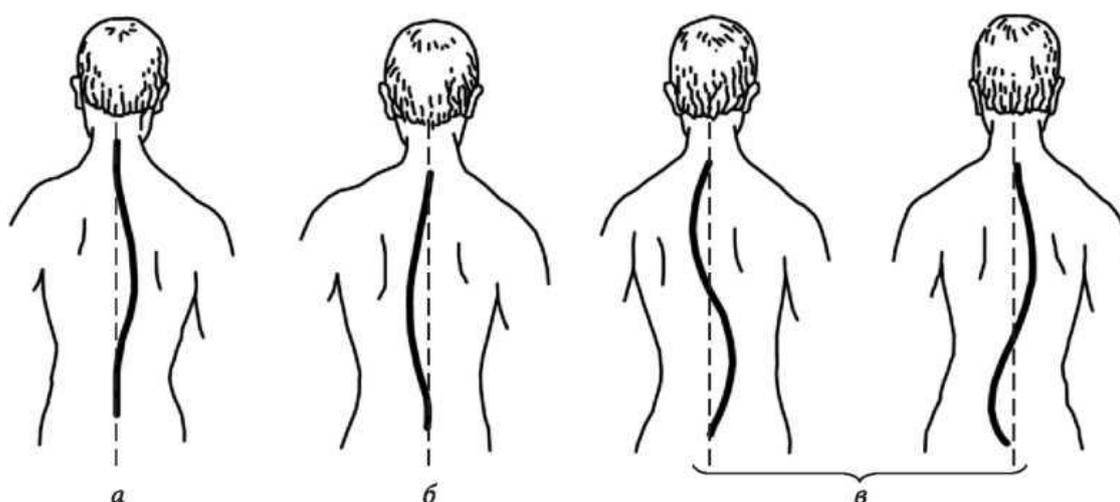


Рисунок 16. Виды сколиозов:

а — грудной, *б* — общий левосторонний, *в* — S-образный

Плоскостопие. Деформация, заключающаяся в частичном или полном опущении продольного или поперечного свода стопы, часто обеих, называется плоскостопием. Это довольно частое нарушение опорно-двигательного аппарата у детей и подростков. Оно сопровождается жалобами детей и подростков на боль в ногах при ходьбе, быструю утомляемость, особенно во время длительных прогулок, экскурсий и походов.

У нормальной стопы с высоким сводом опорная поверхность занимает не более 73 поперечника стопы. Если опорная поверхность занимает 50—60% поперечника стопы—стопа уплощенная. При плоскостопии стопа соприкасается с полом (землей) почти всеми своими точками и след лишен внутренней выемки.

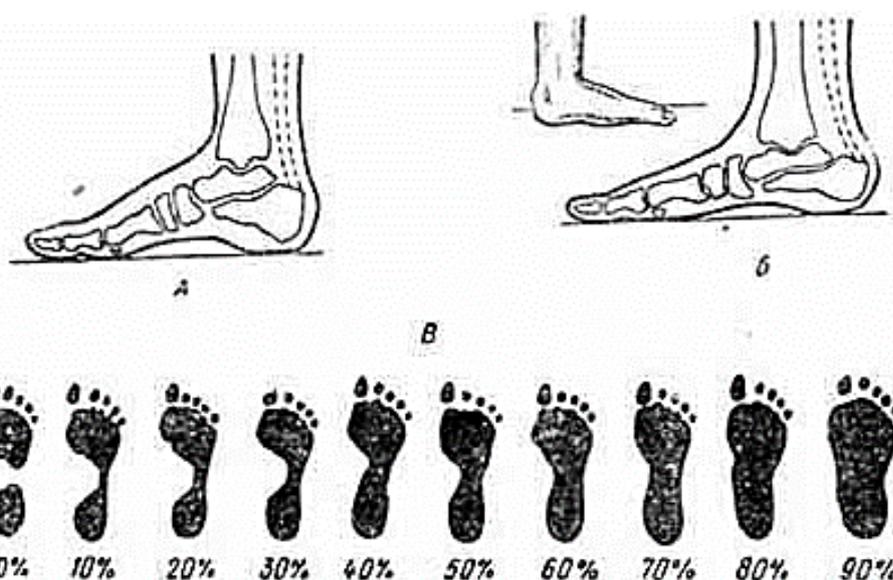


Рисунок 17. Плоскостопие (а,б,в).

Плоскостопие чаще бывает приобретенным и значительно реже — врожденным. Приобретенное плоскостопие может быть статическим, травматическим и паралитическим. *Статическое* плоскостопие развивается у детей постепенно, в результате несоответствия нагрузки на связки, мышцы и кости гигиеническим требованиям (избыточная масса тела, ношение чрезмерных для возраста тяжестей, ношение валяной обуви и обуви на твердой, лишенной эластичности подошве, а также обуви без каблука). Часто причиной развития у детей статического плоскостопия является рахит. *Травматическое* плоскостопие развивается после повреждения стопы, голеностопного сустава, лодыжек. *Паралитическое* плоскостопие наблюдается в связи с заболеваниями нервной системы, чаще всего это последствие детского паралича.

Профилактика плоскостопия зависит от воспитания правильной походки. Необходимо, чтобы носки при ходьбе и стоянии смотрели прямо вперед, нагрузка приходилась на пятку, первый и пятый пальцы, а внутренний свод не опускался.

Для укрепления мышц, поддерживающих свод стопы, рекомендуется ходьба босиком по неровной, но мягкой (песок, мягкий грунт) поверхности. При ходьбе полезно периодически поджимать и расслаблять пальцы. Профилактически и для коррекции в ежедневную утреннюю гимнастику вводят ряд упражнений (ходьбу на носках, на пятках, на внутренних и внешних краях стоп, подскоки, упражнения с использованием специальных устройств). Подобные же упражнения выполняют на уроках физической культуры и на специальных занятиях корригирующей гимнастикой. Положительное влияние на укрепление свода стопы оказывают игры в волейбол, футбол.

Большое значение имеет ношение обуви, отвечающей гигиеническим требованиям. Она должна точно соответствовать длине и ширине стопы (не жать, но и не быть слишком просторной), иметь широкий носок, чтобы пальцы не сжимались, широкий каблук 1,5—2,0 см и эластичную подошву. Девочкам противопоказано ношение обуви на высоких каблуках (4—5 см), чтобы не нарушалась осанка, не происходило искривление позвоночника и смещение позвонков, изменение правильного положения таза и его размеров.

При плоскостопии, помимо лечебных упражнений, контрастных ножных ванн и массажа, бывает необходимо ношение по указанию врача вкладышей-супинаторов в обычную обувь или изготовление специальной ортопедической обуви.

Всестороннее физическое воспитание детей и подростков, выполнение общеразвивающих и специальных физических упражнений ежедневно дома, на уроках в школе — основа профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата, укрепления здоровья.

Всестороннему гармоническому развитию и укреплению здоровья содействует и правильно организованное трудовое обучение, общественно полезный, производительный труд, особенно выполнение работ на открытом воздухе при благоприятных погодных условиях.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение скелета. Отделы скелета.
2. Способы соединения костей.
3. Особенности химического состава костей детей. Роль питания в формировании костной ткани.
4. Возрастные особенности изменения скелета. Рост костей в длину и толщину.
5. Строение скелетных мышц, их классификация, свойства.
6. Особенности формирования скелетных мышц в онтогенезе.
7. Роль движений в физическом и психическом развитии детей и подростков. Влияние мышечной работы на функциональное состояние организма.
8. Физическое утомление.
9. Развитие у детей двигательной активности и координации движений.
10. Осанка. Виды осанки. Причины и профилактика нарушений.
11. Плоскостопие, причины и профилактика.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ

План:

1. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ
2. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ
3. ПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОРГАНИЗАЦИИ

1. Строение и функции органов пищеварения

Общий план строения пищеварительной системы. Для нормальной жизнедеятельности организма, его роста и развития необходимо регулярное поступление пищи, содержащей сложные органические вещества (белки, жиры, углеводы), минеральные соли, витамины и воду. Все эти вещества необходимы для удовлетворения потребности организма в энергии, для осуществления биохимических процессов, протекающих во всех органах и тканях. Органические соединения используются также как строительный материал в процессе роста организма и воспроизведения новых клеток взамен отмирающих. Основные питательные вещества в том виде, в каком они находятся в пище, не могут использоваться организмом, а должны быть подвергнуты специальной обработке — пищеварению.

Пищеварением называют процесс физической и химической обработки пищи и превращения ее в более простые и растворимые соединения, которые могут всасываться, переноситься кровью, усваиваться организмом.

Физическая обработка заключается в измельчении пищи, ее протирании, растворении. Химические изменения представляют собой сложные реакции, происходящие в различных отделах пищеварительной системы, где под влиянием ферментов, содержащихся в секретах пищеварительных желез, происходит расщепление сложных нерастворимых органических соединений, содержащихся в пище, превращение их в растворимые и легко усваиваемые организмом вещества.

Ферменты — это биологические катализаторы, вырабатываемые организмом и отличающиеся определенной специфичностью. Каждый фермент действует только на определенные химические соединения: одни расщепляют белки, другие — жиры, третьи — углеводы. В пищеварительном тракте в результате химической обработки белки расщепляются до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот, углеводы (полисахариды) — до моносахаридов.

В каждом из отделов пищеварительной системы происходят специализированные операции по обработке пищи, связанные с наличием в каждом из них специфических ферментов.

Система органов пищеварения состоит из ротовой полости с тремя парами крупных слюнных желез, глотки, пищевода, желудка, тонкой кишки, в состав которой входит двенадцатиперстная кишка (в нее открываются протоки печени и поджелудочной железы, тощая и подвздошная кишки), и толстой кишки, состоящей из слепой, ободочной и прямой кишок. В ободочной кишке различают восходящую, нисходящую и сигмовидную кишки.

Пищеварение в ротовой полости. В ротовой полости начинается физическая и химическая обработка пищи, а также осуществляется ее апробирование. С помощью специальных рецепторов в слизистой оболочке ротовой полости и языка мы распознаем вкус пищи, от их функции зависит удовлетворение и неудовлетворение едой. Специфической функцией ротовой полости является механическое измельчение пищи при ее пережевывании. Особый эффект физической обработки достигается наличием в ротовой полости костной основы, что отличает ее от других органов пищеварения, и языка. Язык — подвижный мышечный орган — имеет важнейшее значение не только в осуществлении речевой функции, но и в пищеварении.

Полость рта

Полость рта (cavitas oris) является началом пищеварительной системы. При помощи зубов пища измельчается, пережевывается, при помощи языка размягчается, смешивается со слюной, которая поступает в полость рта из слюнных желез, а затем поступает в глотку.

Полость рта посредством альвеолярных отростков челюстей и зубов делится на два отдела: преддверие рта и собственно полость рта.

Преддверие рта (vestibulum oris) представляет собой щелевидное пространство, ограниченное снаружи губами и щеками, а изнутри - верхней и нижней зубными дугами и деснами. С внешней средой преддверие рта соединяется ротовой щелью, а с собственно полостью рта — щелью, образованной верхними и нижними зубами и промежутком за большим коренным зубом. Ротовая щель ограничена губами, которые представляют собой кожно-мышечные складки. Основу губ формируют волокна круговой мышцы рта. Губы в углах рта соединены спайками губ. Наружная поверхность губ покрыта кожей, а внутренняя — слизистой оболочкой и многослойным плоским неороговевающим эпителием. В месте перехода слизистой оболочки на десны находятся уздечки верхней и нижней губ.

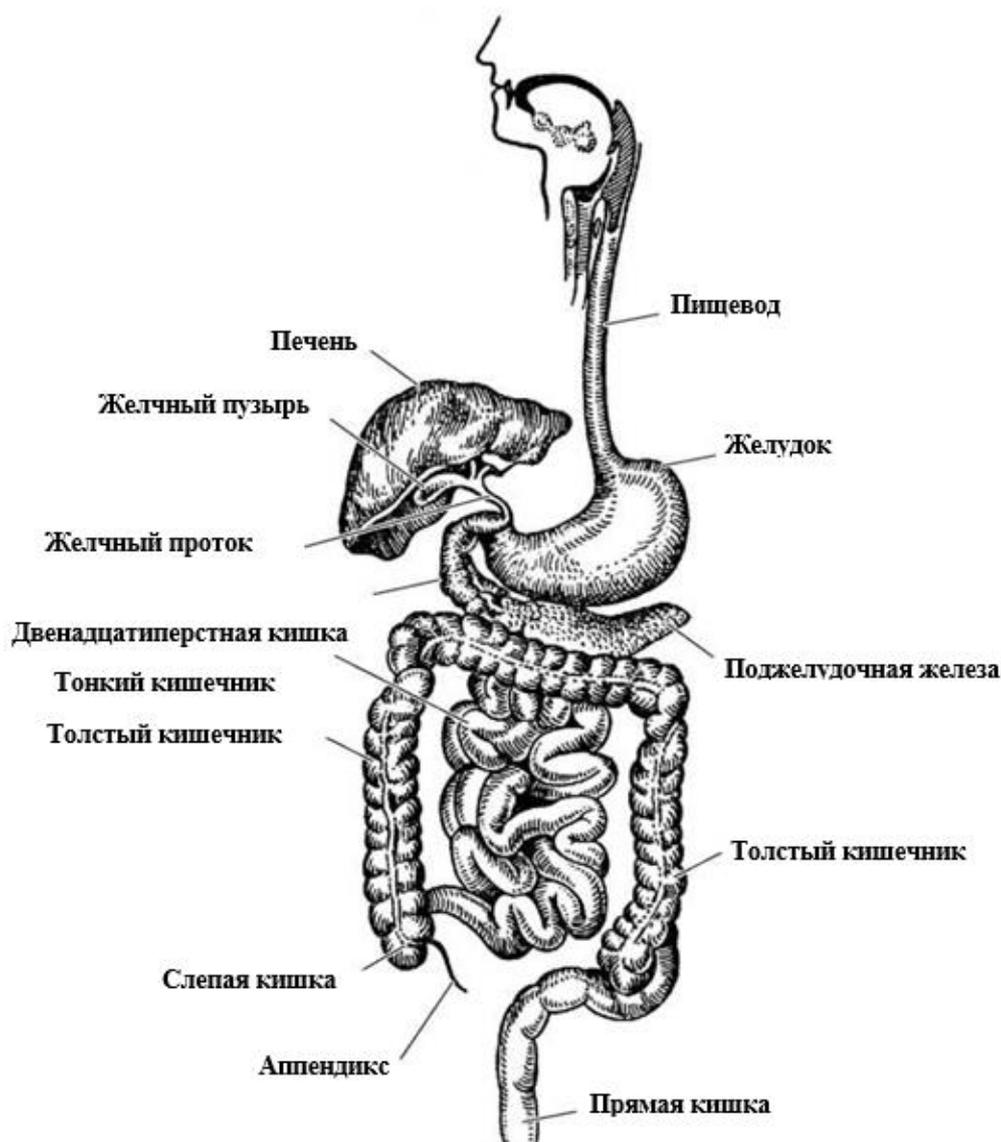


Рисунок 18. Органы пищеварения.

Собственно полость рта (*cavitas oris propria*) простирается от зубов до входа в глотку. Сверху она ограничена твердым и мягким нёбом, снизу — мышцами, которые образуют диафрагму рта, спереди и с боков — щеками, зубами, а сзади через широкое отверстие — зевом.

Щеки (*buccae*) образованы щечными мышцами. Снаружи они покрыты кожей, а изнутри — слизистой оболочкой. Между кожей и щечными мышцами располагается толстый слой жировой ткани, которая образует *жировое тело щеки*. Оно особенно хорошо развито у детей грудного возраста, что способствует акту сосания. На слизистой оболочке щеки, в преддверии рта, открывается проток околоушной слюнной железы.

Десны (gingivae) являются продолжением слизистой оболочки губ и щек; идут на альвеолярные отростки челюстей и плотно окутывающих шейки зубов.

Язык (lingua) — мышечный орган, который участвует в перемешивании пищи в полости рта, определении вкусовых качеств в акте глотания и в артикуляции. Расположен язык на дне (нижней стенке) полости рта. Он представляет собой плоское тело овально-вытянутой формы. Язык имеет верхушку, тело и корень, а также верхнюю поверхность (спинку языка), нижнюю поверхность и край. Слизистая оболочка спинки языка образует выросты-сосочки разной формы и размеров. Различают грибовидные, листовидные, нитевидные, конусовидные и желобовидные сосочки. Они содержат кровеносные сосуды и нервные окончания вкусовой или общей чувствительности. Слизистая оболочка корня языка не имеет сосочков. Здесь находится много лимфоидных узелков, которые образуют язычную миндалину. На нижней поверхности языка слизистая оболочка при переходе на дно полости рта образует по срединной линии складку — *уздечку языка*.

Зубы (dentes) расположены в зубных альвеолах верхней и нижней челюсти на верхнем крае десен. Зубы служат органом захватывания, откусывания и измельчения пищи, участвуют в звукообразовании.

У человека на протяжении жизни зубы меняются дважды: вначале в соответствующей последовательности появляется 20 молочных зубов, а затем 32 постоянных зуба. Все зубы одинаковы по строению. Каждый зуб имеет коронку, шейку и корень. *Коронка* — наиболее массивная часть зуба, выступает над десной. В ней различают язычную, вестибулярную (лицевую), контактную поверхность и поверхность смыкания (жевательная).

Зубы взрослого человека расположены симметрично на верхней и нижней челюсти, по 16 зубов на каждой. Их можно записать в виде формулы:

$$\frac{3 \ 2 \ 1 \ 2 \ | \ 2 \ 1 \ 2 \ 3}{3 \ 2 \ 1 \ 2 \ | \ 2 \ 1 \ 2 \ 3}$$

(2 резца, 1 клык, 2 малых коренных и 3 больших коренных зуба в каждой половине).

Каждый зуб имеет свою форму и выполняет соответствующую функцию, например резцы предназначены для разрезания (отделения) пищи, клыки — для разрывания, коренные зубы — для раздробления и растирания.

Молочная формула зубов выглядит следующим образом:

2	0	1	2	2	1	0	2
2	0	1	2	2	1	0	2

Первые молочные зубы начинают появляться у детей в 5—7 месяцев жизни и заканчиваются к началу третьего года; функционируют они только до 6—7 лет. Затем перед прорезанием соответствующего постоянного зуба молочный выпадает. Постоянные зубы появляются у детей в возрасте 6—7 лет, и процесс этот заканчивается к 13—15 годам.

Железы рта

К железам рта относятся большие и малые слюнные железы, протоки которых открываются в полость рта. *Малые слюнные железы* находятся в толще слизистой оболочки или в подслизистой основе, выстилающей полость рта. В зависимости от расположения различают губные, молярные, нёбные и язычные железы. От характера выделяемого ими секрета они делятся на серозные, слизистые и смешанные.

Большие слюнные железы — это парные железы, расположенные за пределами полости рта. К ним относятся околоушная, поднижнечелюстная и подъязычная железы. Они, как и малые слюнные железы, выделяют серозный, слизистый и смешанный секрет. Смесь секрета всех слюнных желез ротовой полости называется *слюной*.

Околоушная железа — самая большая, лежит на боковой поверхности лица, к переду и к низу от ушной раковины. Ее выводной проток длиной около 5—6 см открывается в преддверие рта на слизистой оболочке щеки на уровне верхнего второго большого коренного зуба.

Поднижнечелюстная железа находится несколько внутрь и ниже тела нижней челюсти; выводной проток открывается на подъязычном сосочке. Секрет железы — серозно-слизистый.

Подъязычная железа расположена на дне полости рта непосредственно под слизистой оболочкой; большой выводной проток соединяется с конечной частью протока поднижнечелюстной железы и открывается на подъязычном сосочке. Малые подъязычные протоки самостоятельно впадают в полость рта на поверхности слизистой оболочки вдоль подъязычной складки.

Глотка

Глотка (pharynx) — непарный орган, расположена в области головы и шеи, является частью пищеварительной и дыхательной систем, представляет собой воронкообразную трубку длиной 12—15 см, подвешенную к основанию черепа. Она прикрепляется к глоточному бугорку базилярной части затылочной кости, к пирамидам височных костей и к крыловидному отростку клиновидной кости; на уровне VI—VII шейных

позвонок переходит в пищевод.

В глотку открываются отверстия полости носа (хоаны) и полости рта (зев). Воздух из полости носа через хоаны или из полости рта через зев поступает в глотку, а после в гортань. Пищевая масса из полости рта во время акта глотания проходит в глотку, а далее в пищевод. Вследствие этого, глотка является местом, где пересекаются дыхательный и пищеварительный пути. Между задней стенкой глотки и пластинкой шейной фасции располагается *заглоточное пространство*, заполненное рыхлой соединительной тканью, в которой залегают заглоточные лимфоузлы.

Глотка делится на три части: носовую, ротовую и гортанную.

Носовая часть составляет верхний отдел глотки и относится только к дыхательным путям. На боковой стенке носоглотки расположено глоточное отверстие слуховой трубы диаметром 3—4 мм, которое соединяет полость глотки с полостью среднего уха. Кроме того, здесь находятся скопления лимфоидной ткани в виде глоточной и трубной миндалин.

Ротовая часть простирается от нёбной занавески до входа в гортань. Спереди она имеет сообщение с перешейком зева, сзади соответствует III шейному позвонку.

Гортанная часть является нижним отделом глотки и располагается от уровня входа в гортань до перехода глотки в пищевод. На передней стенке этой части находится отверстие, которое ведет в гортань. Оно ограничено вверху надгортанником, с боков — черпалонадгортанными складками, внизу — черпаловидными хрящами гортани.

Пищевод

Пищевод (esophagus) — это цилиндрическая трубка длиной 25—30 см, которая соединяет глотку с желудком. Он начинается на уровне VI шейного позвонка, проходит через грудную полость, диафрагму и впадает в желудок слева от X—XI грудного позвонка. Различают три части пищевода: шейную, грудную и брюшную.

Шейная часть расположена между трахеей и позвоночником на уровне VI шейного и до II грудного позвонков. По бокам шейной части пищевода проходят возвратный гортанный нерв и общая сонная артерия.

Грудная часть пищевода располагается вначале в верхнем, а затем в заднем средостении. На этом уровне пищевод окружают трахея, перикард, грудная часть аорты, главный левый бронх, правый и левый блуждающие нервы.

Брюшная часть пищевода длиной 1—3 см соединяется с кардиальным отделом желудка. В трех местах имеет анатомические

сужения: первое — на уровне VI—VII шейных позвонков; второе — IV—V грудных позвонков; третье — в месте прохода пищевода через диафрагму. Кроме того, различают и два физиологических сужения: аортальное — в месте пересечения пищевода с аортой и каудальное — в месте перехода в желудок.

Желудок

Желудок (ventriculus, gaster) представляет собой расширенную часть пищеварительного тракта, которая служитместилищем для пищи и находится между пищеводом и двенадцатиперстной кишкой.

В желудке различают переднюю и заднюю стенки, малую и большую кривизну, кардиальную часть, дно (свод), тело и пилорическую (привратниковую) часть.

Размеры желудка сильно варьируют в зависимости от телосложения и степени наполнения органа. При среднем наполнении желудок имеет длину 24—26 см, а натошак — 18—20 см. Вместимость желудка взрослого человека составляет в среднем 3 л (1,5—4,0 л).

В состав стенки желудка входят слизистая оболочка, подслизистая основа, мышечная и серозная оболочки.

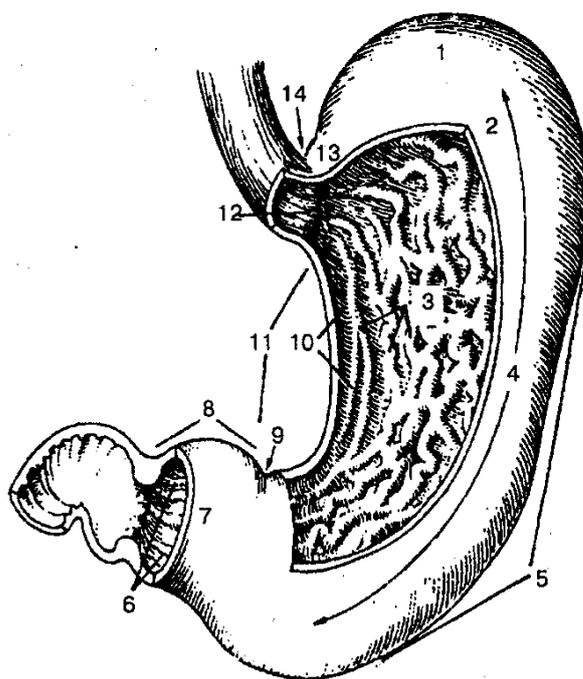


Рисунок 19. Желудок (вскрыт):

1 — дно желудка; 2 — передняя стенка; 3 — складки желудка; 4 — тело желудка; 5 — большая кривизна желудка; 6 — канал привратника; 7 — привратниковая пещера; 8 — привратниковая (пилорическая) часть; 9 — угловая вырезка; 10 — канал желудка; 11 — малая кривизна желудка; 12 — кардиальное отверстие; 13 — кардиальная часть желудка; 14 — кардиальная вырезка

Слизистая оболочка желудка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием, образует множество складок, имеющих разное направление: по малой кривизне — продольное, в области дна и тела желудка — поперечное, косое и продольное. В месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишку находится кольцеобразная складка — заслонка пилоруса (привратника), которая при сокращении сфинктера привратника разграничивает полость желудка и двенадцатиперстной кишки. На слизистой оболочке находятся небольшие возвышения, которые получили название желудочных полей. На поверхности этих полей есть углубления (желудочные ямки), которые представляют устья желудочных желез. Последние выделяют желудочный сок для химической обработки пищи.

Подслизистая основа желудка хорошо развита, содержит густые сосудистые и нервные сплетения.

Мышечная оболочка желудка имеет внутренний косой слой мышечных волокон, средний — круговой слой — представлен круговыми волокнами, наружный — продольными гладкими волокнами. В области привратниковой части желудка круговой слой развит больше, чем продольный, и образует вокруг выходного отверстия *сфинктер привратника*.

Тонкая кишка

Тонкая кишка (intestinum tenue) — самая длинная часть пищеварительного тракта. Здесь происходит дальнейшее переваривание пищи, расщепление всех пищевых веществ под воздействием кишечного сока, сока поджелудочной железы, желчи печени и всасывание продуктов в кровеносные и лимфатические сосуды (капилляры).

Длина тонкой кишки у человека колеблется от 2,2 до 4,5 м. У мужчин она несколько длиннее, чем у женщин. Тонкая кишка имеет форму трубки, которая в поперечнике составляет около 47 мм, а в конце — около 27 мм. Верхней границей тонкой кишки является привратник желудка, а нижней — илеоцекальный клапан в месте входа в слепую кишку.

В тонкой кишке выделяют три отдела: двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. В отличие от двенадцатиперстной тощая и подвздошная кишки имеют брыжейку и рассматриваются как брыжеечная часть тонкой кишки.

Двенадцатиперстная кишка (duodenum) имеет общую длину 17—21 см и является начальным отделом тонкой кишки. В ней выделяют четыре части: верхнюю, нисходящую, горизонтальную и восходящую.

Толстая кишка

Толстая кишка (intestinum crassum) является продолжением тонкого кишечника и конечным отделом пищеварительного тракта. В ней завершается переваривание пищи, формируются и выводятся наружу через анальное отверстие каловые массы.

Расположена толстая кишка в брюшной полости и в полости малого таза; длина ее колеблется от 1 до 1,7 м; диаметр — до 4—8 см. В толстую кишку входят слепая кишка с червеобразным отростком; восходящая, поперечная нисходящая и сигмовидная ободочные кишки; прямая кишка.

Слепая кишка (caecum) имеет длину около 6 см и диаметр 7,0—7,5 см. Она представляет собой начальную расширенную часть толстой кишки ниже места входа подвздошной кишки в толстую. Брюшина покрывает слепую кишку со всех сторон, но не имеет брыжейки. Положение слепой кишки очень вариабельно, она часто может находиться у входа в малый таз. От задней поверхности слепой кишки отходит червеобразный отросток (аппендикс). Последний представляет собой вырост слепой кишки длиной 2—20 см (в среднем 8 см) и диаметром 0,5—1,0 см. Чаще червеобразный отросток расположен в правой подвздошной ямке и может иметь нисходящее, латеральное или восходящее направление. При переходе подвздошной кишки в слепую образуется *илеоцекальное отверстие*, напоминающее горизонтальную щель, ограниченную сверху и снизу двумя складками, которые формируют *илеоцекальный клапан*. Последний предупреждает возвращение содержимого из слепой кишки в подвздошную. Несколько ниже илеоцекального клапана на внутренней поверхности находится отверстие червеобразного отростка.

Восходящая ободочная кишка (colon ascendens) продолжает слепую кишку вверх, расположена в правой боковой области брюшной полости. Дойдя до висцеральной поверхности правой доли печени, кишка резко поворачивает влево и образует правый выгиб ободочной кишки, а затем переходит в поперечную ободочную кишку.

Поперечная ободочная кишка (colon transversum) берет начало от правого изгиба ободочной кишки, идет поперек до левого изгиба ободочной кишки. Сверху к поперечной ободочной кишке, к ее правому изгибу, прилегает печень, а к левому изгибу — желудок и селезенка, снизу — петли тонкой кишки, спереди — передняя брюшная стенка, сзади — двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа. Кишка со всех сторон покрыта брюшиной, имеет брыжейку, при помощи которой прикрепляется к задней стенке брюшной полости.

Нисходящая ободочная кишка (colon descendens) имеет длину 10—30

см, начинается от левого изгиба ободочной кишки и идет вниз до левой подвздошной ямки, где переходит в сигмовидную кишку. Находясь в левом отделе брюшной полости, кишка прилегает к квадратной мышце поясницы, левой почке, подвздошной мышце; справа от кишки находятся петли тощей кишки, слева — левая брюшная стенка; передняя поверхность нисходящей ободочной кишки соприкасается с передней брюшной стенкой. Брюшина покрывает нисходящую ободочную кишку с боков и спереди.

Сигмовидная кишка (colon sigmoideum) находится в левой подвздошной ямке, вверху начинается от уровня гребня подвздошной кости и заканчивается на уровне крестцово-подвздошного сустава, где переходит в прямую кишку. По ходу сигмовидная кишка образует две петли, форма и размер которых могут иметь индивидуальную вариабельность. Длина этой кишки у взрослого человека колеблется от 15 до 67 см. Брюшина покрывает ее со всех сторон и, образовав брыжейку, прикрепляется к задней стенке брюшной полости.

Прямая кишка (rectum) — конечная часть толстой кишки; в ней накапливаются, а затем выводятся из нее каловые массы. Длина прямой кишки в среднем составляет около 15 см, диаметр колеблется от 2,5 до 7,5 см; располагается она в полости малого таза. Сзади нее находятся крестец и копчик, спереди — предстательная железа, мочевого пузыря, семенные пузырьки и ампулы семявыводящих протоков у мужчин, матка и влагалище — у женщин. По ходу прямая кишка образует два изгиба в сагиттальной плоскости: крестцовый, который соответствует кривизне крестца, и промежностный, направленный выпуклостью вперед. На уровне крестца прямая кишка образует расширение — *ампулу*. Узкая часть кишки, проходящая через промежность, называется заднепроходным каналом, который открывается наружным отверстием — задним проходом.

На 6—8-м месяце жизни у ребенка начинают прорезываться временные, или молочные, зубы. Зубы могут появляться раньше или позднее в зависимости от индивидуальных особенностей развития, качества питания. Чаще всего первыми прорезываются средние резцы нижней челюсти, потом появляются верхние средние и верхние боковые; к концу первого года жизни прорезывается обычно 8 зубов. В течение второго года жизни, а иногда и начала третьего года заканчивается прорезывание всех 20 молочных зубов. Молочные зубы нежные и хрупкие, это следует учитывать при организации питания детей.

В 6—7 лет у детей начинают выпадать молочные зубы, и на смену им постепенно растут постоянные зубы. Перед сменой корни молочных зубов рассасываются, после чего они выпадают. Малые коренные и третьи

большие коренные, или зубы мудрости, вырастают без молочных предшественников. Прорезывание постоянных зубов заканчивается к 14 годам. Исключение составляют зубы мудрости, появление которых порой задерживается до 25—30 лет; в 15% случаев они отсутствуют на верхней челюсти вообще.

В связи с тем, что зачатки постоянных зубов находятся под молочными зубами, следует особо обращать внимание на состояние полости рта и зубов у детей школьного и дошкольного возраста.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 7—9 человек из 10 обследованных нуждаются в лечении зубов. И в первую очередь это связано с *кариесом*, возникающим вследствие разрушения эмали. Одной из основных причин повреждения эмали является ее деминерализация под влиянием кислот, которые образуются при распаде остатков пищи.

Наиболее губительное действие на эмаль оказывает молочная кислота — основной продукт брожения углеводов. В дальнейшем происходит уже непосредственное воздействие микробов на деминерализованную эмаль и дентин. В результате происходит распад органических веществ зуба, образуется полость.

Отрицательно сказывается на сохранности эмали резкая смена температуры пищи, и воды, поступающих в полость рта, раскусывание зубами твердых предметов. На кариозный процесс влияет недостаток витаминов (особенно группы В и D), солей кальция, фтора в пище и питьевой воде, отсутствие ультрафиолетовых лучей. Первостепенное значение в механизме кариеса зубов играют микроорганизмы полости рта, главным образом стрептококки. Для предотвращения кариеса необходимы сбалансированное питание, в рацион которого входит достаточное количество кальция, фосфора и фтора, и тщательный уход за зубами.

Уход за зубами прежде всего должен выражаться в обязательном прополаскивании рта кипяченой, слегка тепловатой водой после каждого приема пищи, чтобы по возможности удалить все застрявшие между зубами частицы пищи. Нужно ежедневно вечером перед сном чистить зубы щеткой с зубным порошком или пастой, чтобы более основательно удалить все остатки пищи.

Нельзя давать детям слишком горячую или очень холодную пищу, а также позволять им раскусывать зубами орехи или другие твердые вещества. Это может вызвать повреждение эмали. В школах детям проводят санацию полости рта: поврежденные зубы удаляют или пломбируют, и таким образом предупреждается порча остальных зубов, особенно

постоянных. В настоящее время широко применяют фторопрофилактику кариеса. Это и фторирование питьевой воды, и местное орошение раствором фтористого натрия, и специальные зубные порошки, пасты, эликсиры, содержащие фтор, и, наконец, таблетки с фтором. Сохранность зубов обеспечивает полноценное измельчение пищи, необходимое для ее дальнейшей обработки.

Наряду с измельчением пищи в ротовой полости происходит смачивание ее слюной и начальный гидролиз некоторых пищевых веществ.

В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушные, поднижнечелюстные и подъязычные. Кроме крупных есть мелкие слизистые слюнные железки. Они разбросаны почти по всей слизистой оболочке ротовой полости и языка.

Слюна, содержащая 99% воды, смачивает измельченную пищу. В составе ее органических веществ содержатся ферменты, осуществляющие химическую обработку пищи. Основной из этих ферментов — амилаза — расщепляет сложные углеводы до мальтозы. Расщепление углеводов не заканчивается в ротовой полости, но продолжается в желудке до тех пор, пока пищевой комок не пропитается желудочным соком, так, как ферменты, расщепляющие углеводы, действуют только в щелочной среде. В слюне содержится также слизистое органическое вещество муцин. Он способствует тому, что обработанный в ротовой полости комок становится скользким и легко проходит по пищеводу — мышечной трубке, выстланной внутри слизистой оболочкой. Длина пищевода с возрастом увеличивается. У новорожденных она составляет 10 см, у 5-летних детей — 16 см, у 15-летних — 19 см, у взрослых — 25 см. Слюнные железы функционируют с момента рождения ребенка, но в первые месяцы слюны отделяется мало.

С возрастом количество отделяющейся слюны увеличивается: наиболее заметные сдвиги в слюноотделении отмечаются у детей от 9 до 12 месяцев и от 9 до 11 лет. Всего в сутки у детей отделяется до 800 см³ слюны.

Пищеварение в желудке. Желудок имеет вид изогнутого мешка, вмещающего 1—2 л пищи. В желудке различают вход (кардиальная часть), дно (фундальная часть) и выход (пилорическая, или привратниковая, часть). Привратник открывается в двенадцатиперстную кишку.

Изнутри желудок выстлан слизистой оболочкой, образующей много складок. В толще слизистые оболочки находятся железы, трубчатые по форме. Железы вырабатывают желудочный сок. Различают три типа клеток желудочных желез: главные вырабатывают ферменты желудочного сока, обкладочные — соляную кислоту, добавочные — слизь.

Желудочный сок человека — бесцветная жидкость кислой реакции, с большим содержанием соляной кислоты (0,5%) и слизи. Слизь, вырабатываемая клетками слизистой оболочки желудка, предохраняет ее от механических и химических повреждений. Соляная кислота обладает способностью губительно действовать на бактерии, выполняя тем самым защитную функцию. Под влиянием соляной кислоты активизируется основной фермент желудочного сока пепсин, расщепляющий белки до альбумоз и пептонов. Желудочный сок содержит также фермент, расщепляющий жиры, — липазу. В желудке распадаются на глицерин и жирные кислоты только жиры, находящиеся в состоянии эмульсии (жиры молока). В желудочном соке детей, особенно в период вскармливания их молоком, содержится сычужный фермент — химозин, вызывающий свертывание молока.

Отделение желудочного сока начинается рефлекторно, уже тогда, когда пища попадает в полость рта. Оно может возникнуть и условнорефлекторно. Обычно акт еды начинается с вида и запаха пищи. И. П. Павлов назвал желудочный сок, который начинает выделяться до поступления пищи, аппетитным или запальным. Он подготавливает желудок к перевариванию пищи и является важным условием, облегчающим этот процесс.

Под влиянием различных воздействий отделение желудочного сока может тормозиться. Вид несвежей пищи, неприятный запах ее, неряшливая обстановка, чтение во время еды приводят к торможению желудочной секреции, при этом снижается пищеварительное действие соков и пища усваивается хуже.

Когда пища поступает в желудок, на нее продолжает рефлекторно вырабатываться желудочный сок за счет механического раздражения слизистой оболочки желудка. Важная роль здесь также принадлежит химическим веществам, циркулирующим в крови при пищеварении и гуморальным путем возбуждающим желудочную секрецию. Особенно активны в этом отношении вещества, содержащиеся в мясном бульоне, капустном отваре, отварах рыбы, грибов, овощей.

Кроме того, под влиянием соляной кислоты или продуктов переваривания в слизистой оболочке желудка образуется особый гормон — гастрин, который всасывается в кровь и усиливает секрецию желудочных желез.

С возрастом, как строение, так и функция желудка изменяются. Мышечный слой желудка, способствующий перемешиванию пищи с желудочным соком и ее перемещению по желудку, у детей раннего возраста

развит слабо, в особенности в области дна желудка. Недоразвитие мышечного слоя дна желудка, относительно широкий вход в него у детей грудного возраста часто являются причиной срыгивания и рвоты.

У новорожденных детей железистый эпителий желудка слабодифференцирован, главные клетки еще недостаточно созрели. Процесс клеточной дифференцировки желез желудка у детей завершается в основном к 7 годам, но полного развития они достигают лишь к периоду половой зрелости.

У детей после рождения общая кислотность желудочного сока связана с наличием молочной кислоты. Функция синтеза соляной кислоты развивается в период от 2,5 до 4 лет. В возрасте от 4 до 7 лет общая кислотность желудочного сока в среднем составляет 35,4 единицы, у детей от 7 до 12 лет она равна 63. Относительно низкое содержание соляной кислоты в желудочном соке у детей дошкольного возраста является причиной его низких бактерицидных свойств и в значительной мере проявляется в склонности детей к желудочно-кишечным заболеваниям. Недостаток соляной кислоты в детском возрасте компенсируется усиленным выделением гормона гастрин, стимулирующего секрецию пепсина. Доказано, что к 8 годам концентрация гастрин снижается почти вдвое, однако, и в 15 лет она еще значительно выше, чем у взрослого.

В составе желудочного сока новорожденного ребенка есть ферменты пепсин, химозин, липаза, молочная кислота и связанная соляная кислота. В связи с низкой кислотностью желудочного сока пепсин у новорожденных детей способен расщеплять лишь белки, входящие в состав молока. Активность фермента химозина, створаживающего молоко, резко повышается к концу первого года жизни — до 256—512 единиц (по сравнению с 16—32 единицами в первый месяц жизни ребенка). Находящийся в составе желудочного сока грудных детей фермент липаза расщепляет до 25% жира молока. Однако, следует заметить, что жир материнского молока расщепляется не только желудочной липазой, но и липазой самого материнского молока. Поэтому расщепление жира в желудке детей, вскармливаемых искусственно, всегда более медленное, чем при грудном вскармливании. В коровьем молоке липазы мало. С возрастом ребенка активность липазы нарастает от 10—12 до 35—40 единиц.

Количество желудочного сока, его кислотность и переваривающая сила зависят от рода пищи (так же как и у взрослого человека). При питании грудным молоком выделяется желудочный сок с низкой кислотностью и переваривающей силой. С возрастом, по мере становления желудочной

секреции, наиболее кислый сок отделяется на мясо, затем на хлеб и наименьшей кислотностью отличается сок на молоко.

От характера пищи зависит время переваривания ее в желудке. Так, у детей грудного возраста при правильном грудном вскармливании желудок освобождается от пищи через 2,5—3 ч, при питании коровьим молоком — через 3—4 ч. Пища, содержащая значительные количества белков и жиров, задерживается в желудке 4,5—6,5 ч.

Роль печени и поджелудочной железы в пищеварении. Частично переварившееся содержимое желудка в виде пищевой кашицы, пропитанной кислым желудочным соком, перемещается движениями мускулатуры желудка к его пилорическому отделу, а оттуда порциями поступает в начальный отдел тонкого кишечника — двенадцатиперстную кишку. Здесь пищевая масса обрабатывается соком двух основных пищеварительных желез — *печени* и *поджелудочной железы* и соком мелких кишечных желез. Под влиянием содержащихся в них ферментов происходит наиболее интенсивная химическая переработка белков, жиров и углеводов, которые, подвергаясь дальнейшему расщеплению, доводятся в двенадцатиперстной кишке до такого состояния, что могут всасываться и усваиваться организмом.

Сок, выделяемый поджелудочной железой — бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции. В нем есть фермент трипсин, расщепляющий белковые вещества до аминокислот; трипсин вырабатывается в неактивной форме клетками железы и активируется ферментом кишечного сока; содержащийся в соке фермент липаза активируется желчью, поступающей из печени и желчного пузыря, и, действуя на жиры, превращает их в глицерин и жирные кислоты. Ферменты амилаза и мальтаза превращают сложные углеводы в моносахариды типа глюкозы. Отделение поджелудочного сока продолжается 6—14 ч и зависит от состава и свойств принятой пищи.

Относительная величина массы поджелудочной железы значительно увеличивается в возрасте от 1 года до 8 лет. Изменяется и ее секреторная функция. Активность белковых ферментов находится на довольно высоком уровне уже у грудного ребенка, далее она постепенно увеличивается, достигая максимума к 4—6 годам. Активность липазы увеличивается к концу первого года жизни и остается высокой до 9-летнего возраста. Активность ферментов, расщепляющих углеводы, на протяжении первого года жизни увеличивается в 3—4 раза, а максимальных значений достигает к 9 годам.

В процессах переваривания пищевых веществ в двенадцатиперстной кишке важнейшую роль играет желчь. Желчь, во-первых, переводит в активное состояние липазу, вырабатываемую клетками поджелудочной железы, и активизирует другие ферменты; во-вторых, желчь эмульгирует жиры, превращая их во взвесь мелких капелек (эмульгированные жиры легче перевариваются), в-третьих, желчь активно влияет на процессы всасывания в тонкой кишке; в-четвертых, желчь способствует усилению отделения сока поджелудочной железы. Выделение желчи печенью происходит с первого дня жизни ребенка. Количество желчи в раннем возрасте вполне достаточно для переваривания основного пищевого продукта — молока, содержащего эмульгированный жир, с возрастом желчеотделение усиливается. Содержание желчных кислот в печеночной желчи очень высоко в первые дни после рождения, в дошкольном и младшем школьном возрастах оно снижается, у взрослых содержание желчных кислот вновь резко повышается. В процессе развития ребенка увеличивается способность желчного пузыря концентрировать желчь.

Всасывание и моторная функция кишечника. Из двенадцатиперстной кишки, в основном переварившиеся, пищевые вещества поступают в тонкий кишечник, откуда в подвздошную кишку. В тонком кишечнике продолжается переваривание питательных веществ, находящихся в химусе. В составе кишечного сока обнаружено свыше 20 ферментов, способных катализировать расщепление пищевых веществ. Однако, основной функцией тонкого кишечника является всасывание. Ферментативная обработка пищи в толстой кишке весьма незначительна. В толстой кишке живут многочисленные бактерии. Одни из них расщепляют растительную клетчатку, так как в пищеварительных соках человека нет ферментов для ее переваривания. В толстой кишке синтезируются бактериями витамин К и некоторые витамины группы В. Хотя всасывание происходит и в других отделах пищеварительного тракта, например, в желудке хорошо всасывается алкоголь, частично глюкоза, в толстом кишечнике вода, именно в тонком кишечнике, строение которого приспособлено к этой функции, осуществляются основные процессы всасывания пищевых веществ.

Внутренняя поверхность кишки человека имеет многочисленные складки и достигает 0,65—0,70 м². Она увеличивается за счет пальцевидных выступов — ворсинок: на площади 1 см² располагается 2000—3000 ворсинок. Благодаря наличию ворсинок площадь внутренней поверхности кишечника увеличивается до 4—5 м², т. е. в 2—3 раза превышает поверхность тела человека. Эпителий ворсинок, в свою очередь, имеет

многочисленные выросты— микроворсинки, что еще более увеличивает всасывающую поверхность тонкой кишки.

Всасывание — сложный физиологический процесс, происходящий главным образом за счет активной работы клеток кишечного эпителия.

Белки всасываются в кровь в виде водных растворов аминокислот. В связи с тем, что для детей характерна повышенная проницаемость кишечной стенки, в небольшом количестве у них из кишечника всасываются натуральные белки молока, яичный белок. Избыточное поступление в организм ребенка нерасщепленных белков приводит к разного рода кожным высыпаниям, зуду и другим неблагоприятным явлениям. В связи с тем, что проницаемость кишечной стенки у детей повышена, чужеродные вещества и кишечные яды, образующиеся в процессе гниения пищи, продукты неполного переваривания могут попадать из кишечника в кровь, вызывая разного рода токсикозы, хотя часть этих вредных продуктов обезвреживается в печени, выполняющей барьерную функцию.

Углеводы всасываются в кровь, главным образом, в виде глюкозы. Жиры всасываются преимущественно в лимфу в виде жирных кислот и глицерина. В толстом кишечнике в основном всасывается вода, однако возможно и всасывание углеводов, что используется в клинике при необходимости искусственного питания (клизмы).

Важной функцией кишечника является его моторика. За счет моторной деятельности кишечника происходит перемешивание пищевой кашицы с пищеварительными соками, ее продвижение по кишке, а также повышение внутрикишечного давления, что способствует всасыванию некоторых компонентов из полости кишки в кровь и лимфу.

Моторика осуществляется продольными и кольцевыми мышцами кишечника, сокращения которых вызывают два типа кишечных движений — сегментацию и перистальтику. Сегментация или кольцеобразные сокращения повторяются через определенные интервалы времени (около 10 раз в минуту). Участки сокращения сменяются участками расслабления, и наоборот. Таким образом, пищевые массы, двигаясь взад и вперед, перемешиваются. Перистальтические движения распространяются медленными волнами (1—2 см/с) вдоль кишечника по направлению от полости рта и способствуют проталкиванию пищи.

Мышечный слой кишечника и его эластические волокна развиты у детей менее, чем у взрослых. В связи с этим перистальтика у детей слабее. Этим отчасти объясняется склонность к запорам у детей.

У детей кишечник относительно длиннее, чем у взрослых. У взрослого человека длина кишечника превышает длину его тела в 4—5 раз, а у

грудного ребенка — в 6 раз. Особенно интенсивно кишечник растет в длину от 1 до 3 лет в связи с переходом от молочной пищи к смешанной и от 10 до 15 лет.

2. Обмен веществ и энергии

Обмен веществ и энергии — основа процессов жизнедеятельности организма. Обмен веществ — характерный признак всех живых существ. Без обмена веществ жизнь невозможна. В организме человека, его органах, тканях, клетках непрерывно образуются, разрушаются, обновляются клеточные структуры и различные сложные химические соединения.

Для построения новых клеток организма, их непрерывного обновления, для работы таких органов, как мозг, сердце, желудочно-кишечный тракт, дыхательный аппарат, почки и т. д., а также для совершения человеком работы нужна энергия. Эту энергию человек получает в процессе обмена веществ.

Источником энергии, необходимой для жизни, служат питательные вещества, поступающие в организм.

Анаболизм и катаболизм. В процессе обмена веществ происходят два противоположных и взаимосвязанных процесса; анаболизм и катаболизм. *Анаболизмом* называют реакцию биологического синтеза сложных молекул основных биологических соединений, специфичных для данного организма, из простых компонентов, поступающих в клетки организма. Например, из аминокислот в процессе анаболизма образуются сложные полипептиды, или белки. Анаболизм является основой для построения структур, идущих на восстановление отмирающих клеток, формирования новых тканей в процессе роста организма, для синтеза клеточных соединений, необходимых для жизнедеятельности клеток. Анаболизм требует затраты энергии.

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

Соотношение процессов анаболизма и катаболизма определяет три различных состояния: динамическое равновесие, рост, частичное разрушение структур тела (рис. 34). При динамическом равновесии, когда процессы анаболизма и катаболизма уравновешены, общее количество ткани не изменяется. Превалирование анаболических процессов приводит к

накоплению ткани, происходит рост организма; преобладание катаболизма над анаболизмом приводит к разрушению ткани, уменьшению массы организма — его истощению. У взрослых обычно при нормальном состоянии организма анаболические и катаболические процессы находятся в состоянии равновесия.

Основные этапы обмена веществ в организме. Химические превращения пищевых веществ начинаются в пищеварительном тракте. Здесь сложные вещества пищи расщепляются до более простых, способных всосаться в кровь или лимфу. Вещества, поступившие в результате всасывания в кровь или лимфу, приносятся в клетки, где и претерпевают основные изменения. Образовавшиеся сложные органические вещества входят в состав клеток и принимают участие в осуществлении их функций. Превращения веществ, происходящие внутри клеток, составляют существо *внутриклеточного* или *промежуточного*, обмена.

Решающая роль во внутриклеточном обмене принадлежит многочисленным ферментам клетки. Ферменты представляют собой белки, которые действуют как органические катализаторы; сами ферменты в реакциях не участвуют, однако, благодаря их деятельности с веществами клетки происходят сложные превращения, разрываются внутримолекулярные химические связи в них, что приводит к высвобождению энергии.

Особое значение здесь приобретают реакции окисления и восстановления. При участии специальных ферментов осуществляются и другие типы химических реакций в клетке: таковы реакции переноса остатка фосфорной кислоты (фосфорилирование), аминогруппы NH_2 (переаминирование), группы метила CH_3 (транسمетилирование) и др. Освобождающаяся при этих реакциях энергия используется для построения новых веществ в клетке, на поддержание жизнедеятельности организма.

Конечные продукты внутриклеточного обмена частично идут на построение новых веществ клетки, а не используемые клеткой вещества удаляются из организма в результате деятельности органов выделения.

Энергетический метаболизм клеток (образование и превращение энергии) происходит главным образом в митохондриях. В жидкой части клетки — цитоплазме растворены вещества, служащие источником обменных процессов. Основным аккумулятором и переносчиком энергии, используемой при синтетических процессах, является аденозинтрифосфорная кислота (АТФ).

Большая часть энергии, высвобождаемой при катаболических процессах, образуется в митохондриях при участии кислорода —

это *аэробные реакции*. Кроме аэробных реакций в организме происходят *анаэробные реакции*, не требующие кислорода, они чаще происходят в цитоплазме клеток. Анаэробные процессы наиболее характерны для мышечной ткани.

Возрастные особенности обменных процессов

Основной обмен. Энергетические затраты организма в условиях покоя, связанные с поддержанием минимального, необходимого для жизнедеятельности клеток уровня обменных процессов, называют *основным обменом*. Основной обмен определяют у человека в состоянии мышечного покоя — лежа, натощак, т. е. через 12—16 ч после еды, при температуре окружающей среды 18—20°C (температура комфорта). У человека среднего возраста основной обмен составляет 4187 Дж на 1 кг массы в час. В среднем это 7140—7560 тыс. Дж в сутки. Для каждого человека величина основного обмена относительно постоянна. Основной обмен у детей интенсивнее, чем у взрослых. У детей 8—9 лет основной обмен в 2—2,5 раза больше, чем у взрослого.

Динамика основного обмена с возрастом тесно связана с энергетическими затратами на рост. Энергетические затраты на рост тем больше, чем моложе ребенок. Так, расход энергии, связанный с ростом, в возрасте 3 месяцев составляет 36%, в возрасте 6 месяцев —26%, 10 месяцев —21 % общей энергетической ценности пищи.

В дошкольном и младшем школьном возрастах отмечается четкое соответствие интенсивности снижения основного обмена и динамики ростовых процессов: чем больше скорость относительного роста, тем значительнее изменения обмена покоя (рис. 35).

Величина основного обмена у девочек несколько ниже, чем у мальчиков. Это различие начинает проявляться уже во второй половине первого года жизни.

По изменению темпов ростовых процессов и интенсивности обмена девочки опережают мальчиков примерно на год.

Энергетическое обеспечение мышечной деятельности. Энергетика мышечного сокращения и ее возрастные особенности определяются соотношением различных источников энергии (аэробных и анаэробных). Анаэробные источники энергии в мышцах самые мощные, но очень быстро истощаются, они могут обеспечить работу продолжительностью не более 2—2,5 мин. Аэробные источники в мышцах более ограничены по мощности, но могут быть использованы при работе умеренной интенсивности в течение длительного времени.

Развитие мышечной энергетики в течение первых лет жизни идет за счет увеличения аэробных возможностей. Переломным этапом их формирования является возраст 6 лет, что связано с усилением развития митохондриального аппарата скелетных мышц. Возможности аэробных механизмов увеличиваются в младшем школьном возрасте, в особенности к 9—11 годам, что обеспечивает повышение естественной двигательной активности ребенка и развитие двигательных качеств. В 12 лет наступает новый переломный период в развитии энергетики мышечного сокращения, связанный с возрастающей активностью гликолитических ферментов. Изменения энергетики мышечного сокращения обеспечивают увеличение физической работоспособности, абсолютные показатели которой возрастают. Чем тяжелее мышечная работа, тем больше энергии тратит человек. У школьников подготовка к уроку, урок в школе требуют энергии на 20—50% выше энергии основного обмена.

При ходьбе затраты энергии на 160%—170% превышают основной обмен. При беге, подъеме по лестнице затраты энергии превышают основной обмен в 3—4 раза.

Тренировка организма значительно сокращает расход энергии на выполняемую работу. Это связано с уменьшением числа двигательных единиц, принимающих участие в работе, а также с изменением дыхания и кровообращения.

При механизации труда в сельском хозяйстве и промышленности, внедрении машинной техники затраты энергии работающими людьми снижаются. При умственном труде энергетические затраты ниже, чем при физическом.

У людей разных профессий затраты энергии различны.

Относительная величина общего суточного расхода энергии с возрастом уменьшается — с момента рождения и до взрослого состояния примерно в 3 раза.

Обмен белков и изменение с возрастом потребности организма в белках.

Белки в обмене веществ занимают особое место. Ф. Энгельс так оценил эту роль белков: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что и приводит к разложению белка». И действительно, везде, где есть жизнь, находится белок — сложное вещество, в состав которого входит азот. Ни жиры, ни углеводы азота не содержат, поэтому белки нельзя заменить никакими другими веществами.

Белки входят в состав цитоплазмы, гемоглобина, плазмы крови, многих гормонов, иммунных тел, поддерживают постоянство водно-солевой среды организма. Без белков нет роста. Ферменты, обязательно участвующие во всех этапах обмена веществ— белки.

Продукты расщепления белков в пищеварительном тракте — аминокислоты всасываются в кровь, из этих аминокислот синтезируются белковые структуры организма. Аминокислоты, идущие на построение белков организма, неравноценны. Некоторые аминокислоты (лейцин, метионин, фенилаланин и др.) незаменимы для организма. Если в пище отсутствует незаменимая аминокислота, то синтез белков в организме резко нарушается. Но есть аминокислоты, которые могут быть заменены другими или синтезированы в самом организме в процессе обмена веществ. Это заменимые аминокислоты.

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.

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

В настоящее время достаточно изучен аминокислотный состав белков различных органов и тканей человека и пищевых продуктов. Поэтому имеется возможность так комбинировать продукты питания, чтобы человек получал в пищевом рационе все жизненно необходимые аминокислоты в нужных количествах и сочетаниях.

В организме ребенка идут интенсивно процессы роста и формирования новых клеток и тканей. Это требует поступления в детский организм относительно большего количества белка, чем у взрослого человека. Чем интенсивнее идут процессы роста, тем больше потребность в белке.

Суточная потребность в белке на 1 кг массы тела у ребенка на первом году жизни составляет 4—5 г, от 1 до 3 лет — 4—4,5 г, от 6 до 10 лет —

2,5—3 г, старше 12 лет — 2—2,5 г, у взрослых -1,5—1,8 г. Следовательно, в зависимости от возраста и массы дети от 1 до 4 лет должны получать в сутки белка 30—50 г, от 4 до 7 лет — около 70 г, с 7 лет — 75—80 г. 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, следовательно, нарастания синтеза белка не произойдет. При этом у ребенка ухудшается аппетит, нарушается кислотно-щелочное равновесие, усиливается выведение азота с мочой и калом. Ребенку нужно давать оптимальное количество белка, с набором всех необходимых аминокислот.

Большая часть азота, поступающего в организм с белковой пищей, выделяется с мочой. С возрастом содержание азота в моче уменьшается.

Особенности жирового обмена в детском возрасте. Поступивший с пищей жир в пищеварительном тракте расщепляется на глицерин и жирные кислоты, которые всасываются в основном в лимфу и лишь частично в кровь. В организме из этих веществ, а также из продуктов обмена углеводов и белков, синтезируется жир, который используется организмом прежде всего как богатый источник энергии. При распаде жира выделяется в 2 раза больше энергии, чем при распаде равного количества белков и углеводов. Кроме того, жир является обязательной составной частью клеточных структур: цитоплазмы, ядра и клеточной мембраны, особенно нервных клеток. Неизрасходованный в организме жир откладывается в запас в виде жировых отложений.

Некоторые непредельные жирные кислоты, необходимые организму (линолевая, линоленовая и арахидоновая), должны поступать в организм в готовом виде, так как он не способен их синтезировать. Содержатся непредельные жирные кислоты в растительных маслах. Больше всего их в льняном и конопляном масле, но много линолевой кислоты и в подсолнечном масле. Этим объясняется высокая питательная ценность маргарина, в котором содержится значительное количество растительных жиров.

С жирами в организм поступают растворимые в них витамины (витамины А, D, Е и др.), имеющие для человека жизненно важное значение. На 1 кг массы взрослого человека в сутки должно поступать с пищей 1,25 г жиров (80—100 г в сутки).

Конечные продукты обмена жиров — углекислый газ и вода.

В организме ребенка 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 старших детей жиры усваиваются на 95-97%.

Для лучшего использования жира в пище детей должно быть достаточно и углеводов, так как при дефиците углеводов в питании происходит неполное окисление жиров и в крови накапливаются кислые продукты обмена.

Потребность организма в жирах на 1 кг массы тела тем выше, чем меньше возраст ребенка. С возрастом увеличивается абсолютное количество жира, необходимое для нормального развития детей.

Обмен углеводов и его возрастные особенности. Углеводы являются основным источником энергии. Наибольшее количество углеводов содержится в злаках, картофеле. Богаты углеводами также овощи и фрукты. Расщепившись в пищеварительном тракте до глюкозы, углеводы всасываются в кровь и усваиваются клетками организма. Неиспользуемая глюкоза в печени синтезируется в гликоген — полисахарид, откладывающийся в печени и мышцах и являющийся резервом углеводов в организме. При отсутствии углеводов в пище они могут вырабатываться из продуктов распада белков и жиров. Особенно чувствительной к снижению уровня глюкозы в крови (глипогликемии) является центральная нервная система. Уже незначительное снижение сахара в крови вызывает слабость, головокружение, при значительном падении углеводов наступают разные вегетативные расстройства, судороги, потеря сознания.

Распад углеводов с освобождением энергии может идти как в бескислородных условиях, так и в присутствии кислорода. Конечные продукты обмена углеводов — углекислый газ и вода.

Углеводы обладают способностью быстро распадаться и окисляться. Быстрота распада глюкозы и возможность быстрого извлечения и переработки ее резерва — гликогена создают условия для экстренной мобилизации энергетических ресурсов при резком эмоциональном возбуждении, интенсивных мышечных нагрузках.

При сильном утомлении во время продолжительных спортивных соревнований прием нескольких кусочков сахара улучшает состояние организма.

Значение глюкозы для организма не исчерпывается ее ролью как источника энергии. Она входит в состав нуклеиновых кислот, в состав

цитоплазмы и, следовательно, необходима для образования новых клеток, особенно в период роста.

В детском организме, в период его роста и развития, углеводы выполняют не только роль основных источников энергии, но и важную пластическую роль при формировании клеточных оболочек, вещества соединительной ткани. Углеводы участвуют в окислении 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 у детей образование углеводов из белков и жиров ограничено.

Суточная потребность в углеводах у детей высокая и составляет в грудном возрасте 10—12 г на 1 кг массы тела. В последующие годы потребное количество углеводов колеблется от 8—9 до 12—15 г на 1 кг массы. От 1 до 3 лет в сутки ребенку надо дать с пищей в среднем 193 г углеводов, от 4 до 7 лет — 287 г, от 9 до 13 лет — 370 г, от 14 до 17 лет — 470 г, взрослому — 500 г.

Водно-солевой обмен. Значение воды и минеральных солей в процессе роста и развития ребенка. Хотя ни вода, ни минеральные соли не являются источниками энергии, их поступление и выведение из организма является условием его нормальной жизнедеятельности. Ведь все превращения веществ в организме совершаются в водной среде. Вода растворяет пищевые вещества, поступившие в организм вместе с минеральными веществами, она принимает участие в построении клеток и во многих реакциях обмена. Вода и минеральные соли являются основной составной частью плазмы крови, лимфы и тканевой жидкости, создают в основном внутреннюю среду организма. Вода участвует в регуляции температуры тела, испаряясь, она предохраняет тело от перегрева. Все пищеварительные соки содержат воду и минеральные соли. Вода составляет большой процент массы тела (у взрослого человека примерно 65%, у детей 75—80%). Особенно велико содержание воды в крови (92%). Человек без воды может существовать значительно меньше времени, чем без пищи, — всего несколько дней. При нормальной температуре окружающей среды и нормальном пищевом режиме потребность воды у взрослого человека составляет 2—2,5 л. Это количество воды поступает из следующих источников: 1) воды, потребляемой при питье (около 1 л); 2) воды, содержащейся в пище (около 1 л); 3) воды, которая образуется в организме при обмене белков, жиров и углеводов (300—350 см³).

Основные органы, удаляющие воду из организма — почки, потовые железы, легкие и кишечник. Почками за сутки из организма удаляется 1,2—1,5 л воды в составе мочи. Потовыми железами через кожу в виде пота удаляется 500—700 см³ воды в сутки. При нормальной температуре и влажности воздуха на 1 см² кожного покрова каждые 10 мин выделяется около 1 мг воды.

Легкими в виде водяных паров выводится 350 см³ воды. Это количество резко возрастает при углублении и учащении дыхания, и за сутки тогда может выделиться 700—800 см³ воды.

Через кишечник с калом выводится в сутки 100—150 см³ воды. При расстройстве деятельности кишечника может выводиться большее количество воды (при поносе), что приводит к обеднению организма водой. Для нормальной деятельности организма важно, чтобы поступление воды в организм полностью покрывало расход ее.

Если воды выводится из организма больше, чем поступает в него, возникает чувство жажды. Отношение количества потребленной воды к количеству выделенной составляет *водный баланс*. Организм ребенка быстро теряет и быстро накапливает воду. Потребность в воде на 1 кг массы тела с возрастом уменьшается, а абсолютное количество ее возрастает. Трехмесячному ребенку требуется 150—170 г воды на 1 кг массы, в 2 года — 95 г, в 12—13 лет — 45 г. Суточная потребность в воде у годовалого ребенка 800 мл, в 4 года — 950—1000 мл, в 5—6 лет — 1200 мл, в 7—10 лет — 1350 мл, в 11—14 лет — 1500 мл.

Организм нуждается в постоянном поступлении минеральных солей. Минеральные вещества необходимы для нормального функционирования организма. Так, с наличием минеральных веществ, содержащих натрий, калий, хлор, связано явление возбудимости — одно из основных свойств живого организма. Рост и развитие костей, мышц зависят от содержания минеральных веществ. Они определяют реакцию крови (рН), способствуют нормальной деятельности сердца и нервной системы, используются для образования гемоглобина (железо), соляной кислоты желудочного сока (хлор). Минеральные соли создают столь необходимое для жизнедеятельности клеток определенное осмотическое давление.

У новорожденного минеральные вещества составляют 2,55% от массы тела, у взрослого — 5%. Они оказывают большое влияние на развитие ребенка. С кальциевым и фосфорным обменом связаны рост костей, сроки окостенения хрящей и состояние окислительных процессов в организме. Кальций влияет на возбудимость нервной системы, сократимость мышц, свертываемость крови, белковый и жировой обмен в организме. Фосфор

нужен не только для роста костной ткани, но и для нормального функционирования нервной системы, большинства железистых и других органов.

Наибольшая потребность в кальции отмечается на первом году жизни ребенка: в этом возрасте она в 8 раз больше, чем на втором году жизни, и в 13 раз больше, чем на третьем году. Затем потребность в кальции снижается, несколько повышаясь в период полового созревания. Суточная потребность в кальции у школьников 0,68—2,36 г, суточная потребность в фосфоре 1,5—2,0 г.

Оптимальное соотношение между концентрацией солей кальция и фосфора для детей дошкольного возраста составляет 1:1, в возрасте 8—10 лет—1:1,5, у подростков и старших школьников— 1:2. При таких отношениях развитие скелета протекает нормально. В молоке имеется идеальное соотношение солей кальция и фосфора, поэтому включение молока в рацион питания детей обязательно.

Потребность в железе у детей выше, чем у взрослых (1 —1,2 мг на 1 кг массы в сутки, а у взрослых — 0,9 мг). Натрия дети должны получать 25—40 мг в сутки, калия—12—30 мг, хлора — 12—15 мг.

Витамины и их значение. Витамины — органические соединения, совершенно необходимые для нормального функционирования организма. Витамины входят в состав многих ферментов. Это объясняет важную роль витаминов в обмене веществ. Витамины способствуют действию гормонов, а также повышению сопротивляемости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды (инфекция, действие высокой и низкой температуры и т.д.). Они необходимы для стимулирования роста, восстановления тканей и клеток после травм и операций.

В отличие от ферментов и гормонов, большинство витаминов не образуется в организме человека. Главным их источником являются овощи, фрукты и ягоды. Содержатся витамины также в молоке, мясе, рыбе. Витамины требуются в очень небольших количествах, но их недостаточность или отсутствие в пище нарушает образование соответствующих ферментов.

Авитаминоз — отсутствие определенных витаминов вызывает специфические нарушения в организме и тяжелые заболевания. Для нормальной жизнедеятельности организма, его роста и развития необходимы следующие витамины:

Витамин В₁ (тиамин, аневрин) содержится в лесных орехах, неочищенном рисе, хлебе грубого помола, ячменной и овсяной крупах, особенно много его в пивных дрожжах и печени.

При отсутствии в пище витамина В1 развивается заболевание бери-бери. Больной теряет аппетит, быстро утомляется, постепенно появляется слабость в мышцах ног. Затем наступает потеря чувствительности в мышцах ног, поражение слухового и зрительного нервов, гибнут клетки продолговатого и спинного мозга, наступает паралич конечностей. Без своевременного лечения наступает смерть.

Витамин В₂ (рибофлавин) содержится в хлебе, гречневой крупе, молоке, яйцах, печени, мясе, томатах.

У человека первым признаком отсутствия этого витамина является поражение кожи (в области губ чаще всего). Появляются трещины, которые мокнут и покрываются темной коркой. Позднее развивается поражение глаз и кожи, сопровождающееся отпадением ороговевших чешуек. В дальнейшем могут развиваться злокачественное малокровие, поражение нервной системы, внезапное падение кровяного давления, судороги, потеря сознания.

Витамин РР (никотинамид) содержится в зеленых овощах, моркови, картофеле, горохе, дрожжах, гречневой крупе, ржаном и пшеничном хлебе, молоке, мясе, печени.

При авитаминозе РР отмечается чувство жжения во рту, обильное слюноотечение и поносы. Язык становится малиново-красным. На руках, шее, лице появляются красные пятна. Кожа становится грубой и шероховатой, отчего заболевание получило название «пеллагра» (по-итальянски *pellagra* — шершавая кожа). При тяжелом течении болезни ослабевают память, развиваются психозы и галлюцинации.

Витамин В₁₂ (цианкобаламин) у человека синтезируется в кишечнике. Содержится в почках, печени млекопитающих и рыб. При его недостатке в организме развивается злокачественное малокровие, связанное с нарушением образования эритроцитов.

Витамин С (аскорбиновая кислота) широко распространен в природе в овощах, фруктах, хвое, в печени. Хорошо сохраняется аскорбиновая кислота в квашеной капусте. В 100 г хвои содержится 250 мг витамина С, а в 100 г шиповника — 150 мг.

Недостаток витамина С вызывает заболевание цингой. Обычно болезнь начинается с общего недомогания, угнетенности. Кожа приобретает грязновато-серый оттенок, десны кровоточат, выпадают зубы. На теле появляются темные пятна кровоизлияний, некоторые из них изъязвляются и причиняют резкую боль. Раньше цинга уносила много человеческих жизней.

Витамин А (ретинол, аксерофтол) в организме человека образуется из распространенного природного пигмента каротина, находящегося в больших количествах в свежей моркови, помидорах, салате, абрикосах, рыбьем жире, сливочном масле, печени, почках, желтке яиц.

При недостатке витамина А замедляется рост детей, развивается «куриная слепота», т. е. резкое падение остроты зрения при неярком освещении, приводящее в тяжелых случаях к полной, необратимой слепоте.

Витамин D (эргокальциферол) содержится в желтках, коровьем молоке, рыбьем жире. Одной из наиболее распространенных болезней детского возраста, в некоторых странах поражающей более половины детей в возрасте до 5 лет, является рахит. При рахите нарушается процесс формирования костей, кости черепа становятся мягкими и податливыми, конечности искривляются. На размягченных участках черепа образуются гипертрофированные теменные и лобные бугры. Вялые, бледные, с неестественно большой головой, коротким телом, большим животом и кривыми ногами, такие дети резко отстают в развитии.

Отсутствие или недостаток в организме витамина D вызывает тяжелые нарушения.

3. Питание учащихся и гигиенические требования к его организации

Питательные вещества и пищевые продукты. Жизнь всякого организма связана с непрерывным расходом веществ, входящих в его состав. Нормальная жизнедеятельность организма возможна только тогда, когда весь этот расход компенсируется веществами, поступающими с пищей. Если это условие не соблюдается, то организм человека начинает жить за счет веществ, имеющихся у него в запасе, а также входящих в состав клеток его органов.

Источником механической и тепловой энергии служит химическая энергия, выделяющаяся при непрерывном окислении органических веществ в организме. Источником же этих органических веществ служат питательные вещества.

К питательным веществам относят белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и воду. Эти вещества организм получает в виде пищевых продуктов (мясо, молоко, хлеб, крупа, овощи и др.).

Энергия пищевых веществ. К настоящему времени сложилась концепция сбалансированного питания. Согласно этой концепции количество потребляемой пищи должно соответствовать энергетическим затратам человека. Иными словами, в питании должен постоянно соблюдаться определенный энергетический баланс.

Энергетическая ценность 1 г белка 17,17 кДж (4,1 ккал), 1 г жира — 38,94 кДж (9,3 ккал), 1 г углеводов — 17,17 кДж (4,1 ккал). Зная энергетическую ценность принятых с пищей белков, жиров и углеводов, суточный расход энергии, можно рассчитать калорийность пищевого рациона человека, что важно при организации полноценного питания. Для этого пользуются специальными таблицами, где указано процентное содержание в пищевых продуктах белков, жиров и углеводов и энергетическая ценность 100 г продукта.

Нормы питания. При составлении пищевого рациона обычно учитывают калорийность принимаемой пищи, суточный расход энергии, пол, возраст и другие особенности организма (состояние после болезни, усиленная мышечная работа и др.). Однако, этого недостаточно для организации полноценного питания.

Для организма важно, чтобы в принимаемой пище были все необходимые пищевые вещества (белки, жиры, углеводы, вода, минеральные соли, витамины). Важно и соотношение пищевых веществ в рационе. Для детей младшего школьного возраста наилучшим считается соотношение белков к жирам и углеводам как 1:1:6, для детей более раннего возраста как 1:2:3, для взрослых как 1:1:4; при этих условиях азот максимально задерживается организмом.

Физиологические нормы потребности детей и подростков в питательных веществах приведены в таблице.

Таблица 2: Физиологические нормы потребности детей и подростков в питательных веществах (г. в сутки)

Возраст, лет	Пол	Наименование пищевых веществ				
		Белки		Жиры		Углеводы
		все	животные	все	растительные	
6		68	44	68	10	272
7—10		79	47	79	16	315
11—13	Мальчики	93	56	93	19	370
	Девочки	85	51	85	17	340
14—17	Юноши	100	60	100	20	400
	Девушки	90	54	90	18	360

Учитывая особую роль белков для организма и то обстоятельство, что их нельзя заменить никакими другими питательными веществами, поступление в организм с пищей белка не только в достаточном количестве, но и полноценного по качеству, по его аминокислотному составу — необходимое условие нормального роста и развития организма ребенка.

Белки животного происхождения считаются полноценными, так как входящие в них аминокислоты более близки к аминокислотам, из которых строятся белки организма человека. Однако, не следует удовлетворять потребность организма в белках только за счет пищи животного происхождения, ибо белки растительного происхождения также имеют существенное значение для организма человека.

Белки большинства круп в комбинации с другими продуктами, особенно с продуктами животного происхождения, образуют смесь аминокислот, близких к белкам человеческого тела. Так, гречневая крупа содержит белок, в котором мало некоторых важных для организма аминокислот. Употребление гречневой каши с молоком восполняет этот недостаток.

Огромна роль природных белков и самих по себе аминокислот в стимулировании иммунитета. Так, 9 аминокислот (аспарагиновая кислота, аспарагин, глутаминовая кислота, цистин, серин, треонин, триптофан, аланин, валин) усиливают иммунитет (выработку антител, производство Т-лимфоцитов). Наибольшим действием обладает аспарагиновая кислота.

Белки животного происхождения в питании детей 6—17 лет должны составлять несколько больше половины от установленной физиологической нормы потребления белка.

Наличие жира в пище увеличивает ее калорийность. Благодаря этому оказывается возможным уменьшение объема необходимой пищи и значительное снижение затрат энергии на процессы пищеварения. Присутствие жира в пище делает ее более вкусной, создает ощущение сытости, ограничивает распад белка в организме. Некоторые жироподобные вещества — липоиды, содержащие в своем составе и фосфор, имеют большое значение для деятельности нервной системы.

Жиры могут откладываться в организме в виде запасов — жировых депо в подкожной клетчатке, в сальнике, печени, в околопочечной клетчатке и других органах и тканях. Жир образует упругую прокладку в местах, испытывающих механическое воздействие, и, покрывая внутренние органы, сохраняет их от повреждений и охлаждений.

Откладывается жир в организме не только за счет жиров пищи, но и при обильном углеводном питании. Эти запасы энергетического материала

мобилизуются организмом в случаях длительной работы без принятия пищи, а также во время голодания и тяжелых болезней. Расходуя в первую очередь запасы жира, организм тем самым сохраняет белки и предохраняет от разрушения важные органы и ткани.

Наиболее ценны, особенно для детей, молочные жиры. Они входят в состав молока и молочных продуктов — сливочного масла, сливок, сметаны. Жиры яичного желтка, содержащие некоторые витамины, также имеют существенное значение для организма ребенка.

Суточная физиологическая норма жиров для детей и подростков должна быть обеспечена преимущественно жирами животного происхождения.

Чрезмерное употребление жиров, так же как и значительный недостаток их в пище, неблагоприятно влияет на рост, развитие и деятельность организма ребенка. *Ожирение*, возникающее при питании избыточно жирной пищей, приводит к уменьшению выносливости организма и глубоким нарушениям обмена веществ, падению функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, работоспособности и иммунной реактивности.

Во время мышечной работы организм особенно нуждается в углеводах. Они необходимы для работы мышц тела, сердечной мышцы, а также для эффективности умственной деятельности. При достаточном поступлении углеводов с пищей организм покрывает свои энергетические потребности прежде всего за их счет. Источником углеводов служат продукты преимущественно растительного происхождения: хлеб, крупы, картофель, овощи, фрукты, ягоды. Суточные нормы потребления углеводов представлены в таблице 2.

Клетчатка растительных тканей — целлюлоза также относится к углеводам. Пищевое значение ее для человека невелико, так как она не переваривается в кишечнике. Однако, она увеличивает объем пищи, способствует ощущению сытости, механически раздражая рецепторы кишечника, способствует передвижению пищевой кашицы.

Таблица 3. Физиологические нормы суточной потребности учащихся в некоторых минеральных веществах (в мг)

Возраст, лет	Пол	Минеральные вещества			
		<i>Кальций</i>	<i>Фосфор</i>	<i>Магний</i>	<i>Железо</i>
6	-	1200	1450	300	15
7—10	-	1100	1650	250	18
11 — 13	Мальчики	1200	1800	350	18
	Девочки	1100	1650	300	18
14—17	Юноши	1200	1800	300	18
	Девушки	1100	1650	300	18

Без удовлетворения нормы физиологической потребности учащихся в минеральных веществах нарушаются нормальный рост, развитие и жизнедеятельность организма.

Минеральные соли входят в состав продуктов питания, поэтому при рационально организованном сбалансированном питании нет надобности вводить их искусственно. Из числа минеральных солей только поваренную соль приходится вводить в пищу дополнительно, особенно в растительную, так как растения бедны натрием.

Ежедневная потребность учащихся в поваренной соли 8—10 г. При длительном поступлении соли в организм в недостаточном или избыточном количестве могут возникнуть серьезные расстройства: нарушается работа сердца, изменяется возбудимость нервной системы, появляются головокружение и обмороки, изменяется мочеобразование.

Поваренная соль используется организмом для выработки соляной кислоты, которая является составной частью желудочного сока и играет существенную роль в переваривании пищи, а также защите организма от бактерий, поступающих в желудок с пищей и слюной. Известно, что бактерии, попадая в кислый желудочный сок, быстро погибают.

Соли кальция и фосфора являются главными составными частями костной ткани и имеют существенное значение для деятельности центральной нервной системы.

При недостатке в организме солей кальция, фосфора и витамина D костная ткань не может правильно развиваться, процессы роста и развития замедляются. У детей это проявляется в тяжелом заболевании — рахите. Кроме того, фосфор, являясь частью белковых и жировых

соединений, входит в состав клеток нервной ткани и других важных органов.

Обогащение пищи детей молоком и молочными продуктами, а также фруктами и овощами обеспечивает потребности их растущего организма в кальции и фосфоре в нужном соотношении-1 : 1,5; 1 : 1,4. Солями фосфора наиболее богаты яичный желток, мозги, мясо, орехи, горох, овсяная мука, цельная пшеница.

Большое значение для жизнедеятельности организма имеют соли магния. Ими богаты грубые сорта пшеничного и ржаного хлеба, фасоль, сыр и миндаль.

Железо используется организмом для построения красящего вещества крови — гемоглобина, без которого невозможно поглощение кислорода и снабжение им тканей. Однообразное питание продуктами, бедными солями железа, нередко приводит к возникновению различных степеней малокровия. Железо входит также в состав клеток организма. Наличие в питании детей таких богатых железом продуктов, как яичный желток, картофель, мясо, капуста, чечевица, горох, салат и яблоки, совершенно необходимо. Всего в сутки школьники должны получать 1100—1200 мг кальция, 1500—1800 мг фосфора, 250—350 мг магния, 15 мг железа.

Существенное значение в регуляции содержания воды в тканях организма имеют соли калия, которые содержатся преимущественно в овощах (картофель, капуста).

В результате обмена веществ в организме образуются некоторые ядовитые для него соединения. Для обезвреживания их необходима сера. Она содержится в уже упомянутых выше продуктах (чечевица, горох, бобы, овсяная мука, мясо).

Нормы потребления витаминов. Недостаточное количество витаминов в пище (гиповитаминоз) приводит к возникновению тяжелых заболеваний, а затем и к гибели организма.

Однако, следует не забывать, что избыточное потребление витаминов, особенно витаминных препаратов, вредно. Очень опасно употребление большого количества витаминных драже, которые часто покупаются и употребляются учащимися всех возрастов вместо конфет. Если ребенку нужно в день 50 мг витамина С, а он покупает витамин С с глюкозой и съедает всю упаковку, то получает 0,5 г, т. е. в 10 раз больше, чем нужно, разумеется, это не проходит безнаказанно для его здоровья.

Потребность в пище и воде четко проявляется в виде голода и жажды. Человек не может съесть пищи или выпить воды в 100—1000 раз больше,

чем ему требуется. А превышение во столько же раз оптимальной дозы витаминов происходит чрезвычайно легко. Возникает *гипервитаминоз*.

В медицинской практике, к сожалению, известны случаи пагубного избыточного потребления детьми витаминных препаратов, в частности витамина D. Избыточное его потребление приводит к нарушению деятельности почек.

Известны последствия избыточного потребления витамина А: нарушение аппетита, слабость, облысение, опухание век, произвольные переломы костей, которые впервые были описаны исследователями Арктики, широко употреблявшими в пищу печень тюленя и белого медведя.

Избыточное потребление витаминов группы В приводит к нарушению ферментативных процессов.

В своих беседах с родителями классным руководителям, учителям и воспитателям следует обращать внимание на значение оптимальных и во вред избыточных доз витаминов в питании учащихся.

Таблица 4: Физиологические нормы суточной потребности учащихся в витаминах

Возраст, лет	Пол	Витамины						
		<i>B₁</i> , мг	<i>B₂</i> , мг	<i>PP</i> , мг	<i>B₆</i> , мг	<i>C</i> , мг	<i>A</i> , МЕ	<i>O</i> , МЕ
6	-	1,0	1,3	12	1,3	50	500	100
7—10	-	1,4	1,6	15	1,6	60	700	100
11—13	Мальчики	1,6	1,9	18	1,9	70	1000	100
	Девочки	1,5	1,7	16	1,7	60	1000	100
14—17	Юноши	1,7	2,0	19	2,0	75	1000	100
	Девушки	1,6	1,8	17	1,8	65	1000	100

Суточная потребность организма человека в витаминах ничтожна по сравнению с потребностью в других пищевых веществах. Однако, сведения, приведенные о витаминах, показывают, какое огромное значение для нормальной жизнедеятельности организма человека, особенно ребенка, имеют эти вещества и как важно это учитывать в организации питания.

Овощи, фрукты и ягоды являются богатым источником минеральных солей и витаминов. Однако, в результате кулинарной обработки, (кипячения) эти ценные качества в значительной мере утрачиваются. Именно поэтому детям следует давать больше овощей, фруктов и ягод в сыром виде и обогащать витаминами готовые блюда, добавляя в них сырые соки и зелень.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение пищеварительной системы, ее строение и функции.
2. Особенности пищеварения в полости рта у детей и подростков.
3. Особенности пищеварения в желудке у детей и подростков.
4. Особенности пищеварения в кишечнике у детей и подростков.
5. Особенности всасывания у детей.
6. Нормы и режим питания детей.
7. Особенности белкового, углеводного и жирового обмена у детей и подростков.
8. Возрастные изменения основного обмена. Половые различия в общем суточном расходе энергии.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ПЛАН:

1. СТРОЕНИЕ СЕРДЦА
2. КРОВЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ
3. СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ
4. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО СОСУДАМ
5. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЕЕ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
6. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ

1. Строение сердца

Сердечно-сосудистая система (система кровообращения) состоит из сердца и кровеносных сосудов: артерий, вен и капилляров.

Сердце — полый мышечный орган, имеющий вид конуса: расширенная часть — основание сердца, узкая часть — верхушка. Расположено в грудной полости позади грудины. Масса сердца зависит от возраста, пола, размеров тела и физического развития, у взрослого человека масса составляет 220—300 г у мужчин и 180—220 у женщин. Размер сердца и его масса изменяются с возрастом.

Сердце у детей относительно больше, чем у взрослых. Его масса составляет примерно 0,63—0,80% массы тела, а у взрослого человека — 0,48—0,52%. Наиболее интенсивно растет сердце на первом году жизни: к 8 месяцам масса сердца увеличивается вдвое, к 3 годам утраивается, к 5 годам увеличивается в 4 раза, а в 16 лет — в 11 раз.

Масса сердца у мальчиков в первые годы жизни больше, чем у девочек. В 12—13 лет наступает период усиленного роста сердца у девочек и его масса становится больше, чем у мальчиков. К 16 годам сердце девочек вновь начинает отставать в массе от сердца мальчиков.

Сердце разделено на четыре камеры (два предсердия и два желудочка). Левая и правая половины разделены сплошной перегородкой, каждая из этих половин включает одно предсердие и один желудочек, имеет перегородку с отверстием. Через эти отверстия, снабженные клапанами, кровь из предсердий поступает в желудочки. Клапаны образованы смыкающимися створками и потому называются *створчатыми*

клапанами. В левой части сердца клапан двустворчатый, в правой — трехстворчатый. Клапаны сердца обеспечивают движение крови только в одном направлении: из предсердий в желудочки, а из желудочков в артерии. В правое предсердие впадают **верхняя и нижняя полые вены**, а в левое — четыре **легочные вены**. Из правого желудочка выходит **легочный ствол (легочная артерия)**, а из левого — **аорта**. В том месте, где выходят сосуды, располагаются **полулунные клапаны**.

Сердце размещается в околосердечной сумке, которая имеет два листка: **наружный (перикард)** — сращен с грудиной, ребрами, диафрагмой; **внутренний (эпикард)** — покрывает сердце и срастается с его мышцей. Между листками есть щель, заполненная жидкостью, которая облегчает скольжение сердца при сокращении и снижает трение.

Внутренний слой сердца — эндокард — состоит из плоского однослойного эпителия и образует клапаны, которые работают пассивно под действием тока крови.

Средний слой — миокард — представлен сердечной мышечной тканью. Самая тонкая толщина миокарда — в предсердиях, самая мощная — в левом желудочке. Миокард в желудочках образует выросты — сосочковые мышцы, к которым прикрепляются сухожильные нити, соединяющиеся со створчатыми клапанами. Сосочковые мышцы препятствуют выворачиванию клапанов при сокращении желудочков.

Наружный слой сердца — эпикард — образован слоем клеток эпителиального типа, представляет собой внутренний листок околосердечной сумки.

Сердце сокращается ритмично благодаря попеременным сокращениям предсердий и желудочков. Сокращение миокарда называется систолой, расслабление — диастолой. Во время сокращения предсердий происходит расслабление желудочков и наоборот. Различают три фазы сердечной деятельности:

1. Систола предсердий — 0,1 с.
2. Систола желудочков — 0,3 с.
3. Диастола предсердий и желудочков (общая пауза) — 0,4 с.

Частота сердечных сокращений (ЧСС), или пульс, у взрослого в покое составляет 60-80 ударов в мин. Сердце имеет собственную проводящую систему, которая обеспечивает свойство автоматии.

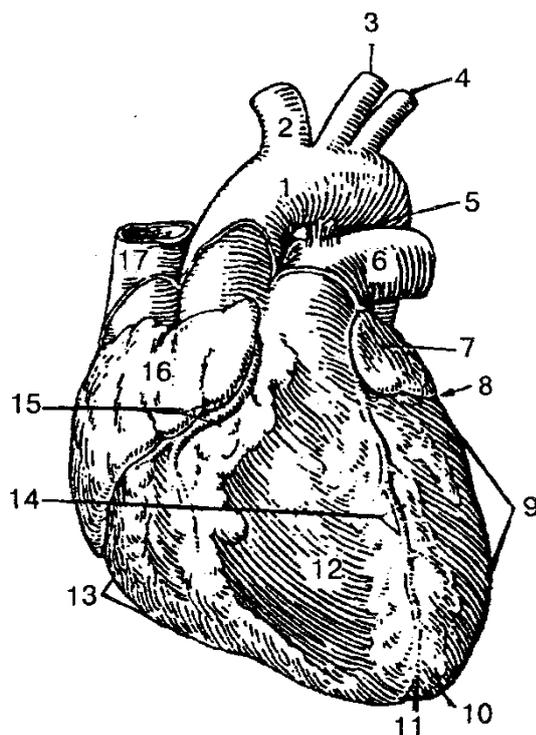


Рисунок 20. Сердце (вид спереди):

1 — аорта; 2 — плечеголовной ствол; 3 — левая общая сонная артерия; 4 — левая подключичная артерия; 5 — артериальная связка (фиброзный тяж на месте заросшего артериального протока); 6 — легочный ствол; 7 — левое ушко; 8, 15 — венечная борозда; 9 — левый желудочек; 10 — верхушка сердца; 11 — вырезка верхушки сердца; 12 — грудино-реберная (передняя) поверхность сердца; 13 — правый желудочек; 14 — передняя межжелудочковая борозда; 16 — правое ушко; 17 — верхняя полая вена

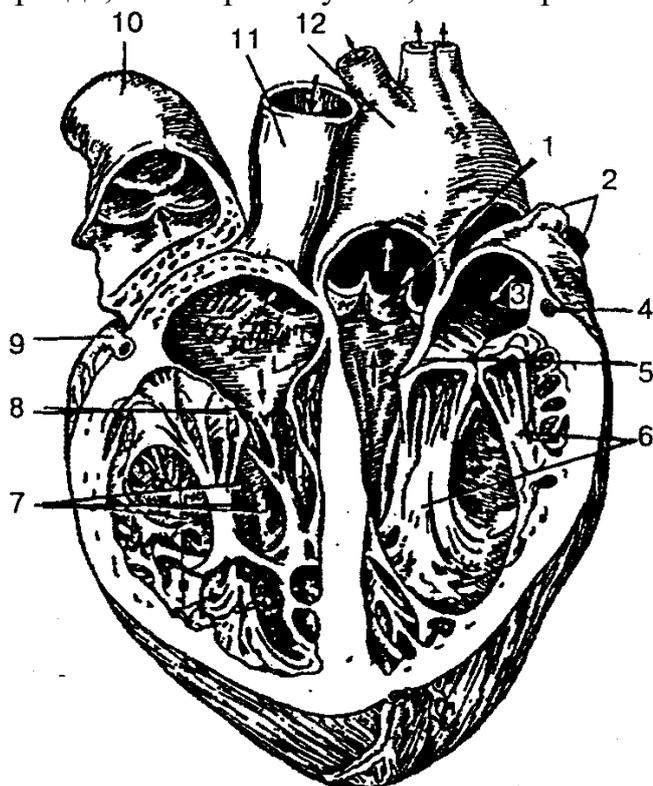


Рисунок 21. Сердце (раскрыто):

1 — полулунные заслонки клапана аорты; 2 — легочные вены; 3 — левое предсердие; 4, 9 — венечные артерии; 5 — левый предсердно-желудочковый (мит-ральный) клапан (двухстворчатый клапан); 6 — сосочковые мышцы; 7 — правый желудочек; 8 — правый предсердно-желудочковый (трехстворчатый) клапан; 10 — легочный ствол; 11 — верхняя полая вена; 12 — аорта

Основная масса сердечной мышцы представлена типичным для сердца волокнами, которые обеспечивают сокращение отделов сердца. Их основная функция — сократимость. Это рабочая мускулатура сердца. Кроме того, в сердечной мышце имеются *атипические* волокна. С деятельностью атипических волокон связано возникновение возбуждения в сердце и проведение его от предсердий к желудочкам.

Эти волокна образуют *проводящую систему* сердца. Проводящая система состоит из синусно-предсердного узла, предсердно-желудочного узла, предсердие желудочкового пучка и его разветвлений. Синусно-предсердный узел расположен в правом предсердии, является водителем сердечного ритма, здесь зарождаются автоматические импульсы возбуждения, определяющие сокращение сердца. Предсердно-желудочковый узел расположен между правым предсердием и желудочками. В этой области возбуждение из предсердий распространяется на желудочки. В нормальных условиях предсердно-желудочковый узел возбуждается импульсами, поступающими из синусно-предсердного узла, однако, он способен и к автоматическому возбуждению и в некоторых патологических случаях провоцирует возбуждение в желудочках и их сокращение, неследующее в том ритме, который создается синусно-предсердным узлом. Возникает так называемая экстрасистола. Из предсердно-желудочкового узла возбуждение передается по предсердно-желудочковому пучку (пучок Гисса), который, проходя по межжелудочковой перегородке, разветвляется на левую и правую ножки. Ножки переходят в сеть проводящих миоцитов (атипичных мышечных волокон), которые охватывают рабочий миокард и передают ему возбуждение.

Частота сердечных сокращений, систолический и минутный объем. Частота сердечных сокращений обычно измеряется по пульсу, поскольку каждый выброс крови в сосуды приводит к изменению их кровенаполнения, растяжению сосудистой стенки, что ощущается в виде толчка. В норме у взрослого человека частота сердечных сокращений — 75 раз в 1 мин. У новорожденного она значительно выше — 140 в 1 мин. Интенсивно

снижаясь в течение первых лет жизни, она составляет к 8—10 годам 90—85 ударов в 1 мин, а к 15 годам приближается к величине взрослого. При сокращении сердца у взрослого человека, находящегося в состоянии покоя, каждый желудочек выталкивает в артерии 60—80 см³ крови.

Количество крови, выбрасываемое желудочком за одно сокращение, называют *ударным, или систолическим объемом*. Левый и правый желудочки выталкивают одинаковое количество крови. Количество крови, выбрасываемое в аорту сердцем новорожденного при одном сокращении, всего 2,5 см³. К первому году оно увеличивается в 4 раза, к 7 годам — в 9 раз, а к 12 годам — в 16,4 раза.

2. Кровь и ее значение

Внутренняя среда организма. Клетки, ткани и органы организма могут существовать и нормально функционировать только в определенных условиях, которые создаются внутренней средой, к которой они приспособились в ходе эволюционного развития. Внутренняя среда обеспечивает возможность поступления в клетки необходимых для их жизнедеятельности веществ и вывод продуктов обмена. Благодаря поддержанию определенного состава внутренней среды клетки функционируют в постоянных условиях. Сохранение постоянства внутренней среды называется *гомеостазом*.

В организме на относительно постоянном уровне поддерживаются кровяное давление, температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости, содержание в них белков и сахара, ионов натрия, калия, кальция, хлора и др.

Гомеостаз поддерживается комплексом динамических процессов. Значительная роль в поддержании гомеостаза принадлежит регуляторным системам — нервной и эндокринной. Сохранение постоянства внутренней среды возможно только при функционировании системы дыхания, сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и выделения.

Внутренней средой организма человека являются кровь, лимфа и тканевая жидкость.

Значение крови. Поступающие в организм питательные вещества и кислород крови разносятся по организму и из крови поступают в лимфу и тканевую жидкость. В обратном порядке осуществляется выделение продуктов обмена. Находясь в непрерывном движении, кровь обеспечивает постоянство состава тканевой жидкости, непосредственно соприкасающейся с клетками. Следовательно, кровь выполняет важнейшую роль в обеспечении постоянства внутренней среды. Поглощение кровью кислорода и вынос углекислого газа называют *дыхательной*

функцией крови. В легких кровь обогащается кислородом и отдает углекислый газ, который затем удаляется в окружающую среду с выдыхаемым воздухом. Протекая через капилляры различных тканей и органов, кровь отдает им кислород и поглощает углекислый газ.

Таблица 15: Количество крови у детей, подростков и взрослых

Количество крови	Возраст			
	<i>новорожденные</i>	<i>1 год</i>	<i>5-11 лет</i>	<i>12-16 лет</i>
В % к массе тела	14,7	10,9	7	7
На 1 кг массы тела (в мл)	150	110	70	70

Кровь осуществляет *транспортную функцию* — перенос питательных веществ из органов пищеварения в клетки и ткани организма и вынос продуктов распада. В процессе обмена веществ в клетках постоянно образуются вещества, которые уже не могут быть использованы для нужд организма, а часто оказываются и вредными для него. Из клеток эти вещества поступают в тканевую жидкость, а затем в кровь. Кровью эти продукты доставляются к почкам, потовым железам, легким и выводятся из организма.

Кровь выполняет *защитную функцию*. В организм могут поступать ядовитые вещества или микробы. Они подвергаются разрушению и уничтожению некоторыми клетками крови или склеиваются и обезвреживаются особыми защитными веществами.

Кровь участвует в гуморальной регуляции деятельности организма, выполняет *терморегуляторную функцию*, охлаждая энергоемкие органы и согревая органы, теряющие тепло.

Количество и состав крови. Количество крови в организме человека меняется с возрастом. У детей крови относительно массы тела больше, чем у взрослых. У новорожденных кровь составляет 14,7% массы, у детей одного года—10,9%, у детей 14 лет — 7%. Это связано с более интенсивным протеканием обмена веществ в детском организме. У взрослых людей массой 60—70 кг общее количество крови 5—5,5 л.

Обычно не вся кровь циркулирует в кровеносных сосудах. Некоторая ее часть находится в *кровяных депо*. Роль депо крови выполняют сосуды селезенки, кожи, печени и легких. При усиленной мышечной работе, при потере большого количества крови при ранениях и хирургических операциях, некоторых заболеваниях запасы крови из депо поступают в

общий кровоток. Депо крови участвуют в поддержании постоянного количества циркулирующей крови.

Плазма крови. Артериальная кровь представляет собой красную непрозрачную жидкость. Если принять меры, предупреждающие свертывание крови, то при отстаивании, а еще лучше при центрифугировании она отчетливо разделяется на два слоя. Верхний слой — слегка желтоватая жидкость — *плазма*, осадок темно-красного цвета. На границе между осадком и плазмой имеется тонкая светлая пленка. Осадок вместе с пленкой образован форменными элементами крови — эритроцитами, лейкоцитами и кровяными пластинками — тромбоцитами. Все клетки крови живут определенное время, после чего разрушаются. В кроветворных органах (костном мозге, лимфатических узлах, селезенке) происходит непрерывное образование новых клеток крови.

У здоровых людей соотношение между плазмой и форменными элементами колеблется незначительно (55% плазмы и 45% форменных элементов). У детей раннего возраста процентное содержание форменных элементов несколько выше.

Плазма состоит на 90—92% из воды, 8—10% составляют органические и неорганические соединения. Концентрация растворенных в жидкости веществ создает определенное осмотическое давление. Поскольку концентрация органических веществ (белки, углеводы, мочевины, жиры, гормоны и др.) невелика, осмотическое давление определяется в основном неорганическими солями.

Постоянство осмотического давления крови имеет важное значение для жизнедеятельности клеток организма. Мембраны многих клеток, в том числе и клеток крови, обладают избирательной проницаемостью. Поэтому при помещении клеток крови в растворы с различной концентрацией солей, а следовательно, и с разным осмотическим давлением в клетках крови могут произойти серьезные изменения.

Растворы, которые по своему качественному составу и концентрации солей соответствуют составу плазмы, называют *физиологическими растворами*. Они изотоничны. Такие жидкости используют как заменители крови при кровопотерях.

Осмотическое давление в организме поддерживается на постоянном уровне за счет регулирования поступления воды и минеральных солей и их выделения почками и потовыми железами. В плазме поддерживается также постоянство реакции, которая обозначается как рН крови; она определяется концентрацией ионов водорода. Реакция крови слабощелочная (рН равняется 7,36). Поддержание постоянства рН достигается наличием в

крови буферных систем, которые нейтрализуют избыточно поступившие в организм кислоты и щелочи. К ним относятся белки крови, бикарбонаты, соли фосфорной кислоты. В постоянстве реакции крови важная роль принадлежит также легким, через которые удаляется углекислый газ, и органам выделения, выводящим избыток веществ, имеющих кислую или щелочную реакцию.

Форменные элементы крови. Форменные элементы, определяющие возможность осуществления важнейшей функции крови — дыхательной,— *эритроциты* (красные кровяные клетки). Количество эритроцитов в крови взрослого человека 4,5—5,0 млн. в 1 мм³ крови.

Если расположить все эритроциты человека в один ряд, то получилась бы цепочка длиной около 150 тыс. км; если положить эритроциты один на другой, то образовалась бы колонна высотой, превосходящей длину экватора земного шара (50-60 тыс. км). Количество эритроцитов не строго постоянно. Оно может значительно увеличиваться при недостатке кислорода на больших высотах, при мышечной работе. У людей, живущих в высокогорных районах, эритроцитов примерно на 30% больше, чем у жителей морского побережья. При переезде из низменных районов в высокогорные количество эритроцитов в крови увеличивается. Когда же потребность в кислороде уменьшается, количество эритроцитов в крови снижается.

Осуществление эритроцитами дыхательной функции связано с наличием в них особого вещества — *гемоглобина*, являющегося переносчиком кислорода. В состав гемоглобина входит двухвалентное железо, которое, соединяясь с кислородом, образует непрочное соединение *оксигемоглобин*. В капиллярах такой оксигемоглобин легко распадается на гемоглобин и кислород, который поглощается клетками. Там же в капиллярах тканей гемоглобин соединяется с углекислым газом. Это соединение распадается в легких, углекислый газ выделяется в атмосферный воздух. — Содержание гемоглобина в крови измеряется либо в абсолютных величинах, либо в процентах. За 100% принято наличие 16,7 г гемоглобина в 100 мл крови. У взрослого человека обычно в крови содержится 60—80% гемоглобина. Содержание гемоглобина зависит от количества эритроцитов в крови, питания, в котором важно наличие необходимого для функционирования гемоглобина железа, пребывания на свежем воздухе и других причин. Содержание эритроцитов в 1 мм³ крови меняется с возрастом. В крови новорожденных количество эритроцитов может превышать 7 млн. в 1 мм³, кровь новорожденных характеризуется высоким содержанием гемоглобина (свыше 100%). К 5—6-му дню жизни

эти показатели снижаются. Затем к 3—4 годам количество гемоглобина и эритроцитов несколько увеличивается, в 6—7 лет отмечается замедление в нарастании числа эритроцитов и содержания гемоглобина, с 8-летнего возраста вновь нарастает число эритроцитов и количество гемоглобина.

Снижение числа эритроцитов ниже 3 млн. и количества гемоглобина ниже 60% свидетельствует о наличии анемического состояния (малокровия).

Скорость оседания эритроцитов. Если кровь предохранить от свертывания и оставить на несколько часов в капиллярных трубочках, то эритроциты в силу тяжести начинают оседать. Они оседают с определенной скоростью: у мужчин 1—10 мм/ч, у женщин—2—15 мм/ч. С возрастом изменяется скорость оседания эритроцитов. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) широко используется как важный диагностический показатель, свидетельствующий о наличии воспалительных процессов и других патологических состояний. Поэтому важное значение имеет знание нормативных показателей СОЭ у детей разного возраста.

У новорожденных скорость оседания эритроцитов низкая (от 1 до 2 мм/ч). У детей до 3 лет величина СОЭ колеблется в пределах от 2 до 17 мм/ч. В возрасте от 7 до 12 лет величина СОЭ не превышает 12 мм/ч.

Лейкоциты — белые кровяные клетки. Важнейшей функцией лейкоцитов является защита от попадающих в кровь микроорганизмов и токсинов. Защитная функция лейкоцитов связана с их способностью передвигаться самостоятельно к тому участку, куда проникли микробы или инородное тело. Приблизившись к ним, лейкоциты обволакивают их, втягивают внутрь (рис. 36) и переваривают. Явление поглощения микроорганизмов лейкоцитами называется *фагоцитозом*. Впервые оно было открыто выдающимся русским ученым И. И. Мечниковым-. Важным фактором, определяющим защитные свойства лейкоцитов, является также их участие в иммунных механизмах.

По форме, строению и функции различают разные типы лейкоцитов. Основные из них: лимфоциты, моноциты, нейтрофилы. *Лимфоциты* образуются в основном в лимфатических узлах. Они не способны к фагоцитозу, но, вырабатывая антитела, играют большую роль в обеспечении иммунитета. *Нейтрофилы* вырабатываются в красном костном мозге: они являются самыми многочисленными лейкоцитами и выполняют основную роль в фагоцитозе. Один нейтрофил может поглотить 20—30 микробов. Через час все они оказываются переваренными внутри нейтрофила. Это происходит при участии специальных ферментов, разрушающих микроорганизмы. Если инородное тело по своим размерам превышает

лейкоцит, то вокруг него накапливаются группы нейтрофилов, образуя барьер.

Способны к фагоцитозу и *моноциты* — клетки, образующиеся в селезенке и печени.

В крови взрослого человека содержится 4000—9000 лейкоцитов в 1 мкл. Существует определенное соотношение между разными типами лейкоцитов, выраженное в процентах, так называемая *лейкоцитарная формула*. При патологических состояниях изменяется как общее число лейкоцитов, так и лейкоцитарная формула.

Количество лейкоцитов и их соотношение изменяются с возрастом. У новорожденного лейкоцитов значительно больше, чем у взрослого человека (до 20 тыс. в 1 мм³ крови). В первые сутки жизни число лейкоцитов возрастает (происходит рассасывание продуктов распада тканей ребенка, тканевых кровоизлияний, возможных во время родов) до 30 тыс. в 1 мм³ крови.

Начиная со вторых суток жизни число лейкоцитов снижается и к 7—12-му дню достигает 10—12 тыс. Такое количество лейкоцитов сохраняется у детей первого года жизни, после чего оно снижается и к 13—15 годам достигает величин взрослого человека. Чем меньше возраст ребенка, тем его кровь содержит больше незрелых форм лейкоцитов.

Лейкоцитарная формула в первые годы жизни ребенка характеризуется повышенным содержанием лимфоцитов и пониженным числом нейтрофилов. К 5—6 годам количество этих форменных элементов выравнивается, после этого процент нейтрофилов неуклонно растет, а процент лимфоцитов понижается. Малым содержанием нейтрофилов, а также недостаточной их зрелостью отчасти объясняется большая восприимчивость детей младших возрастов к инфекционным болезням. К тому же фагоцитарная активность нейтрофилов у детей первых лет жизни наиболее низкая.

Тромбоциты и свертывание крови. Тромбоциты (красные пластинки) — самые мелкие из форменных элементов крови. Количество их варьирует от 200 до 400 тыс. в 1 мм³ (мкл). Днем их больше, а ночью меньше. После тяжелой мышечной работы количество красных пластинок увеличивается в 3—5 раз.

Образуются тромбоциты в красном костном мозге и селезенке. Основная функция тромбоцитов связана с их участием в свертывании крови. При ранении кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются. При этом из них выходят в плазму вещества, необходимые для формирования кровяного сгустка — *тромба*.

В нормальных условиях кровь в неповрежденных кровеносных сосудах не свертывается благодаря наличию в организме противосвертывающих факторов. При некоторых воспалительных процессах, сопровождающихся повреждением внутренней стенки сосуда, и при сердечно-сосудистых заболеваниях происходит свертывание крови, образуется тромб.

Нормальное функционирование кровообращения, препятствующее как кровопотере, так и свертыванию крови внутри сосуда, достигается определенным равновесием двух существующих в организме систем — свертывающей и противосвертывающей.

Свертывание крови у детей в первые дни после рождения замедленно, особенно это заметно на 2-й день жизни ребенка. С 3-го по 7-й день жизни свертывание крови ускоряется и приближается к норме взрослых. У детей дошкольного и школьного возраста время свертывания крови имеет широкие индивидуальные колебания. В среднем начало свертывания в капле крови наступает через 1—2 мин, конец свертывания — через 3—4 мин.

Группы крови и переливание крови. При переливании крови от одного человека к другому необходимо учитывать группы крови. Это связано с тем, что в форменных элементах крови — эритроцитах содержатся особые вещества *антигены*, или *агглютиногены*, а в белках плазмы *агглютинины*, при определенном сочетании этих веществ происходит склеивание эритроцитов — *агглютинация*. Классификация групп основана на наличии в крови тех или иных агглютининов и агглютиногенов. Агглютиногенов в эритроцитах два типа, их обозначают буквами латинского алфавита А, В. В эритроцитах они могут быть по одному или вместе либо отсутствовать. Агглютининов (склеивающих эритроцитов) в плазме тоже два, их обозначают греческими буквами а и р. В крови разных людей содержится либо один, либо два, либо ни одного агглютинина. Агглютинация наступает в том случае, если агглютиногены донора встречаются с одноименными агглютинидами реципиента (человека, которому переливают кровь): А с а, В с р или АВ с ар. Понятно, что в крови каждого человека агглютинины и агглютиногены разноименные. В случае если агглютинин а взаимодействует с агглютиногеном А или агглютинин р с агглютиногеном В — наступает агглютинация, грозящая организму гибелью. У людей имеется 4 комбинации агглютиногенов и агглютининов и соответственно выделяют 4 группы крови: I группа — в плазме содержатся агглютинины а и р, в эритроцитах агглютиногенов нет; II группа — в плазме содержится

агглютинин ρ , а в эритроцитах агглютиноген А; III группа — в плазме находится агглютинин α , в эритроцитах агглютиноген В; IV группа — агглютининов в плазме нет, а в эритроцитах содержатся агглютиногены А и В.

I группу имеют примерно 40% людей, II — 39%, III группу — 15%, IV — 6%.

Возможность совмещения разных групп крови представлена в таблице 16.

Таблица 16: Агглютинация (обозначена +) при смешивании эритроцитов и сыворотки крови людей разных групп

Группа сыворотки реципиента	Группа эритроцитов донора			
	I (0)	II (A)	III (B)	IV (AB)
I (α и β)	-	+	+	+
II (β)	-	-	+	+
III (α)	-	+	-	+
IV (0)	-	-	-	-

Из таблицы видно, что людям I группы можно переливать кровь только той же группы. Однако кровь людей I группы можно переливать всем. Людей этой группы называют универсальными донорами. Противоположная картина для IV группы. Кровь людей IV группы можно переливать только тем, кто имеет аналогичную группу, людям же IV группы можно переливать любую, они являются универсальными реципиентами. Кровь людей II и III групп можно переливать людям той же группы крови и тем, у кого IV группа крови.

В крови имеются также и другие агглютиногены, не входящие в систему классификации групп. Среди них один из наиболее существенных, который надо учитывать при переливании, — *резус-фактор*. Он содержится у 85% людей (резус-положительные), у 15% этого фактора в крови нет (резус-отрицательные). При переливании резус-положительной крови резус-отрицательному человеку в крови появляются резус-отрицательные антитела, и при повторном переливании резус-положительной крови могут наступить серьезные осложнения в виде агглютинации. Резус-фактор в особенности важно учитывать при беременности. Если отец резус-положительный, а мать резус-отрицательная, кровь плода будет резус-положительная, так как это доминантный признак. Агглютиногены плода, поступая в кровь матери, вызовут образование антител (агглютининов) к резус-положительным эритроцитам. Если эти антитела через плаценту проникнут в кровь плода, наступит агглютинация и плод может погибнуть.

Поскольку при повторных беременностях в крови матери увеличивается количество антител, опасность для детей возрастает. В таком случае либо женщине с резус-отрицательной кровью вводят заблаговременно антирезус гаммаглобулин, либо только что родившемуся ребенку производят заменное переливание крови.

Переливание крови — один из методов лечения, незаменимый при острых кровопотерях (ранения, операции). К переливанию крови часто прибегают при шоке и различного рода болезнях, где необходимо повысить сопротивляемость организма. Переливание может быть произведено непосредственно от дающего кровь (донора) к получающему ее (реципиенту). Однако, более удобно использование донорской консервированной крови, так как в распоряжении всегда будет кровь необходимой группы. Донорство получило широкое распространение в нашей стране. Кровь берется только от лиц, которые не больны какой-либо инфекционной болезнью.

3. Система кровообращения

К системе кровообращения относятся сердце, выполняющее роль насоса, и сосуды, по которым циркулирует кровь. Кровь, выбрасываемая сердцем, по артериям, их разветвлениям (артериолам) и капиллярам поступает к тканям и органам, затем по мелким венам (венулам) и крупным венам возвращается к сердцу. Таким образом, благодаря кровообращению ко всем органам и тканям поступают кислород, питательные вещества, соли, гормоны, вода и выводятся из организма продукты обмена. Из-за малой теплопроводности тканей передача тепла от органов человеческого тела (печень, мышцы и др.) к коже и в окружающую среду осуществляется главным образом за счет кровообращения. Деятельность всех органов и организма в целом тесно связана с функцией органов кровообращения.

Общая схема кровообращения. Сосудистая система состоит из двух кругов кровообращения — большого и малого.

Большой круг кровообращения начинается из левого желудочка аортой, от которой отходят артерии более мелкого диаметра, несущие артериальную (богатую кислородом) кровь к голове, шее, конечностям, органам брюшной и грудной полостей, таза. По мере удаления от аорты артерии разветвляются на более мелкие сосуды — артериолы, а затем капилляры, через стенку которых происходит обмен между кровью и тканевой жидкостью. Кровь отдает кислород и питательные вещества, а забирает углекислый газ и продукты метаболизма клеток. В результате кровь становится венозной (насыщенной углекислым газом). Капилляры соединяются в венулы, затем в вены. Венозная кровь от головы и шеи

собирается в верхнюю полую вену, а от нижних конечностей, органов таза, грудной и брюшной полостей — в нижнюю полую вену. Вены впадают в правое предсердие. Таким образом, большой круг кровообращения начинается от левого желудочка и закачивается в правом предсердии.



Рисунок. Малый и большой круги кровообращения

Малый круг кровообращения начинается легочной артерией от правого желудочка, которая несет венозную (бедную кислородом) кровь. Разветвляясь на две ветви, идущие к правому и левому легким, артерия делится на более мелкие артерии, артериолы и капилляры, из которых в альвеолах удаляется углекислый газ и происходит обогащение кислородом, поступившим с воздухом при вдохе.

Легочные капилляры переходят в венулы, затем образуют вены. По четырем легочным венам богатая кислородом артериальная кровь поступает в левое предсердие. Таким образом, малый круг кровообращения начинается от правого желудочка и заканчивается в левом предсердии.

Внешними проявлениями работы сердца являются не только сердечный толчок и пульс, но и кровяное давление. Кровяное давление — давление, которое оказывает кровь на стенки кровеносных сосудов, по которым она движется. В артериальной части кровеносной системы это

давление называется артериальным.

Величина кровяного давления определяется силой сердечных сокращений, количеством крови и сопротивлением кровеносных сосудов.

Самое высокое давление наблюдается в момент выброса крови в аорту; минимальное — в момент, когда кровь достигает полых вен. Различают верхнее (систолическое) давление и нижнее (диастолическое) давление.

Величина АД определяется:

- работой сердца;
- количеством крови, поступающей в сосудистую систему;
- сопротивлением стенок сосудов;
- эластичностью сосудов;
- вязкостью крови.

Оно выше в период систолы (систолическое) и ниже в период диастолы (диастолическое). Систолическое давление в основном определяется работой сердца, диастолическое зависит от состояния сосудов, их сопротивления току жидкости. Разница между систолическим и диастолическим давлением — пульсовое давление. Чем меньше его величина, тем меньше поступает крови в аорту во время систолы. Кровяное давление может меняться в зависимости от влияния внешних и внутренних факторов. Так, оно повышается при мышечной деятельности, эмоциональном волнении, напряжении и др. У здорового человека давление поддерживается на постоянном уровне (120/70 мм рт. ст.) за счет функционирования регуляторных механизмов.

Регуляторные механизмы обеспечивают согласованную работу сердечно-сосудистой системы (ССС) в соответствии с изменениями во внутренней и внешней среде.

Нервная регуляция осуществляется вегетативной нервной системой. Парасимпатическая нервная система ослабляет и замедляет работу сердца, а симпатическая нервная система — наоборот, усиливает и ускоряет. Гуморальная регуляция осуществляется гормонами и ионами. Адреналин и ионы кальция усиливают работу сердца, ацетилхолин и ионы калия ослабляют и нормализуют сердечную деятельность. Эти механизмы функционируют взаимосвязано. Сердце получает нервные импульсы от всех отделов ЦНС.

С системой кровообращения тесно связана *лимфатическая система*. Она служит для оттока жидкости из тканей, в отличие от кровеносной системы, создающей как приток, так и отток жидкости. Лимфатическая система начинается с сети замкнутых капилляров, которые

переходят в лимфатические сосуды, впадающие в левый и правый лимфатические протоки, а оттуда в крупные вены. На пути к венам лимфа, протекающая из разных органов и тканей, проходит через *лимфатические узлы*, выполняющие роль биологических фильтров, защищающих организм от инородных тел и инфекций. Образование лимфы связано с переходом ряда растворенных в плазме крови веществ из капилляров в ткани и из тканей в лимфатические капилляры. За сутки в организме человека образуется 2—4 л лимфы.

При нормальном функционировании организма существует равновесие между скоростью лимфообразования и скоростью оттока лимфы, которая через вены вновь возвращается в кровеносное русло. Лимфатические сосуды пронизывают почти все органы и ткани, особенно много их в печени и тонком кишечнике. По структуре лимфатические сосуды похожи на вены, так же как вены, они снабжены клапанами, создающими условия для перемещения лимфы только в одном направлении.

Ток лимфы через сосуды осуществляется благодаря сокращению стенок сосудов и сокращению мышц. Передвижению лимфы способствует также отрицательное давление в грудной полости, в особенности во время вдоха. При этом грудной лимфатический проток, лежащий на пути к венам, расширяется, что облегчает поступление лимфы в кровеносное русло. Поверхность лимфатических капилляров у детей относительно больше, чем у взрослых.

Таблица 17: Изменение частоты сердечных сокращений и ударного объема

Показатель	Новорожденные	Возраст (в годах)										
		1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Частота сердечных сокращений (пульс в 1 мин)	140-135	120	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76
Ударный объем сердца (в см ³)	2,5	10,2	20,6	23,0	25,0	27,0	29,2	31,6	33,4	35,7	38,5	41,4

Количество крови, выбрасываемое сердцем в 1 мин, называют *минутным объемом*. Зная количество крови, поступившее из желудочка во время систолы, и частоту сокращений сердца в 1 мин, можно рассчитать величину минутного объема. Если систолический объем равен

70 см³, а частота сердцебиения — 75 раз в] мин, то минутный объем равен $70 \times 75 = 5250$ (см³).

Увеличение минутного объема у тренированных людей происходит, главным образом, за счет величины систолического объема. Сердечные сокращения при этом учащаются незначительно. У людей нетренированных минутный объем крови увеличивается в основном за счет учащения сердечных сокращений.

Известно, что при увеличении частоты сердечных сокращений укорачивается продолжительность общей паузы сердца. Из этого следует, что сердце нетренированных людей работает менее экономично и быстрее изнашивается. Не случайно сердечно-сосудистые заболевания встречаются у спортсменов значительно реже, чем у людей, не занимающихся физкультурой. У хорошо тренированных спортсменов при больших физических нагрузках ударный объем крови может возрасти до 200—250 см³.

4. Движение крови по сосудам

Непрерывность движения крови. Сердце сокращается ритмично, поэтому кровь поступает в кровеносные сосуды порциями и. Однако, течет кровь по кровеносным сосудам непрерывным потоком. Непрерывный ток крови в сосудах объясняется эластичностью стенок артерий и сопротивлением току крови, возникающим в мелких кровеносных сосудах. Благодаря этому сопротивлению кровь задерживается в крупных сосудах и вызывает растяжение их стенок. Растягиваются стенки артерий и при поступлении крови под давлением при сокращении желудочков сердца. Во время расслабления сердца кровь из сердца в артерии не поступает; стенки сосудов, отличающиеся эластичностью, спадаются и продвигают кровь, обеспечивая непрерывное движение ее по кровеносным сосудам.

Причины движения крови по сосудам. Кровь движется по сосудам благодаря сокращениям сердца и разнице давления крови, устанавливающейся в разных частях сосудистой системы. В крупных сосудах сопротивление току крови невелико, с уменьшением диаметра сосудов оно возрастает.

Преодолевая трение, обусловленное вязкостью крови, последняя утрачивает часть энергии, сообщенной ей сокращающимся сердцем. Давление крови постепенно снижается. Разность давления крови в различных участках кровеносной системы служит практически основной причиной движения крови в кровеносной системе. Кровь течет от места, где ее давление выше, туда, где давление ниже.

Кровяное давление и его возрастные особенности. Переменное давление, под которым кровь находится в кровеносном сосуде, называют *кровяным давлением*. Величина давления определяется работой сердца, количеством крови, поступающим в сосудистую систему, интенсивностью ее оттока на периферию, сопротивлением стенок сосудов, вязкостью крови, эластичностью сосудов. Наиболее высокое давление — в аорте. По мере продвижения крови по сосудам давление ее снижается. В крупных артериях и венах сопротивление току крови небольшое и давление крови в них уменьшается постепенно, плавно. Наиболее заметно снижается давление в артериолах и капиллярах, где сопротивление току крови самое большое.

Кровяное давление в кровеносной системе меняется. Во время систолы желудочков кровь с силой выбрасывается в аорту, давление крови при этом наибольшее. Это наивысшее давление называют *систолическим* или *максимальным*. Оно возникает в связи с тем, что во время систолы из сердца в крупные сосуды притекает больше крови, чем ее оттекает на периферию. В фазе диастолы (расслабления) сердца артериальное давление понижается и становится *диастолическим*, или *минимальным*. Разность между систолическим и диастолическим давлением называют пульсовым давлением. Чем меньше величина пульсового давления, тем меньше поступает крови из желудочка в аорту во время систолы.

В плечевой артерии человека систолическое давление составляет 110—125 мм рт. ст., а диастолическое — 60—85 мм рт. ст. У детей кровяное давление значительно ниже, чем у взрослых. Чем меньше ребенок, тем у него больше капиллярная сеть и шире просвет кровеносных сосудов, а следовательно, и ниже давление крови.

В последующие периоды, особенно в период полового созревания, рост сердца опережает рост кровеносных сосудов. Это отражается на величине кровяного давления, иногда наблюдается так называемая *юношеская гипертония*, поскольку нагнетательная сила сердца встречает сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов, а масса тела в этот период значительно увеличивается. Такое повышение давления, как правило, носит временный характер. Однако, юношеская гипертония требует осторожности при дозировании физической нагрузки.

После 50 лет максимальное давление обычно повышается до 130—145 мм рт. ст.

У здорового человека величина кровяного давления поддерживается на постоянном уровне. Кровяное давление повышается при мышечной деятельности. Наиболее сильное воздействие на артериальное давление

оказывают различные эмоции, как правило, ведущие к повышению давления. В поддержании постоянства кровяного давления важная роль принадлежит нервной системе.

Определение величины кровяного давления имеет диагностическое значение и широко используется в медицинской практике.

Скорость движения крови. Подобно тому как река течет быстрее в своих суженных участках и медленнее там, где она широко разливается, кровь течет быстрее там, где суммарный просвет сосудов самый узкий (в артериях), и медленнее всего там, где суммарный просвет сосудов самый широкий (в капиллярах).

В кровеносной системе самой узкой частью является аорта, в ней самая большая скорость течения крови (500 мм/с). Каждая артерия уже аорты, но суммарный просвет всех артерий человеческого тела больше, чем просвет аорты. Суммарный просвет всех капилляров в 800—1000 раз больше просвета аорты, соответственно и скорость движения крови в капиллярах в 1000 раз меньше, чем в аорте (0,5 мм/с). Медленный ток крови в капиллярах способствует обмену газов, а также переходу питательных веществ из крови и продуктов распада тканей в кровь.

Скорость кругооборота крови с возрастом замедляется, что связано с увеличением длины сосудов, а в более поздние периоды со значительным снижением эластичности кровеносных сосудов. Более частые сердечные сокращения у детей также способствуют большей скорости движения крови. У новорожденного кровь совершает полный кругооборот, т. е. проходит большой и малый круги кровообращения, за 12 с, у 3-летних — за 15 с, в 14 лет — за 18,5 с. Время кругооборота крови у взрослых составляет 22 с.

5. Регуляция кровообращения и ее возрастные особенности

Иннервация сердца и сосудов. Деятельность сердца регулируется двумя парами нервов — блуждающими и симпатическими. Блуждающие нервы берут начало в продолговатом мозге, а симпатические нервы отходят от шейного симпатического узла. Блуждающие нервы тормозят сердечную деятельность под влиянием передающихся по ним импульсов, урежается ритм и уменьшается сила сердечных сокращений. Под влиянием импульсов, поступающих к сердцу по симпатическим нервам, учащается ритм сердечной деятельности и усиливается каждое сердечное сокращение.

Изменение просвета кровеносных сосудов происходит под влиянием импульсов, передающихся на стенки сосудов по симпатическим сосудосуживающим нервам.

К моменту рождения ребенка в сердечной мышце достаточно хорошо выражены нервные окончания как симпатических, так и блуждающих нервов. В раннем детском возрасте (до 2—3 лет) преобладают тонические влияния симпатических нервов на сердце, о чем можно судить по частоте сердечных сокращений (у новорожденных до 140 ударов в минуту). Тонус центра блуждающего нерва в этом возрасте низок.

Первые признаки влияния блуждающего нерва на сердечную деятельность обнаруживаются в 3—4-месячном возрасте. В этом возрасте можно вызвать рефлекторное замедление сердечного ритма, надавливая на глазное яблоко. В первые годы жизни ребенка формируются и закрепляются тонические влияния блуждающего нерва на сердце. В младшем школьном возрасте роль блуждающего нерва значительно усиливается, что проявляется в снижении частоты сердечных сокращений.

Рефлекторные влияния на деятельность сердца и сосудов. Ритм и сила сердечных сокращений меняются в зависимости от эмоционального состояния человека, характера выполняемой им работы. Состояние человека влияет и на кровеносные сосуды, меняет их просвет. При страхе, физическом напряжении из-за изменения просвета кровеносных сосудов человек бледнеет или краснеет.

Работа сердца и просвет кровеносных сосудов связаны с потребностями организма, его органов и тканей в обеспечении их кислородом и питательными веществами. Приспособление деятельности сердечно-сосудистой системы к условиям, в которых находится организм, осуществляется нервным и гуморальным регуляторными механизмами, которые обычно функционируют взаимосвязано. Нервные влияния, регулирующие деятельность сердца и кровеносных сосудов, передаются к ним из ЦНС по центробежным нервам. Раздражением любых чувствительных окончаний можно рефлекторно вызвать урежение или учащение сокращений сердца. Тепло, холод, укол и другие раздражения вызывают в окончаниях центостремительных нервов возбуждение, которое передается в центральную нервную систему и оттуда по блуждающему или симпатическому нерву достигают сердца.

Центробежные нервы сердца получают импульсы не только из продолговатого и спинного мозга, но и от вышележащих отделов центральной нервной системы, в том числе и от коры больших полушарий

головного мозга. Известно, что боль вызывает учащение сердечных сокращений. Если ребенку при лечении делали уколы, то у него только вид белого халата условнорефлекторно будет вызывать частое сердцебиение. Об этом же свидетельствует изменение сердечной деятельности у спортсменов перед стартом, у учащихся и студентов перед экзаменами.

Импульсы из ЦНС передаются одновременно по нервам к сердцу и из сосудодвигательного центра по другим нервам к кровеносным сосудам. Поэтому обычно на раздражение, поступившее из внешней или внутренней среды организма, рефлекторно отвечают и сердце, и сосуды.

Важное значение в регуляции сердечного ритма и обеспечении постоянства величины кровяного давления имеют собственно сосудистые рефлексы, вызываемые импульсами от рецепторов сосудов. Особое физиологическое значение имеют рецепторы, расположенные в дуге аорты и в области разветвления сонной артерии на внутреннюю и наружную. Здесь располагаются сосудистые рефлексогенные зоны, участвующие в саморегуляции сердечно-сосудистой системы.

Рецепторы сосудистых рефлексогенных зон возбуждаются при повышении давления крови в сосуде, поэтому их называют *барорецепторами* или *прессорецепторами*.

Повышение кровяного давления в аорте вызывает растяжение ее стенок и, как следствие, раздражение прессорецепторов аортальной рефлексогенной зоны. Возникшее в рецепторах возбуждение по волокнам аортального нерва достигает продолговатого мозга. Рефлекторно повышается тонус ядер блуждающих нервов, что приводит к торможению сердечной деятельности, вследствие чего частота и сила сердечных сокращений уменьшаются. Тонус сосудосуживающего центра при этом снижается, что вызывает расширение сосудов внутренних органов.

Торможение работы сердца и расширение просвета кровеносных сосудов восстанавливают повысившееся кровяное давление до нормальных величин.

В области разветвления сонной артерии на наружную и внутреннюю располагается синокаротидная рефлексогенная зона. Здесь расположены прессорецепторы, раздражающиеся при повышении давления крови в каротидном синусе. Возбуждение по синокаротидному нерву (в составе языкоглоточного нерва) достигает продолговатого мозга. Дальнейший механизм, приводящий к выравниванию величины кровяного давления, таков же, как и при реакции с аортальной рефлексогенной зоной.

Гуморальная регуляция кровообращения. На деятельность сердца и сосудов оказывают влияние химические вещества, находящиеся в крови. Так, в надпочечниках вырабатывается гормон *адреналин*. Он учащает и усиливает деятельность сердца и суживает просвет кровеносных сосудов. В нервных окончаниях парасимпатических нервов образуется *ацетилхолин*, который расширяет просвет кровеносных сосудов и замедляет и ослабляет сердечную деятельность. На работу сердца оказывают влияние и некоторые соли. Увеличение концентрации ионов калия тормозит работу сердца, а увеличение концентрации ионов кальция вызывает учащение и усиление сердечной деятельности.

Гуморальные влияния тесно связаны с нервной регуляцией деятельности системы кровообращения. Выделение самих химических веществ в кровь и поддержание их определенной концентрации в крови регулируется нервной системой.

Деятельность всей системы кровообращения направлена на обеспечение организма в разных условиях необходимым количеством кислорода и питательных веществ, на выведение из клеток и органов продуктов обмена, сохранение на постоянном уровне кровяного давления. Это создает условия для сохранения постоянства внутренней среды организма.

6. Возрастные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку

По мере роста и развития сердечно-сосудистой системы изменяются и ее реакции у детей и подростков на физическую нагрузку. Возрастные особенности этих реакций отчетливо проявляются как при постановке специальных функциональных проб, направленных на выявление состояния сердечно-сосудистой системы, так и в процессе выполнения физических упражнений, общественно полезного, производительного труда.

На *динамическую физическую нагрузку* дети и подростки реагируют повышением частоты сердечных сокращений, максимального артериального давления (ударного объема). Чем младше дети, тем в большей мере, даже на меньшую физическую нагрузку, они реагируют повышением частоты пульса, меньшим увеличением ударного объема, обеспечивая примерно одинаковый прирост минутного объема.

Дети и подростки, систематически занимающиеся физической культурой, постоянно выполняющие общественно полезные работы при

строгом нормировании физических нагрузок, тренируют сердце, повышают его функциональные возможности.

Наступающая тренированность обуславливает предельную экономичность работы сердца, увеличение его резервных возможностей, повышение работоспособности и выносливости. Это четко проявляется в реакциях тренированных детей и подростков по сравнению с нетренированными сверстниками. Минутный объем сердца тренированные дети и подростки по сравнению со своими тренированными сверстниками обеспечивают за счет увеличения ударного объема и в меньшей степени за счет частоты сердечных сокращений. Проявляется и другая примечательная особенность: время восстановления гемодинамических показателей у тренированных учащихся короче, чем у нетренированных. В ответ на большую нагрузку (двухминутный бег, 180 шагов в 1 мин) у тренированных школьников 15 лет количество крови, выбрасываемое за 1 мин, достигает такого объема, которое позволяет обеспечить кислородом работающие органы. При большой нагрузке особенно ярко проявляются различия в реакциях сердечно-сосудистой системы тренированного и нетренированного школьника.

У юных спортсменов (16—18 лет) после дозированной физической нагрузки (20 приседаний за 30 с или 60 подскоков) частота сердечных сокращений увеличивается на 60—70%, максимальное артериальное давление повышается на 25—30%, а минимальное снижается на 20—25%; пульс возвращается к исходной частоте через 1,0—1,5 мин. Такая реакция расценивается как благоприятная.

На аналогичную нагрузку нетренированные подростки реагируют повышением частоты сердечных сокращений на 100%, максимального артериального давления на 30—40% и снижением минимального на 10—15%; пульс возвращается к величинам до нагрузки через 2—3 мин после ее завершения. Еще более неблагоприятна реакция сердечно-сосудистой системы, когда у школьников падает максимальное артериальное давление, повышается минимальное и снижается ударный объем, резко затягивается восстановительный период, появляется одышка, головокружение, учащается пульс. Подобная реакция сигнализирует о том, что сердечно-сосудистая система не справляется с нагрузкой и она должна быть ограничена. Такая же реакция у юных спортсменов может указывать на перетренированность организма. В этих случаях необходимо уменьшить тренировочные нагрузки, увеличить отдых, ввести разнообразие в занятия

видами спорта (для легкоатлетов — спортивные игры, а для тренирующихся в спортивных играх — лыжи, плавание).

Статическая нагрузка (а к ней относится и позное напряжение) сопровождается иными реакциями сердечно-сосудистой системы. Сидение — активное состояние, при котором сильное напряжение испытывают около 250 мышц. Максимальная нагрузка приходится на затылочные, спинные мышцы-разгибатели, а также мышцы тазового пояса. Статическая нагрузка в отличие от динамической повышает как максимальное, так и минимальное артериальное давление. Так реагируют даже на легкую статическую нагрузку, равную 30% от максимальной силы сжатия динамометра, школьники всех возрастов. При этом в начале учебного года изменения гемодинамических показателей менее резки, чем в конце года. В начале года, например, у мальчиков 8—9 лет на указанную статическую нагрузку повышается минимальное давление на 5,5% и максимальное на 10%, а в конце года соответственно на 11 и 21%. Такая реакция регистрируется более чем в течение 5 мин после прекращения воздействия статического усилия.

Длительное позное напряжение сопровождается у школьников спазмом артериол, что приводит к общему повышению артериального давления. Увеличение двигательной активности в режиме учебных занятий — одна из мер профилактики у учащихся сердечно-сосудистых расстройств, в частности развития гипертонии.

Важная роль, которую выполняет сердце в организме, диктует необходимость применения профилактических мер, способствующих его нормальной функции, укрепляющих его, предохраняющих от заболеваний, которые вызывают органические изменения клапанного аппарата и самой сердечной мышцы. Занятия физической культурой и трудом в пределах возрастных границ допустимых физических нагрузок — наиважнейшая мера укрепления сердца.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные онтогенетические направления в развитие ССС: изменение структуры, функциональных параметров, артериального давления и т. д.
2. Особенности ССС плода.
3. Особенности ССС новорожденного.
4. Особенности ССС детей.
5. Особенности ССС подростков.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ПЛАН:

1. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ИХ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
2. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ И ЕЕ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

1. Строение и функция органов дыхания и их возрастные особенности

Дыхание — необходимый для жизни процесс постоянного обмена газами между организмом и окружающей средой. Дыхание обеспечивает постоянное поступление в организм кислорода, необходимого для осуществления окислительных процессов, являющихся основным источником энергии. Без доступа кислорода жизнь может продолжаться лишь несколько минут. При окислительных процессах образуется углекислый газ, который должен быть удален из организма. В понятие дыхания включают следующие процессы:

- 1) внешнее дыхание — обмен газов между внешней средой и легкими — легочная вентиляция;
- 2) обмен газов в легких между альвеолярным воздухом и кровью капилляров — легочное дыхание;
- 3) транспорт газов кровью, перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа из тканей в легкие;
- 4) обмен газов в тканях;
- 5) внутреннее, или тканевое, дыхание — биологические процессы, происходящие в митохондриях клеток.

Этот этап дыхания является предметом рассмотрения в курсе биохимии. Нарушение любого из этих процессов создает опасность для жизни человека.

Дыхательная система человека включает: воздухоносные пути, к которым относятся полость носа, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие — состоящие из бронхиол, альвеолярных мешочков и богато снабженные сосудистыми разветвлениями; костно-мышечную систему, обеспечивающую дыхательные движения: к ней относятся ребра, межреберные и другие вспомогательные мышцы, диафрагма. Все звенья дыхательной системы претерпевают с возрастом существенные структурные преобразования, что определяет особенности дыхания детского организма на разных этапах развития.

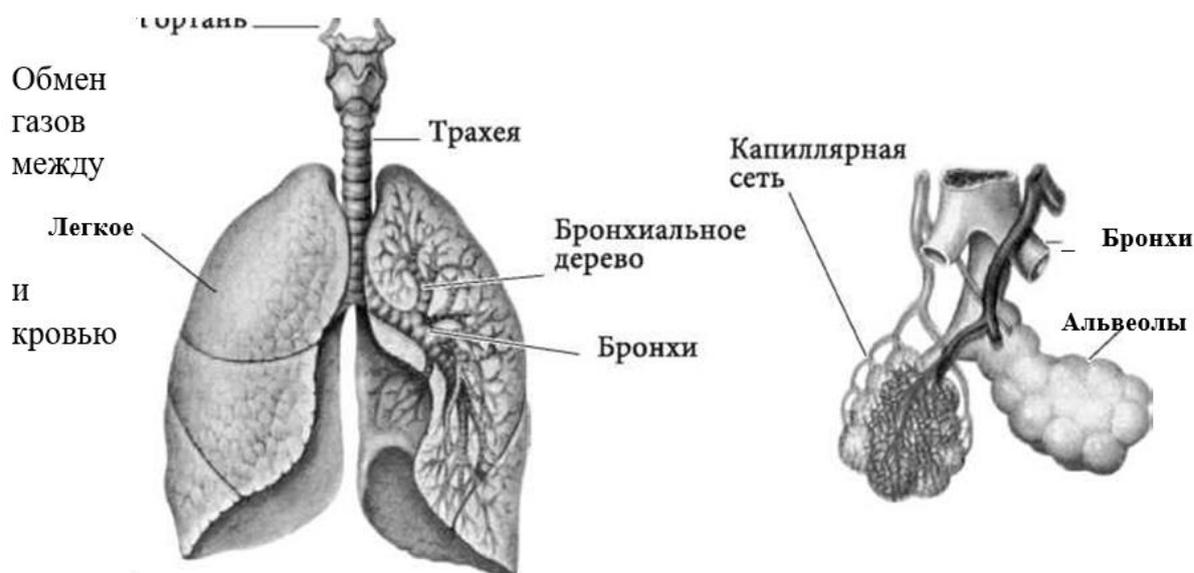


Рисунок . Легкие

Воздухоносные пути и дыхательный путь начинаются *носовой полостью*. Слизистая оболочка носовой полости обильно снабжена кровеносными сосудами и покрыта многослойным мерцательным эпителием. В эпителии много железок, выделяющих слизь, которая вместе с пылевыми частицами, проникшими со вдыхаемым воздухом, удаляется мерцательными движениями ресничек. В носовой полости вдыхаемый воздух согревается, частично очищается от пыли и увлажняется. К моменту рождения носовая полость ребенка недоразвита, она отличается узкими носовыми отверстиями и практически отсутствием придаточных пазух, окончательное формирование которых происходит в подростковом возрасте. Объем носовой полости с возрастом увеличивается примерно в 2,5 раза. Структурные особенности носовой полости детей раннего возраста затрудняют носовое дыхание, дети часто дышат с открытым ртом, что приводит к подверженности простудным заболеваниям. Одним из факторов, затрудняющих дыхание через нос, являются аденоиды. «Заложенный» нос влияет на речь, вызывая закрытую гнусавость, косноязычие. При «заложенном» носе воздух недостаточно очищается от вредных примесей, пыли, недостаточно увлажняется, отчего возникают частые воспаления гортани и трахеи. Ротовое дыхание вызывает кислородное голодание, застойные явления в грудной клетке и черепной коробке, деформацию грудной клетки, понижение слуха, частые отиты, бронхиты, сухость слизистой полости рта, неправильное (высокое) развитие твердого нёба, нарушение нормального положения носовой перегородки и формы нижней челюсти.

В придаточных пазухах носовой полости детей могут развиваться воспалительные процессы — гайморит и фронтит.

Гайморит — воспаление придаточной (гайморовой— верхнечелюстной) полости носа. Обычно гайморит развивается после острой инфекции (скарлатина, корь, грипп). Инфекция попадает через кровь из полости носа или из соседнего очага (кариозный зуб). Больной испытывает общее недомогание, озноб, повышается температура до 38° в первые дни заболевания, появляется головная боль или боль невралгического характера с иррадиацией в щеку, в верхние зубы и висок, слизистая носа (односторонне) набухает, появляются выделения (с той же стороны). Необходимо немедленно направить ребенка в лечебное учреждение для своевременного лечения. Недостаточное лечение приводит к переходу заболевания в хроническое состояние.

Фронтит — воспаление лобной пазухи. Больной жалуется на боль над бровью, во лбу и нижней стенке лобной пазухи, наблюдается слезотечение и светобоязнь. Комплекс этих симптомов появляется периодически, они продолжаются с 10—11 ч утра и затихают к 15—16 ч дня. При вертикальном положении тела наблюдаются обильные выделения (гнойные). Важно направить ребенка в лечебное учреждение для своевременного лечения. Нередко заболевание становится хроническим.

Из полости носа воздух попадает в *носоглотку* — верхнюю часть глотки. В глотку открываются также полость носа, гортань и слуховые трубы, соединяющие полость глотки со средним ухом. Глотка ребенка отличается меньшей длиной, большей шириной и низким расположением слуховой трубы. Особенности строения носоглотки приводят к тому, что заболевания верхних дыхательных путей у детей часто осложняются воспалением среднего уха, так как инфекция легко проникает в ухо через широкую и короткую слуховую трубу. Заболевания миндалевидных желез, расположенных в глотке, серьезно отражаются на здоровье ребенка.

Тонзиллит — воспаление миндалин. Оно может быть острым (ангины) и хроническим. Хронический тонзиллит развивается после частых ангин и некоторых других инфекционных заболеваний, сопровождающихся воспалением слизистой оболочки зева (скарлатина, корь, дифтерия). Особую роль в развитии хронического заболевания миндалин имеет микробная (стрептококк и аденовирус) инфекция. Хронический тонзиллит способствует возникновению ревматизма, воспалению почек, органическому поражению сердца.

Одним из видов заболеваний миндалевидных желез являются аденоиды — увеличение третьего миндалика, находящегося в носоглотке. Для увеличения миндалика имеют значение ряд перенесенных инфекций, климатические условия (в холодном климате аденоиды у детей встречаются чаще, чем в теплом). Разрастание миндалика констатируется преимущественно у детей до 7—8 лет. При аденоидах наблюдаются: долго непрекращающийся насморк, затрудненное носовое дыхание, особенно по ночам (храпение, неосвежающий, беспокойный сон с частым пробуждением), притупление обоняния, открытый рот, отчего нижняя губа отвисает, носогубные складки сглаживаются, появляется особое «аденоидное» выражение лица.

Следующее звено воздухоносных путей — *гортань*. Скелет гортани образован хрящами, соединенными между собой суставами, связками и мышцами.

Полость гортани покрыта слизистой оболочкой, которая образует две пары складок, замыкающих вход в гортань во время глотания. Нижняя пара складок покрывает голосовые связки. Пространство между голосовыми связками называют *голосовой щелью*. Таким образом, гортань не только связывает глотку с трахеей, но и участвует в речевой функции.

Гортань у детей короче, уже и располагается выше, чем у взрослых. Наиболее интенсивно гортань растет на 1—3-м годах жизни и в период полового созревания. В период полового созревания появляются половые различия в строении гортани. У мальчиков образуется кадык, удлиняются голосовые связки, гортань становится шире и длиннее, чем у девочек, происходит ломка голоса.

От нижнего края гортани отходит *трахея*. Длина ее увеличивается в соответствии с ростом туловища, максимальное ускорение роста трахеи отмечено в возрасте 14—16 лет. Окружность трахеи увеличивается соответственно увеличению объема грудной клетки. Трахея разветвляется на два *bronха*, правый из которых более короткий и широкий. Наибольший рост бронхов происходит в первый год жизни и в период полового созревания.

Слизистая оболочка воздухоносных путей у детей более обильно снабжена кровеносными сосудами, нежна и ранима, она содержит меньше слизистых желез, предохраняющих ее от повреждения. Эти особенности слизистой оболочки, выстилающей воздухоносные пути, в детском возрасте в сочетании с более узким просветом гортани и трахеи обуславливают подверженность детей воспалительным заболеваниям органов дыхания.

Легкие. С возрастом существенно изменяется и структура основного органа дыхания — легких. Первичный бронх, вступив в ворота легких, делится на более мелкие бронхи, которые образуют бронхиальное дерево. Самые тонкие веточки его называют *бронхиолами*. Тонкие бронхиолы входят в легочные дольки и внутри них делятся на конечные бронхиолы.

Бронхиолы разветвляются на альвеолярные ходы с мешочками, стенки которых образованы множеством легочных пузырьков— *альвеол*. Альвеолы являются конечной частью дыхательного пути (рис. 42). Стенки легочных пузырьков состоят из одного слоя плоских эпителиальных клеток. Каждая альвеола окружена снаружи густой сетью капилляров. Через стенки альвеол и капилляров происходит обмен газами — из воздуха в кровь переходит кислород, а из крови в альвеолы поступают углекислый газ и пары воды.

В легких насчитывают до 350 млн. альвеол, а их поверхность достигает 150 м². Большая поверхность альвеол способствует лучшему газообмену. По одну сторону этой поверхности находится альвеолярный воздух, постоянно обновляющийся в своем составе, по другую — непрерывно текущая по сосудам кровь. Через обширную поверхность альвеол происходит диффузия кислорода и углекислого газа. Во время физической работы, когда при глубоких вдохах альвеолы значительно растягиваются, размеры дыхательной поверхности увеличиваются. Чем больше общая поверхность альвеол, тем интенсивнее происходит диффузия газов.

Каждое легкое покрыто серозной оболочкой, называемой *плеврой*. У плевры два листка. Один плотно сращен с легким, другой приращен к грудной клетке. Между обоими листками — небольшая *плевральная полость*, заполненная серозной жидкостью (около 1—2 мл), которая облегчает скольжение листков плевры при дыхательных движениях. В альвеолах осуществляется газообмен: кислород из альвеолярного воздуха переходит в кровь, из крови углекислый газ поступает в альвеолы.

Стенки альвеол и стенки капилляров очень тонкие, что способствует проникновению газов из легких в кровь и наоборот. Газообмен зависит от поверхности, через которую осуществляется диффузия газов, и разности парциального давления диффундирующих газов. Такие условия есть в легких. При глубоком вдохе альвеолы растягиваются и их поверхность достигает 100—150 м². Также велика и поверхность капилляров в легких. Есть и достаточная разница парциального давления газов, альвеолярного воздуха и напряжения этих газов в венозной крови. Для кислорода эта разница составляет 70 мм рт.ст., для углекислого газа— 7 мм рт. ст.

Легкие у детей растут главным образом за счет увеличения объема альвеол (у новорожденного диаметр альвеолы 0,07 мм, у взрослого он достигает уже 0,2 мм). До 3 лет происходит усиленный рост легких и дифференцировка их отдельных элементов. Число альвеол к 8 годам достигает числа их у взрослого человека. В возрасте от 3 до 7 лет темпы роста легких снижаются. Особенно энергично растут альвеолы после 12 лет. Объем легких к 12 годам увеличивается в 10 раз по сравнению с объемом легких новорожденного, а к концу периода полового созревания — в 20 раз (в основном за счет увеличения объема альвеол). Соответственно изменяется газообмен в легких, увеличение суммарной поверхности альвеол приводит к возрастанию диффузионных возможностей легких.

Дыхательные движения. Обмен газов между атмосферным воздухом и воздухом, находящимся в альвеолах, происходит благодаря ритмическому чередованию актов вдоха и выдоха.

В легких нет мышечной ткани, и поэтому активно они сокращаться не могут. Активная роль в акте вдоха и выдоха принадлежит дыхательным мышцам. При параличе дыхательных мышц дыхание становится невозможным, хотя органы дыхания при этом не поражены.

При вдохе сокращаются наружные межреберные мышцы и диафрагма. Межреберные мышцы приподнимают ребра и отводят их несколько в сторону. Объем грудной клетки при этом увеличивается. При сокращении диафрагмы ее купол уплощается, что также ведет к увеличению объема грудной клетки. При глубоком дыхании принимают участие и другие мышцы груди и шеи. Легкие, находясь в герметически закрытой грудной клетке, пассивно следуют во время вдоха и выдоха за ее движущимися стенками, так как при помощи плевры они приращены к грудной клетке. Этому способствует и отрицательное давление в грудной полости. Отрицательное давление — это давление ниже атмосферного. Во время вдоха оно ниже атмосферного на 9—12 мм рт. ст., а во время выдоха — на 2—6 мм рт. ст.

В ходе развития грудная клетка растет быстрее, чем легкие, отчего легкие постоянно (даже при выдохе) растянуты. Растянутая эластичная ткань легких стремится сжаться. Сила, с которой ткань легкого стремится сжаться за счет эластичности, противодействует атмосферному давлению. Вокруг легких, в плевральной полости, создается давление, равное атмосферному минус эластическая тяга легких. Так вокруг легких создается отрицательное давление. За счет отрицательного давления в плевральной полости легкие следуют за расширившейся грудной клеткой. Легкие при

этом растягиваются. Атмосферное давление действует на легкие изнутри через воздухоносные пути, растягивает их, прижимает к грудной стенке.

В растянутом легком давление становится ниже атмосферного, и за счет разницы давления атмосферный воздух через дыхательные пути устремляется в легкие. Чем больше увеличивается при вдохе объем грудной клетки, тем больше растягиваются легкие, тем глубже вдох.

При расслаблении дыхательных мышц ребра опускаются до исходного положения, купол диафрагмы приподнимается, объем грудной клетки, а следовательно, и легких уменьшается и воздух выдыхается наружу. В глубоком выдохе принимают участие мышцы живота, внутренние межреберные и другие мышцы.

Постепенность созревания костно-мышечного аппарата дыхательной системы и особенности его развития у мальчиков и девочек определяют возрастные и половые различия типов дыхания. У детей раннего возраста ребра имеют малый изгиб и занимают почти горизонтальное положение. Верхние ребра и весь плечевой пояс расположены высоко, межреберные мышцы слабые. В связи с такими особенностями у новорожденных преобладает *диафрагмальное дыхание* с незначительным участием межреберных мышц. Диафрагмальный тип дыхания сохраняется до второй половины первого года жизни. По мере развития межреберных мышц и роста ребенка грудная клетка опускается вниз и ребра принимают косо-положение. Постепенно дыхание грудных детей становится грудобрюшным, с преобладанием диафрагмального, причем в верхнем отделе грудной клетки подвижность остается все еще небольшой.

В возрасте от 3 до 7 лет в связи с развитием плечевого пояса все более начинает преобладать *грудной тип дыхания*, и к 7 годам он становится выраженным.

В 7—8 лет выявляются половые отличия в типе дыхания: у мальчиков становится преобладающим *брюшной тип дыхания*, у девочек — *грудной*. Заканчивается половая дифференцировка дыхания к 14—17 годам. Следует заметить, что тип дыхания у юношей и девушек может меняться в зависимости от занятий спортом, трудовой деятельностью.

Возрастные особенности строения грудной клетки и мышц обуславливают особенности глубины и частоты дыхания в детском возрасте. Взрослый человек делает в среднем 15—17 дыхательных движений в минуту, за один вдох при спокойном дыхании вдыхается 500 мл

воздуха. Объем воздуха, поступающий в легкие за один вдох, характеризует глубину дыхания.

Дыхание новорожденного ребенка частое и поверхностное. Частота подвержена значительным колебаниям — 48—63 дыхательных цикла в минуту во время сна. У детей первого года жизни частота дыхательных движений в минуту во время бодрствования 50—60, а во время сна — 35—40. У детей 1—2 лет во время бодрствования частота дыхания 35—40, у 2—4-летних — 25—35 и у 4—6-летних — 23—26 циклов в минуту. У детей школьного возраста происходит дальнейшее урежение дыхания (18—20 раз в минуту).

Большая частота дыхательных движений у ребенка обеспечивает высокую легочную вентиляцию.

Объем вдыхаемого воздуха у ребенка в 1 месяц жизни составляет 30 мл, в 1 год — 70 мл, в 6 лет — 156 мл, в 10 лет — 239 мл, в 14 лет — 300 мл.

За счет большой частоты дыхания у детей значительно выше, чем у взрослых, минутный объем дыхания (в пересчете на 1 кг массы). *Минутный объем дыхания* — это количество воздуха, которое человек вдыхает за 1 мин; он определяется произведением величины вдыхаемого воздуха на число дыхательных движений за 1 мин. У новорожденного минутный объем дыхания составляет 650—700 мл воздуха, к концу первого года жизни — 2600—2700 мл, к 6 годам — 3500 мл, у 10-летнего ребенка — 4300 мл, у 14-летнего — 4900 мл, у взрослого человека — 5000—6000 мл.

Важной характеристикой функционирования дыхательной системы является *жизненная емкость* легких — наибольшее количество воздуха, который человек может выдохнуть после глубокого вдоха. Жизненная емкость воздуха легких меняется с возрастом, зависит от длины тела, степени развития грудной клетки и дыхательных мышц, пола. Обычно она больше у мужчин, чем у женщин. У спортсменов жизненная емкость легких больше, чем у нетренированных людей: у штангистов, например, она составляет около 4000 мл, у футболистов — 4200, у гимнастов — 4300, у пловцов — 4900, у гребцов — 5500 мл и более.

Таблица 5: Средняя величина жизненной емкости легких (в мл)

Пол	Возраст (в годах)								
	4	5	6	7	8	10	12	15	17
Мальчики	1200	1200	1200	1400	1440	1630	1975	2600	3520
Девочки	-	-	1100	1200	1360	1460	1905	2530	2760

Так как измерение жизненной емкости легких требует активного и сознательного участия самого ребенка, то она может быть определена лишь после 4—5 лет.

К 16—17 годам жизненная емкость легких достигает величин, характерных для взрослого человека. Для определения жизненной емкости легких используется прибор спирометр. Жизненная емкость является важным показателем физического развития.

2. Регуляция дыхания и ее возрастные особенности

Дыхательный центр. Регуляция дыхания осуществляется центральной нервной системой, специальные области которой обуславливают *автоматическое* дыхание — чередование вдоха и выдоха и *произвольное* дыхание, обеспечивающее приспособительные изменения в системе органов дыхания, соответствующие конкретной внешней ситуации и осуществляемой деятельности. Группа нервных клеток, ответственная за осуществление дыхательного цикла, называется *дыхательным центром*. Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге, его разрушение приводит к остановке дыхания.

Дыхательный центр находится в состоянии постоянной активности: в нем ритмически возникают импульсы возбуждения. Эти импульсы возникают автоматически. Даже после полного выключения центростремительных путей, идущих к дыхательному центру, в нем можно зарегистрировать ритмическую активность. Автоматизм дыхательного центра связывают с процессом обмена веществ в нем. Ритмические импульсы передаются из дыхательного центра по центробежным нейронам к межреберным мышцам и диафрагме, обеспечивая последовательное чередование вдоха и выдоха.

Деятельность дыхательного центра регулируется рефлекторно, импульсацией, поступающей из различных рецепторов, и гуморально, изменяясь в зависимости от химического состава крови.

Рефлекторная регуляция. К рецепторам, возбуждение которых по центростремительным путям поступает в дыхательный центр, относятся *хеморецепторы*, расположенные в крупных сосудах (артериях) и реагирующие на снижение напряжения в крови кислорода и увеличение концентрации двуокиси углерода, и *механорецепторы* легких и дыхательных мышц. На регуляцию дыхания оказывают влияние также

рецепторы воздухоносных путей. Рецепторы легких и дыхательных мышц имеют особое значение в чередовании вдоха и выдоха, от них в большей степени зависит соотношение этих фаз дыхательного цикла, их глубина и частота.

При вдохе, когда легкие растягиваются, раздражаются рецепторы в их стенках. Импульсы от рецепторов легких по центростремительным волокнам блуждающего нерва достигают дыхательного центра, тормозят центр вдоха и возбуждают центр выдоха. В результате дыхательные мышцы расслабляются, грудная клетка опускается, диафрагма принимает вид купола, объем грудной клетки уменьшается и происходит выдох. Выдох, в свою очередь, рефлекторно стимулирует вдох.

В регуляции дыхания принимает участие кора головного мозга, обеспечивающая тончайшее приспособление дыхания к потребностям организма в связи с изменениями условий внешней среды и жизнедеятельности организма. Человек может произвольно, по своему желанию, на время задержать дыхание, изменить ритм и глубину дыхательных движений. Влияниями коры головного мозга объясняются предстартовые изменения дыхания у спортсменов — значительное углубление и учащение дыхания перед началом соревнования. Возможна выработка условных дыхательных рефлексов. Если к вдыхаемому воздуху добавить 5—7% углекислого газа, который в такой концентрации учащает дыхание, и сопровождать вдох стуком метронома или звонком, то через несколько сочетаний один только звонок или стук метронома вызовет учащение дыхания.

Гуморальные влияния на дыхательный центр. Большое влияние на состояние дыхательного центра оказывает химический состав крови, в частности ее газовый состав. Накопление углекислого газа в крови вызывает раздражение рецепторов в кровеносных сосудах, несущих кровь к голове, и рефлекторно возбуждает дыхательный центр. Подобным образом действуют и другие кислые продукты, поступающие в кровь, например, молочная кислота, содержание которой в крови увеличивается во время мышечной работы.

Особенности регуляции дыхания в детском возрасте. К моменту рождения ребенка его дыхательный центр способен обеспечивать ритмичную смену фаз дыхательного цикла (вдох и выдох), но не так совершенно, как у детей старшего возраста. Это связано с тем, что к моменту рождения функциональное формирование дыхательного центра еще не закончилось. Об этом свидетельствует большая изменчивость частоты, глубины, ритма дыхания у детей раннего возраста. Возбудимость

дыхательного центра у новорожденных и грудных детей низкая. Дети первых лет жизни отличаются более высокой устойчивостью к недостатку кислорода (гипоксии), чем дети более старшего возраста.

Формирование функциональной деятельности дыхательного центра происходит с возрастом. К 11 годам уже хорошо выражена возможность приспособления дыхания к различным условиям жизнедеятельности.

Чувствительность дыхательного центра к содержанию углекислого газа повышается с возрастом и в школьном возрасте достигает примерно уровня взрослых. Следует отметить, что 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.

У взрослого человека во время мышечной работы увеличивается легочная вентиляция в связи с учащением и углублением дыхания. 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 достигает 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 упражнений и помогают правильно сочетать определенные движения с фазой дыхания (вдохом и выдохом).

Одним из важных факторов в обеспечении оптимального функционирования дыхательной системы при различного вида нагрузках является регуляция соотношения вдоха и выдоха. Наиболее эффективным и

облегчающим физическую и умственную деятельность 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. Для этого важно правильное положение 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 прямую осанку, так как это содействует расширению грудной клетки, облегчает деятельность легких и обеспечивает более глубокое дыхание. При согнутом положении туловища в организм поступает меньшее количество воздуха.

Правильное положение тела детей в процессе различных видов деятельности содействует расширению грудной клетки, облегчает глубокое дыхание. Наоборот, при согнутом положении туловища создаются обратные условия, нарушается нормальная деятельность легких, ими поглощается меньшее количество воздуха, а вместе с этим и кислорода.

Воспитанию у детей и подростков правильного дыхания через нос в состоянии относительного покоя, во время трудовой деятельности и выполнения физических упражнений уделяется большое внимание в процессе физического воспитания. Дыхательная гимнастика, плавание, гребля, катание на коньках, ходьба на лыжах особенно содействуют совершенствованию дыхания.

Дыхательная гимнастика имеет и большое оздоровительное значение. При спокойном и глубоком вдохе понижается внутригрудное давление, так как опускается вниз диафрагма. Возрастает приток венозной крови к правому предсердию, что облегчает работу сердца. Опускающаяся при вдохе диафрагма массирует печень и верхние органы брюшной полости, помогает удалению из них продуктов обмена веществ, а из печени — венозной застойной крови и желчи.

Во время глубокого выдоха диафрагма поднимается, что увеличивает отток венозной крови из нижних конечностей, области таза и живота. В результате облегчается кровообращение. Одновременно при глубоком выдохе происходит легкий массаж сердца и улучшение его кровоснабжения.

В дыхательной гимнастике три основные разновидности дыхания, называемые в соответствии с формой выполнения — грудным, брюшным и полным дыханием. Наиболее полноценным для здоровья считается *полное дыхание*. Существуют разнообразные комплексы дыхательной гимнастики. Эти комплексы рекомендуется выполнять до 3 раз в день, спустя не менее часа после еды.

Гигиеническое значение воздушной среды в помещении. Чистота воздуха и его физико-химические свойства имеют огромное значение для здоровья и работоспособности детей и подростков. Пребывание детей и подростков в запыленном, плохо проветриваемом помещении является причиной не только ухудшения функционального состояния организма, но и многих заболеваний.

Известно, что в закрытых, плохо проветриваемых и аэрируемых помещениях, одновременно с повышением температуры воздуха резко ухудшаются его физико-химические свойства. Для организма человека безразлично содержание в воздухе положительных и отрицательных ионов. В атмосферном воздухе количество положительных и отрицательных ионов почти одинаково, легкие ионы значительно преобладают над тяжелыми.

Исследования показали, что на человека благоприятно влияют легкие и отрицательные ионы, а число их в рабочих помещениях постепенно уменьшается. Начинают преобладать положительные и тяжелые ионы, которые угнетают жизнедеятельность человека. В школах перед уроками в 1 см^3 воздуха содержится около 467 легких и 10 тыс. тяжелых ионов, а в конце учебного дня количество первых снижается до 220, а вторых увеличивается до 24 тыс.

Благотворное физиологическое действие отрицательных аэроионов явилось основанием к применению искусственной ионизации воздуха закрытых помещений детских учреждений, спортивных залов. Сеансы непродолжительного (10 мин) пребывания в помещении, где в 1 см^3 воздуха содержится 450—500 тыс. легких ионов, продуцируемых специальным аэроионизатором, не только положительно сказываются на работоспособности, но и оказывают закаливающее влияние.

Параллельно с ухудшением ионного состава, повышением температуры и влажности воздуха в классных помещениях увеличивается концентрация углекислоты, скапливаются аммиак и различные органические вещества. Ухудшение физико-химических свойств воздуха, особенно в помещениях со сниженной высотой, влечет за собой

существенное ухудшение работоспособности клеток коры головного мозга человека.

От начала к концу занятий возрастает запыленность воздуха и его бактериальная загрязненность, особенно, если к началу занятий были плохо проведены уборка помещений влажным способом и проветривание. Количество колоний микроорганизмов в 1 м³ воздуха в таких условиях к концу занятий во вторую смену возрастает в 6—7 раз, вместе с безвредной микрофлорой в нем содержится и патогенная.

При высоте помещений в 3,5 м требуется не менее 1,43 м² на одного учащегося. Снижение высоты учебных и жилых (школы-интерната) помещений требует увеличения площади на одного учащегося. При высоте помещения 3 м на одного учащегося необходимо минимум 1,7 м², а при высоте 2,5 м — 2,2 м².

Поскольку при физической работе (уроки физического воспитания, труда в мастерских) количество выделяемой учащимися углекислоты возрастает в 2—3 раза, необходимый объем воздуха, который нужно обеспечить в физкультурном зале, в мастерских, соответственно, возрастает до 10—15 м³. Соответственно, увеличивается и площадь на одного учащегося.

Физиологическая потребность детей в чистом воздухе обеспечивается устройством системы центральной вытяжной вентиляции и форточек или фрамуг.

Поступление воздуха в помещение и его смена происходят и естественным путем. Обмен воздуха происходит через поры строительного материала, щели в рамах окон, в дверях, благодаря разности температур и давления внутри помещения и снаружи. Однако, обмен этот ограничен и недостаточен.

Устройство приточно-вытяжной искусственной вентиляции в детских учреждениях не оправдало себя. Поэтому получило распространение устройство центральной вытяжной вентиляции с широкой аэрацией — притоком атмосферного воздуха.

Открывающаяся часть окон (фрамуги, форточки) в каждом помещении по своей общей площади должна составлять не менее 1:50 (лучше 1:30) площади пола. Более целесообразны для проветривания фрамуги, так как площадь их больше и наружный воздух поступает через них вверх, что обеспечивает эффективный воздухообмен в помещении. Сквозное проветривание эффективнее обычного в 5—10 раз. При сквозном проветривании резко уменьшается и содержание микроорганизмов в воздухе помещений.

Действующими нормами и правилами предусматривается естественная вытяжная вентиляция в размере однократного обмена в 1 ч. Предполагается, что остальной объем воздуха удаляется через рекреационные помещения с последующей вытяжкой из санитарных узлов и через вытяжные шкафы лабораторий химии. В мастерские приток воздуха должен обеспечивать 20 м³/ч, в спортивных залах — 80 м³/ч на одного учащегося. В химической и физической лабораториях и в столярной мастерской устраивают дополнительные вытяжные шкафы. В целях борьбы с пылью не реже одного раза в месяц следует производить генеральную уборку с мытьем панелей, радиаторов, подоконников, дверей, тщательной протиркой мебели.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Строение и функции органов дыхания человека.
2. Особенности дыхания плода и новорожденных.
3. Основные онтогенетические направления в развитие дыхательной системы: изменение частоты и глубины дыхания, жизненной емкости легких в зависимости от пола, тренированности детей.
4. Возрастные особенности регуляции дыхания

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ГИГИЕНА

ПЛАН:

1. РАЗВИТИЕ ПОТОВЫХ И САЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ
2. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПОЧЕК
3. МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ

Выделение — неотъемлемая часть обмена веществ и энергии. Оно направлено на поддержание постоянства внутренней среды организма и представляет собой функциональную систему, конечным приспособительным результатом которой является выделение из организма продуктов жизнедеятельности.

Выделение осуществляется кожей (потовыми и сальными железами), почками, легкими, желудочно-кишечным трактом и другими органами.

1. Развитие потовых и сальных желез

Кожа выполняет выделительную функцию за счет *потовых желез* и, в меньшей степени, *сальных желез*. С потом удаляются вода, мочевины, мочевая кислота, креатинин, молочная кислота, соли щелочных металлов (особенно натрия), органические вещества, микроэлементы, летучие жирные кислоты и др.

Малые потовые железы обнаруживаются у детей на 4-5 месяце внутриутробной жизни, и к моменту рождения многие из них способны функционировать. Однако, полного развития большинство потовых желез достигают лишь к 5-7 годам жизни.

Количество потовых желез на 1 см² кожи у новорожденных значительно больше, чем у взрослых. С возрастом оно уменьшается, но еще и в 7 лет в несколько раз превышает количество потовых желез взрослых. С возрастом увеличивается количество активных (функционирующих) потовых желез, особенно в первые два года жизни ребенка.

Потовыделение начинается с 3-4 недели жизни ребенка. На 1 кг массы тела в сутки у детей в возрасте 1 месяца выделяется 30-35 г пота. Потоотделение у детей 1 года жизни начинается при более высокой температуре окружающего воздуха. Интенсивное потоотделение на ладонях отмечается в 1 год и 5-7 лет.

У новорожденных и детей грудного возраста снижение потоотделения на холодовое раздражение выражено очень слабо.

Большие потовые железы, сохранившиеся у человека лишь в подмышечной области, районе грудных сосков, области половых органов и анального отверстия, начинают функционировать к моменту полового созревания. Деятельность этих потовых желез определяется степенью развития желез внутренней секреции (в первую очередь гипофиза и половых желез).

Сальные железы — кожные железы гроздевидной формы, выделяющие кожное сало, предохраняющее кожу от высыхания и появления трещин, а также придающее ей эластичность и мягкость. Сальные железы расположены почти по всей гладкой коже человека. Их нет только на ладонях и на подошвах. Они залегают на уровне примерно 0,5 мм под поверхностью кожи. В местах наибольшего скопления сальных желез (волосистая часть головы, лоб, подбородок, спина) их число достигает 800 и более на 1 см².

Сальные железы начинают функционировать еще во внутриутробном периоде. Непосредственно перед рождением отмечается усиление их деятельности. Секрет сальных желез вместе с эпидермисом образует смазку, которая густо покрывает тело ребенка и облегчает прохождение через родовые пути. Количество сальных желез у новорожденного в 4-8 раз больше, чем у взрослого, и составляет 1360-1530 на 1 см² поверхности кожи.

После рождения деятельность сальных желез снижается. В 10-12 лет она на 30-40 % ниже, чем у взрослых. С началом полового созревания отмечается усиление секреции сальных желез, которое достигает максимума к 20-25 годам, иногда — 35.

2. Морфофункциональное развитие почек

Почка — это парный орган бобовидной формы, расположенный в поясничной области на уровне 12 грудного и 1-2 поясничного позвонков. Почки покрыты фиброзной (соединительнотканной) капсулой, которую окружает жировая капсула.

Почка состоит из двух слоев (рис. 8.5): наружного — **коркового** и внутреннего — **мозгового**. В корковом веществе располагаются почечные тельца, извитой каналец первого и второго порядка. В мозговом слое имеются пирамиды, вершины которых направлены к центру почки, где расположена **лоханка**. На вершинах пирамид открываются просветы **почечных канальцев**; поступающая по ним моча попадает в почечную лоханку, затем в **мочеточник** и **мочевой пузырь**.

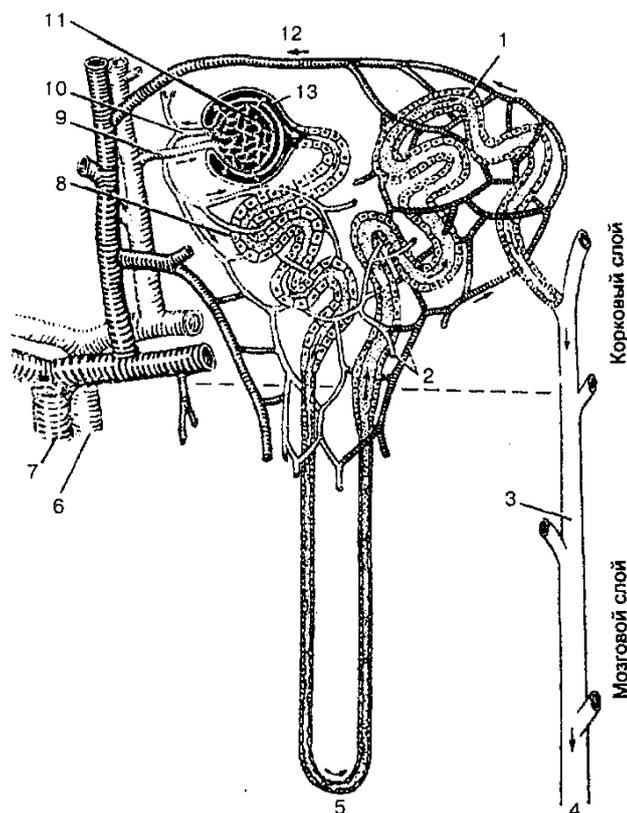


Рисунок 22. Схема строения и кровоснабжения нефрона:

1 — дистальный извитой каналец; 2 — сеть капилляров; 3 — собирательная трубочка; 4 — движение мочи к почечной лоханке; 5 — петля Генле; 6 — почечная артерия; 7 — почечная вена; 8 — проксимальный извитой каналец; 9 — приносящая артериола; 10 — выносящая артериола; 11 — почечный клубочек; 12 — венула; 13 — боуменова капсула

Структурно-функциональной единицей почки является **нефрон**, который состоит из почечной капсулы, извитого канальца первого порядка, петли Генле, извитого канальца второго порядка. Все части нефрона образованы однослойным эпителием. В почечную капсулу погружен капиллярный клубочек — первая капиллярная сеть; вторая капиллярная сеть оплетает остальные части нефрона.

В нефроне происходит процесс образования мочи. Из капиллярного клубочка под высоким давлением в почечную капсулу фильтруется **первичная моча**, которая представляет собой жидкую часть крови почки. За сутки у взрослого человека образуется до 150-200 л первичной мочи.

У новорожденных в первые сутки минутный диурез незначителен, его быстрое нарастание происходит в следующие дни.

Первичная моча, проходя в извитых канальцах и петле Генле, подвергается процессу **обратного всасывания (реабсорбции)**. Значение этого процесса состоит в том, чтобы вернуть в кровь все жизненно важные вещества и в необходимых количествах вывести конечные продукты

обмена, токсические и чужеродные вещества. В начальном участке нефрона всасываются аминокислоты, глюкоза, витамины, ионы натрия, кальция, вода и многие другие вещества. В последующих участках нефрона всасываются только вода и ионы. Помимо обратного всасывания в канальцах нефрона происходит активный процесс *секреции*, т. е. выделение из крови в просвет нефрона некоторых веществ (калия, протонов водорода, лекарственных веществ, аммиака и т. д.). Итогом обратного всасывания и секреции является образование *вторичной мочи*, в составе которой наблюдается высокая концентрация мочевины, мочевой кислоты, ионов хлора, магния, натрия, калия, сульфатов, фосфатов, креатинина. Около 95 % вторичной мочи составляет вода, 5 % — сухой остаток. В сутки у взрослого человека образуется около 1,5-2 л вторичной мочи.



Рисунок 23. Строение почки человека (поперечный разрез)

Деятельность почек регулируется нервными и гуморальными механизмами и находится в тесной функциональной взаимосвязи со всеми другими системами в организме. Парасимпатическая нервная система вызывает расширение кровеносных сосудов, увеличение фильтрации и уменьшение реабсорбции. Симпатическая нервная система оказывает противоположный эффект. АДГ (гормон гипофиза) усиливает реабсорбцию жидкости, что приводит к уменьшению количества мочи. Альдостерон (гормон надпочечников) увеличивает реабсорбцию натрия и секрецию калия в почечных канальцах.

На процесс мочеобразования и выделения мочи влияют эмоциональные моменты и факторы окружающей среды: температура воздуха, влажность, количество и качество пищи, выпитой жидкости и т. п.

С момента рождения у детей почки выполняют свою основную выделительную функцию.

Почки детей первых недель жизни не способны концентрировать мочу, в них недостаточно канальцев системы нефрона. Интенсивность мочеотделения зависит только от фильтрации.

В первые месяцы после рождения почки отстают в своем развитии от других внутренних органов. Они расположены несколько ниже, чем у взрослых, нефроны незрелые. С возрастом наиболее интенсивно растет корковый слой почки.

У грудных детей мочеобразование на 1 м² поверхности тела в 2-3 раза больше, чем у взрослого человека.

У новорожденных недостаточно развиты фильтрационная, секреторная и реабсорбционная функции почек, с возрастом они усиливаются: фильтрация приближается к уровню взрослых к 12-14 годам, секреция — к 7-14 годам.

Моча новорожденных содержит следы белка, поскольку повышена проницаемость эпителия мочевых клубочков и канальцев. У детей старшего возраста белка в моче нет.

В моче детей часто присутствуют молочный сахар, гликуроновая кислота, гормоны, ферменты (пепсин, диастаза, трипсин, мальтаза, уропепсин и др.).

У детей трех-четырёх месяцев жизни мочевины (конечных продукт обмена белков) в моче относительно меньше, чем у взрослых. У детей с двух лет количество мочевины постепенно увеличивается вдвое, а количество мочевой кислоты снижается.

В моче детей содержится мало хлоридов и фосфатов, их количество и количество серной кислоты с возрастом нарастает. Количество выделяемой с мочой серы зависит от количества пищевого белка в суточном рационе ребенка.

Из канальцев ионы натрия и хлориды у детей легко всасываются в кровь, поэтому хлоридов в моче грудных детей в 10 раз меньше, чем у взрослых. С возрастом количество натрия и хлоридов в моче увеличивается.

Дети плохо справляются как с избытком, так и с недостатком воды.

Количество мочи с возрастом меняется. Мочи у детей отделяется сравнительно больше, чем у взрослых, а мочеиспускание происходит чаще за счет интенсивного водного обмена и относительно большого количества воды и углеводов в рационе питания ребенка. На количество мочи влияют также температура и влажность воздуха, одежда, подвижность ребенка и др.

У детей в первые дни жизни количество мочи может колебаться от

222 до 260 мл в сутки. К концу первого месяца жизни количество мочи в сутки достигает 330 мл, к концу первого года жизни — 750 мл, что соответствует двум третям содержания воды в пищевом рационе. В возрасте 4-5 лет ребенок выделяет за сутки 1 л мочи, в 10 лет — 1,5 литра.

Число мочеиспусканий в сутки:

- у новорожденного — 20-25 раз;
- грудных детей — до 15 раз;
- детей 2-3 лет — 10 раз;
- детей школьного возраста — 6-7 раз.

В среднем новорожденный каждый раз выделяет при мочеиспускании 10-50 мл мочи, ребенок от 1 года — 50-100 мл, в 5 лет — 90-200 мл, 10 лет — 150-250 мл, 15 лет — 200-300 мл.

Реакция мочи у новорожденных резко кислая, с возрастом становится слабокислой. Реакция может меняться в зависимости от характера получаемой ребенком пищи. При кормлении преимущественно мясной пищей в организме образуется много кислых продуктов обмена, соответственно и моча становится более кислой. При употреблении растительной пищи реакция мочи сдвигается в щелочную сторону.

Таким образом, все основные показатели почечной функции у ребенка снижены и достигают уровня взрослого к началу 2 года жизни. Это связано со сравнительно слабым развитием извитых канальцев и несколько недостаточным развитием коркового слоя почки, а также с несовершенством регуляторных механизмов.

Деятельность почек регулируется ЦНС и функционально взаимосвязана с другими системами в организме.

Испускание мочи — процесс рефлекторный. Поступающая в мочевой пузырь моча вызывает в нем повышение давления, что в свою очередь раздражает рецепторы, находящиеся в стенке пузыря. Возникает возбуждение, доходящее до центра мочеиспускания в нижней части спинного мозга. Отсюда импульсы поступают к мускулатуре пузыря, заставляя ее сокращаться. При этом сфинктер расслабляется, и моча поступает из пузыря в мочеиспускательный канал. Происходит непроизвольное испускание мочи.

Старшие дети могут задерживать и вызывать мочеиспускание, это связано с установлением корковой, условнорефлекторной регуляции мочеиспускания. Как правило, к двухлетнему возрасту у детей условнорефлекторные механизмы задержки мочеиспускания сформированы не только днем, но и ночью. Однако у 5-10 % детей в возрасте до 13-14 лет наблюдается ночное недержание мочи.

3. Мочеиспускательный канал

Мочеполовой аппарат включает две группы органов с разными функциями: органы мочеобразования и мочевыделения; мужские и женские половые органы.

В процессе жизнедеятельности человека образуются конечные продукты обмена веществ (соли, мочевины и др.), которые называются шлаками. Задержка и накопление их в организме может вызвать глубокие изменения во многих внутренних органах. Основная часть продуктов распада выводится с мочой через почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал. Нормальная функция выделительной системы поддерживает кислотно-щелочное равновесие и обеспечивает деятельность органов и систем организма.

Половые органы (*organa genitalia*) выполняют репродуктивную функцию, по ним определяют половые признаки человека. Как у мужчин, так и у женщин половые органы делятся на внутренние и наружные.

Мочеиспускательный канал (*urethra*) предназначен для периодического выведения мочи из мочевого пузыря и выталкивания семени (у мужчин).

Мужской мочеиспускательный канал представляет собой мягкую эластичную трубку длиной 16—20 см. Он берет начало от внутреннего отверстия мочевого пузыря и доходит до наружного отверстия мочеиспускательного канала, которое расположено на головке полового члена.

Мужской мочеиспускательный канал делится на три части: предстательную, перепончатую и губчатую. *Предстательная часть* находится внутри простаты и имеет длину около 3 см. На ее задней стенке расположено продольное возвышение — гребень мочеиспускательного канала. Наиболее выступающая часть этого гребня называется семенным холмиком или семенным бугорком, на вершине которого находится небольшое углубление — *предстательная маточка*. По сторонам от предстательной маточки открываются устья семявыбрасывающих протоков, а также отверстия выводных протоков предстательной железы.

Перепончатая часть начинается от вершины предстательной железы и достигает луковицы полового члена; длина ее составляет 1,5 см. В этом месте канал проходит через мочеполовую диафрагму, где вокруг него за счет концентрических пучков поперечнополосатых мышечных волокон образуется произвольный *сфинктер мочеиспускательного канала*.

Губчатая часть — самая длинная (около 15 см) часть

мочеиспускательного канала, которая проходит внутри губчатого тела полового члена.

Слизистая оболочка предстательной и перепончатой частей канала выстлана многорядным цилиндрическим эпителием, губчатой части — однослойным цилиндрическим, а в области головки полового члена — многослойным плоским эпителием.

Женский мочеиспускательный канал шире мужского и значительно короче; он представляет собой трубку длиной 3,0—3,5 см, шириной 8—12 мм, открывающуюся в преддверие влагалища. Его функция — выделение мочи.

Как у мужчин, так и у женщин при прохождении мочеиспускательного канала через мочеполовую диафрагму имеется наружный сфинктер, который подчиняется сознанию человека. Внутренний (непроизвольный) сфинктер расположен вокруг внутреннего отверстия мочеиспускательного канала и образован круговым мышечным слоем.

Слизистая оболочка женского мочеиспускательного канала на поверхности имеет продольные складки и углубления — лакуны мочеиспускательного канала, а в толще слизистые оболочки расположены железы мочеиспускательного канала. Особенно развита складка на задней стенке мочеиспускательного канала. *Мышечная оболочка* состоит из наружных круговых и внутренних продольных слоев.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение мочевыделительной системы, ее строение и функции.
2. Возрастные морфофункциональные изменения мочевыделительной системы.
3. Регуляция мочеотделения у детей.
4. Понятие ассимиляции и диссимиляции.

ГЛОССАРИЙ

Адаптация (лат. *adaptatio* — приспособление) — выработанное в процессе эволюции приспособление организмов к изменяющимся условиям существования; в физиологии и медицине означает привыкание, снижение возбудимости.

Адаптация рецепторов — снижение возбудимости рецепторов, приводящее к ослаблению или полному затуханию в них импульсов возбуждения. Световая адаптация глаза — приспособление к повышенной освещенности. Возбудимость рецепторов сетчатки глаза максимальна в темноте и снижается пропорционально увеличению интенсивности освещения.

Адекватный (лат. *adaequatus* — равный, приравненный) — соответствующий.

Адреналин (лат. *ad* — при, *renalis* — почечный) — гормон мозгового слоя надпочечников, выделение которого происходит при реакциях тревоги, нападения, защиты. Адреналин стимулирует обмен веществ организма, вызывает повышение кровяного давления, усиление сердцебиения, потребление кислорода, увеличение содержания сахара в крови, замедление перистальтики кишок и др. Действие адреналина аналогично влиянию симпатических нервов, в окончаниях которых выделяется адреналиноподобный медиатор — симпатин (адреналин или норадреналин).

Аккомодация глаза — приспособление к ясному (четкому) видению предметов, расположенных на разных расстояниях; достигается за счет изменения кривизны хрусталика, обеспечивающего схождение на сетчатке лучей от различно удаленных предметов.

Акселерация (лат. *acceleration* — ускорение) — одна из особенностей роста и развития детей и подростков, проявляющаяся в ускорении физического и психического развития, а также при наступлении половой зрелости в более раннем возрасте.

Аксон (греч. *αξων* — ось) — длинный отросток нервной клетки, проводящий возбуждение от клетки к эффекторам или другим нервным клеткам.

Анализ (греч. *analysis* — разложение, расчленение, разбор) — метод исследования посредством разложения, расчленения целого на составляющие его части; деятельность нервной системы, обуславливающая различение, дифференцирование, расчленение факторов внешней среды.

Анализатор — аппарат нервной системы, осуществляющий анализ раздражений, воздействующих на человека и животных. Состоит из трех частей: воспринимающая часть (рецепторы), отходящий от нее афферентный нерв и участок коры больших полушарий. Различают зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой и другие анализаторы.

Анатомия (греч. *anatome* — рассечение) — наука о строении и форме

организма и его частей.

Андрогены (греч. *andros* — мужчина, *genos* — порождающий) — мужские половые гормоны (тестостерон, андростерон и др.), под влиянием которых формируются первичные и вторичные признаки пола.

Анемия (греч. *an* — отриц. частица, *haima* — кровь) — группа заболеваний, характеризующихся уменьшением количества эритроцитов и содержания гемоглобина в них, вследствие чего ухудшается снабжение клеток и тканей организма кислородом. Причины анемии: кровопотери, нарушения кроветворения, недостаток некоторых витаминов и микроэлементов, токсикоз и т. д.

Аномалии рефракции глаза (греч. *anomalía* — отклонение) — отклонения в развитии преломляющих сред глаза. В зависимости от положения главного фокуса по отношению к сетчатке различают следующие аномалии: миопическую, или близорукость, и гиперметропическую, или дальновзоркость. Одной из форм аномалий рефракции глаза является астигматизм, при котором нарушается сферичность преломляющих сред глаза, в результате на сетчатке получается расплывчатое, нечеткое изображение.

Анорексия (греч. *an* — отриц. частица, *arexis* — аппетит) — отсутствие аппетита при наличии физиологической потребности в пище, обусловленное нарушением деятельности пищеварительного центра.

Антропометрия — исследование физического развития человека: определение роста, массы тела, окружности груди, жизненной емкости легких (спирометрия), силы мышц (динамометрия) и др.

Аорта — самая крупная артерия большого круга кровообращения, отходящая от левого желудочка сердца.

Аппарат (лат. *apparatus* — оборудование) — функциональное объединение органов и систем организма различного происхождения (например, опорно-двигательный аппарат).

Аппарат вестибулярный — орган равновесия, воспринимающий положение тела в пространстве. Линейное и угловое ускорение воспринимается рецепторами мешочков и полукружных каналов внутреннего уха, образующих вестибулярный аппарат.

Аритмия сердца (греч. *a* — отриц. частица, *rhythmos* — ритм) — нарушение правильного ритма сердечных сокращений. Аритмия может быть следствием заболеваний мышцы сердца, неврозов и т. д.

Артериальная кровь — кровь, насыщенная кислородом.

Артериальное давление — давление крови на стенки артериальных сосудов. Различают артериальное давление максимальное (систолическое) — в момент выбрасывания сердцем в артерии очередной порции крови — и минимальное (диастолическое) — в интервалы между сердечными сокращениями.

Артерии — крупные сосуды, несущие кровь от сердца по большому кругу кровообращения к органам и тканям, по малому кругу кровообращения — к легким.

Асимметрия функций больших полушарий (син.: функциональная асимметрия полушарий) — неодинаковое распределение функций между левым и правым полушариями у человека. Левое полушарие, получившее название доминантного, обеспечивает оперирование словесно-знаковой информацией (чтение, счет, речь, ориентация в пространстве, распознавание сложных объектов — лиц, сновидений и т. д.). Левополушарное мышление является дискретным и аналитическим, обеспечивает познание предметов и явлений по ограниченному числу признаков, на основе которых формируется внутренне непротиворечивая модель мира. Правое полушарие ответственно за конкретно-образное мышление, которое по своему характеру является синтетическим и симультанным (одновременным), поскольку здесь одномоментно охватываются многочисленные свойства и связи объекта, обеспечивается целостность восприятия.

Астигматизм (греч. *a* — отриц. частица, *stigma* — точка) — недостаточность зрения, связанная с нарушением сферичности преломляющих поверхностей роговицы (реже хрусталика), в результате чего отдельные части изображения фокусируются на сетчатке, другие — впереди и позади нее.

Атрофия (греч. *a* — отриц. частица, *trophe* — пища) — уменьшение органов, тканей и ослабление их функций вследствие нарушения питания, иннервации или длительного бездействия.

Афферентный (лат. *afferens* — приносящий) — передающий возбуждение от рецепторов в ЦНС.

Ацетилхолин — основной медиатор позвоночных и многих беспозвоночных животных, посредством которого возбуждение передается с одной клетки на другую, а также с окончаний парасимпатических и двигательных нервных волокон на эффекторные органы; физиологически активное вещество, вызывающее в тканях и органах реакцию, характерную для раздражения парасимпатического, или двигательного, нерва; обладает многосторонним фармакологическим действием.

Барабанная лестница — часть внутреннего уха, заполненная перелимфой, открывающаяся в барабанную полость окном улитки.

Барабанная перепонка — упругая соединительнотканная перегородка (перепонка) на границе наружного и среднего уха. Воспринимает звуковые колебания и передает их через слуховые косточки на внутреннее ухо.

Барорецепторы (греч. *baros* — тяжелый, лат. *recipio* — брать, принимать) — специализированные образования чувствительных нервных волокон (рецепторы), воспринимающие изменение давления в кровеносном русле, межклеточной жидкости, внутренних органах.

Барьерная функция печени — способность печени обезвреживать токсические вещества, попадающие в кровь вместе с продуктами всасывания в кишечнике, а также ядовитые продукты метаболизма клеток

(например, аммиак).

Барьерные функции организма — функции защиты, осуществляемые особыми физиологическими механизмами — барьерами (кожа, дыхательная система, печень, стенки кровеносных капилляров и др.).

Безусловные рефлексы (син.: врожденные рефлексы) — наследственно обусловленные (врожденные) рефлексы, например, мигательные, сосательные, половые и др.

Безусловный раздражитель — раздражитель, вызывающий безусловный рефлекс.

Белое вещество мозга — вещество мозга, состоящее из нервных волокон, покрытых белой (миелиновой) оболочкой.

Белочная оболочка глаза (син.: склера) — наружная прочная оболочка глаза белого цвета, выполняющая опорную и защитную функции. К белочной оболочке глаза присоединяются сухожилия глазодвигательных мышц.

Бинауральный слух (лат. *bini* — два, пара, *auris* — ухо) — восприятие звуков одновременно правым и левым ухом, благодаря которому обеспечивается более совершенное восприятие, в частности, определение локализации звука в пространстве.

Бинокулярное зрение (лат. *bini* — пара, *oculus* — глаз) — зрение двумя глазами, обеспечивающее лучшее восприятие и определение пространственного положения предмета (объемное восприятие), чем каждым глазом в отдельности.

Био... (греч. *bios* — жизнь) — часть сложных слов, обозначающая связь с жизнью и жизненными процессами.

Биологически активные вещества — вещества (гормоны, витамины, ферменты и др.), влияющие на биологические процессы в организме.

Биологические реакции — разнообразные формы проявления жизнедеятельности (рост, размножение, явления морфогенеза, возбуждение, торможение, сокращение мышц, секреция и т. д.).

Биологические часы — физиологические механизмы человека и животных, обеспечивающие цикличность физиологических процессов организма, на основе которых формируется способность организма ориентироваться во времени.

Биотоки — электрические явления, связанные с жизнедеятельностью организмов; обуславливают возникновение, распространение возбуждения и торможения в нервной, мышечной и других тканях.

Биотоки мозга — электрические импульсы мозга.

Близорукость (син.: миопия) — аномалия зрения, при которой хорошо видны близко расположенные предметы и плохо — отдаленные. При близорукости лучи, идущие от отдаленных предметов, фокусируются не на сетчатке (как необходимо для ясного видения), а ближе, впереди нее.

Бодрствование — период активной жизнедеятельности. Различают следующие уровни бодрствования: крайнее напряжение, активное бодрствование, спокойное бодрствование, дремота, которая может

переходить в сон.

Болевые рецепторы (син.: ноцицептивные рецепторы, ноцицепторы, ноцирецепторы) — чувствительные окончания афферентных нервных волокон, при раздражении которых возникает ощущение боли (при чрезмерно сильном раздражении любых рецепторов может возникать ощущение боли).

Большие полушария — парные образования переднего отдела головного мозга, соединенные друг с другом мозолистым телом. Серое вещество больших полушарий, состоящее из тел нервных клеток, расположено на поверхности и образует так называемую кору больших полушарий. Белое вещество, расположенное внутри полушарий, образует многочисленные связи внутри больших полушарий и с другими отделами мозга. Большие полушария играют ведущую роль в приспособлении организма к меняющимся условиям среды (образование условных рефлексов), обуславливают сложные формы поведения, сознание и речь человека.

Большое затылочное отверстие — округлое отверстие в затылочной кости, через которое полость черепа соединяется с позвоночным каналом.

Большой круг кровообращения — замкнутая система артериальных и венозных сосудов, обеспечивающих кровоснабжение всех органов и тканей. По большому кругу кровь движется от левого желудочка сердца по аорте, артериям и капиллярам к тканям, где отдает кислород и обогащается углекислым газом, превращаясь из артериальной в венозную, и по венозным сосудам поступает в правое предсердие, а из него — в правый желудочек сердца.

Борозды коры больших полушарий — узкие вдачивания в поверхности коры больших полушарий, придающие ей складчатость и увеличивающие ее поверхность (2/3 поверхности коры находится в углублениях). Глубокими бороздами каждое полушарие делится на доли: лобную, теменную, височную, затылочную и др.

Брадикардия — урежение частоты сердечных сокращений до 60 ударов в минуту и менее (в норме наблюдается у спортсменов, тренирующихся в видах спорта с преимущественной направленностью на развитие выносливости).

Бронхиальное дерево — древовидное разветвление бронхов легкого; общая поверхность бронхиального дерева около 4000 см².

Бронхиолы — тонкие конечные разветвления бронхов, оканчивающиеся альвеолами.

Вдох (син.: инспирация) — поступление воздуха в легкие через дыхательные пути в результате увеличения объема грудной полости, вызываемого сокращением дыхательных мышц (диафрагма, межреберные мышцы).

Вегетативная нервная система — периферическая нервная система, иннервирующая внутренние органы, кровеносные сосуды, кожу и железы; оказывает на них трофическое влияние; делится на симпатическую и парасимпатическую.

- Вегетативные висцеральные ганглии** (син.: узлы) — анатомическое образование, состоящее из скопления вегетативных нейронов, представляющее собой станции переключения возбуждения с первого нейрона вегетативной нервной системы на второй. Ганглии симпатической нервной системы расположены в виде цепочки вдоль спинного мозга; ганглии парасимпатической нервной системы расположены вблизи иннервируемого органа или в нем самом.
- Вегетативные нервы** — нервы, иннервирующие внутренние органы, кровеносные сосуды и др.; делятся на симпатические и парасимпатические.
- Венозная кровь** — кровь, обедненная кислородом и насыщенная углекислым газом.
- Вентиляция легких** (лат. *ventilation* — проветривание) — воздухообмен легких с окружающей средой, осуществляемый посредством периодических дыхательных движений (вдоха и выдоха).
- Вены** — кровеносные сосуды, несущие венозную кровь от органов и тканей к правому предсердию и артериальную кровь от легких к левому предсердию.
- Верхняя полая вена** — крупная вена, по которой кровь от головы и верхних конечностей поступает к сердцу.
- Вестибулярная система** (лат. *vestibulum* — преддверие) — сенсорная система восприятия и кодирования раздражителей, воспринимаемых вестибулярным аппаратом (полукружные каналы, отолитовый прибор, вестибулярные нервные центры). Устойчивость вестибулярной системы повышается специальной тренировкой (активные и пассивные перемещения тела в различных плоскостях).
- Вестибулярный аппарат** — орган равновесия, воспринимающий изменения положения тела в пространстве, а также направление его движения; часть внутреннего уха
- Вкус** (греч. *gustus*) — ощущение, возникающее при воздействии растворенных химических веществ на вкусовые рецепторы языка и слизистых оболочек рта. Различают следующие основные вкусовые ощущения: сладкое, горькое, кислое, соленое.
- Вкусовая зона** — центр, часть вкусового анализатора, расположенная в височной доле, где возникают вкусовые ощущения.
- Вкусовой анализатор** — нервный аппарат, осуществляющий восприятие и анализ вкусовых раздражителей ротовой полости; состоит из вкусовых рецепторов, вкусового нерва и вкусовой зоны коры больших полушарий.
- Вкусовые раздражители** — растворы химических веществ, вызывающие возбуждение вкусовых рецепторов ротовой полости.
- Вкусовые рецепторы** — скопление воспринимающих (рецепторных) клеток слизистой оболочки полости рта, чувствительных к горькому, сладкому, кислому и соленому.
- Вкусовые сосочки** — эпителиальные выросты (сосочки) ротовой полости (языка, задней стенки глотки, мягкого нёба, миндалин, надгортанника), в

которых находятся вкусовые рецепторы.

Внешняя секреция — процесс выделения (секреции) железами образующихся в них веществ (соков, слизей и др.) через выводные протоки наружу или в какую-либо полость организма, например, в пищеварительную трубку. К внешней секреции относится деятельность потовых, пищеварительных, молочных и других желез, имеющих выводные протоки.

Внутреннее торможение — один из двух типов торможения условных рефлексов, вырабатываемый в процессе многократных повторений. Различают четыре основных вида внутреннего торможения: угасательное, дифференцировочное, запаздывательное, условный тормоз. Согласно И. П. Павлову, внутреннее торможение развивается в пределах существующей условнорефлекторной дуги, «внутри» нее — отсюда и термин.

Внутреннее ухо — система полостей и извитых каналов в глубине височной кости, в которых расположены воспринимающие (рецепторные) нервные окончания органа слуха и равновесия; состоит из преддверия, трех полукружных каналов и улитки.

Внутренние органы — органы, расположенные в грудной и брюшной полостях, например, сердце, легкие, кишечник, почки.

Внутренняя секреция — выделение железами физиологически активных веществ — гормонов. В отличие от желез внешней секреции, железы внутренней секреции не имеют выводных протоков и секретируют гормоны непосредственно в межтканевую жидкость и кровь.

Внутренняя среда организма — жидкости, окружающие клетки и ткани организма: кровь, лимфа, межтканевая жидкость; участвуют в транспорте веществ в организме.

Водный баланс — соотношение между количеством воды, поступающей в организм, и количеством воды, покидающей его с мочой, выдыхаемым воздухом и т. п.

Водный обмен — совокупность процессов потребления, распределения и использования воды в организме, а также выделения ее. Суточное потребление (и, соответственно, выделение) воды взрослым человеком составляет 2-2,5 л.

Возбудимость — способность возбуждаться. Мерой возбудимости ткани (клетки) служит порог раздражения: чем выше порог раздражения, тем ниже возбудимость, и наоборот.

Возбудимые мембраны — наружные мембраны клетки, способные генерировать импульсы возбуждения.

Возбудимые ткани — ткани, клетки которых способны генерировать возбуждение (нервная, мышечная ткань, секреторные клетки эпителиальной ткани).

Возбуждающие средства — группа фармацевтических средств, оказывающих возбуждающее действие на ЦНС.

Возбуждающий медиатор — химическое вещество, выделяемое нервными

окончаниями, посредством которого возбуждение передается с одной клетки на другие.

Возбуждающий синапс — синапс, в котором выделяется возбуждающий медиатор.

Возбуждение (син.: нервный импульс)— электрический импульс, возникающий на наружной клеточной мембране вследствие специфических изменений ее ионной проницаемости. Различают местное и распространяющееся возбуждение.

Возрастная физиология — раздел физиологии, изучающий закономерности становления функций развивающегося организма, начиная с оплодотворенной яйцеклетки до смерти.

Воротная вена печени — крупный кровеносный сосуд, по которому кровь от органов пищеварения брюшной полости поступает в печень, где он разветвляется, образуя воротную систему печени.

Восходящие проводящие пути — пучки нервных волокон спинного и головного мозга, передающие возбуждение в вышележащие отделы.

Врабатывание — постепенное повышение работоспособности организма в начальном периоде деятельности, в течение которого нервная система и регулируемые ею функции перестраиваются на более высокий уровень деятельности.

Временная связь (син.: условная связь) — по И. П. Павлову, функциональная связь, образуемая между двумя или несколькими нервными центрами в процессе выработки условного рефлекса. Связь называется временной, так как вырабатывается при определенных условиях и может снова исчезнуть (затормозиться) при других условиях, например, при неподкреплении.

Время рефлекса (син.: латентный период рефлекса) — время от момента нанесения раздражения до начала рефлекторного ответа.

Вторая сигнальная система — совокупность речевых сигналов человека (произносимых, слышимых, видимых). Формирование второй сигнальной системы происходит в процессе общения человека с другими людьми. На основе второй сигнальной системы сформировалось человеческое сознание.

Вторичные половые признаки — внешние особенности строения, которыми один пол отличается от другого: характерные пропорции тела, степень развития молочных желез, характер оволосения, тембр голоса и т. д. Развиваются в период полового созревания (подростковый возраст).

Второе детство (син.: позднее детство) — период в развитии ребенка с 7 до 11-12 лет.

Выделение (син.: экскреция) — удаление из организма во внешнюю среду конечных продуктов обмена веществ — избытка воды, солей, токсичных соединений. У человека выделение осуществляется, главным образом, почками, легкими, пищеварительным трактом, кожей.

Выделительная система — совокупность органов (почки, легкие, пищеварительный тракт, кожа), осуществляющая удаление из организма

- конечных продуктов обмена веществ — избытка минеральных солей, чужеродных веществ, накопление которых нарушило бы постоянство внутренней среды организма.
- Высшая нервная деятельность** — деятельность ведущих отделов ЦНС (у человека — главным образом коры больших полушарий и ближайшей подкорки), обуславливающая поведение и адекватное приспособление организма к окружающей среде, взаимодействие с ней.
- Газообмен** — обмен газов между организмом и внешней средой, а также между кровью и тканями.
- Газообмен в легких** — процесс обогащения венозной крови кислородом и отдача ею избытка углекислого газа.
- Ганглий** (греч. *ganglion* — узел, опухолевидное образование) — скопление тел нервных клеток и сопровождающей их ткани вне спинного и головного мозга. Различают спинальный ганглий и ганглии симпатической и парасимпатической нервной системы.
- Гем-, гемо-** (греч. *haima* — кровь) — часть сложных слов, означающая: принадлежащий, относящийся к крови.
- Гематома** — скопление крови в тканях при закрытых повреждениях, сопровождающихся разрывом сосудов и кровоизлиянием.
- Гематоэнцефалический барьер** (син.: гематоликворный барьер) — морфологическое образование, состоящее из эндотелия сосудов, базальной мембраны и глиальных клеток, препятствующее свободному проникновению веществ из крови в ликвор (цереброспинальную жидкость).
- Генерализация условного рефлекса** — феномен, возникающий на начальной стадии выработки условного рефлекса, когда ответная реакция вызывается не только подкрепляемым (условным) стимулом, но и другими, особенно близкими к нему. Например, в начале выработки условного рефлекса на сгибание одной конечности генерализация условного рефлекса вызывается сгибанием другой конечности, он также может быть вызван совсем иными раздражителями — резкий стук по столу, включение света.
- Геронтология** (греч. *geron, gerontos* — старый и *logos* — наука) — наука о старении организма и изыскании средств продления активной жизни человека.
- Гигиена** (греч. *hygieinos* — здоровый) — область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая меры профилактики заболеваний, сохранения здоровья и продления жизни.
- Гипер...** (греч. *hyper* — над, сверх) — начальная часть сложных слов, означающая превышение нормы.
- Гиперемия** — покраснение кожи в результате увеличения ее кровенаполнения.
- Гиперкинезия** — повышенная двигательная активность.
- Гипертония** (*giper...* и греч. *tonos* — напряжение) — длительное

- увеличение кровяного давления в артериях, симптом ряда заболеваний.
- Гипертрофия** — увеличение объема ткани или органа с сохранением обычных пропорций.
- Гипо...** (греч. *hupo* — под, внизу) — часть сложных слов, указывающая на понижение против нормы.
- Гиподинамия** — пониженная двигательная активность, обусловленная малоподвижным образом жизни и другими условиями, резко ограничивающими подвижность.
- Гипокинезия** — ограниченная двигательная активность организма, обусловленная малоподвижным образом жизни, спецификой некоторых видов профессиональной деятельности.
- Гипоксия** (*gipo...* и лат. *oxygenium* — кислород; син.: кислородное голодание) — недостаточное снабжение организма кислородом или снижение его утилизации тканями.
- Гипоталамус** (*gipo...* и греч. *thalamus* — комната; син.: подбугровая область) — отдел промежуточного мозга, расположенный ниже таламуса; является высшим подкорковым центром вегетативной нервной системы, регулирует обмен веществ, деятельность сердечно-сосудистой системы, пищеварения, выделения, желез внутренней секреции, энергообмен, сон, бодрствование, эмоции.
- Гипотония** (*gipo...* и греч. *tonos* — напряжение) — понижение кровяного давления или мышечного тонуса по сравнению с нормой.
- Гипофиз** (*gipo...* и греч. *phyo* — расти; син.: железа питуитарная, мозговой придаток, придаток мозга) — ведущая железа внутренней секреции позвоночных животных и человека, расположенная в основании головного мозга; состоит из трех частей: передней, средней, задней. Вырабатывает ряд важных гормонов, регулирующих обмен веществ и деятельность внутренних органов. Гипофиз тесно связан с гипоталамусом, при участии которого осуществляется синтез гормонов.
- Главная оптическая ось** — прямая, соединяющая центр рассматриваемого предмета со серединой желтого пятна глаза.
- Гладкие мышцы** (син.: гладкая мышечная ткань) — ткань, состоящая из веретенообразных одноядерных гладких клеток, обладающих способностью сокращаться. Гладкие мышцы образуют мускулатуру внутренних органов, кровеносных сосудов, многих желез.
- Глаз** — орган чувств, воспринимающий световые раздражения.
- Глазница** (син.: орбита) — впадина на лицевом черепе, в которой располагается глаз.
- Глазное дно** — задняя внутренняя стенка глазного яблока.
- Глазное яблоко** — собственно глаз; без мышц, слезных желез и других вспомогательных образований.
- Глазные мышцы** — мышцы, сокращение которых вызывает движение глазного яблока.
- Глазодвигательный нерв** — третья пара черепно-мозговых нервов, отходящих от промежуточного мозга; иннервирует мышцы глаза и

верхнего века.

Глаукома (греч. *glaukos* — светло-голубой, голубовато-зеленый) — заболевание, проявляющееся в увеличении внутриглазного давления, глубоких нарушениях центрального зрения и сужении поля зрения; имеет прогрессирующий характер и может привести к слепоте.

Глиальные клетки (син.: глионы, глиоциты) — совокупность клеток-сателлитов ЦНС эктодермального происхождения — макроглиоцитов, расположенных вокруг нейронов (олигодендроциты) и оплетающих кровеносные сосуды (астроциты), и мелких подвижных клеток мезодермального происхождения, выполняющих функцию фагоцитоза — микроглиоцитов. Обеспечивают доставку к нейронам питательных веществ и транспорт от них продуктов метаболизма, служат для защиты и опоры нейронов, направляют рост нервных волокон, выполняют ряд других функций.

Гликоген (греч. *glykos* — сладкий, *genos* — рождение) — животный крахмал, углевод, состоящий из соединенных друг с другом остатков молекул глюкозы. Образуется из глюкозы крови в печени, где откладывается в запас как резерв углеводов.

Гликогенез (греч. *glykos* — сладкий, *genesis* — зарождение, развитие) — синтез в организме гликогена из глюкозы.

Глобулины (лат. *globulas* — шарик) — нерастворимые в воде простые белки сыворотки крови; растворяются в любых растворах солей, щелочей и кислот. Различают альфа-, бета- и гамма-глобулины. В глобулиновых фракциях сыворотки находятся антитела к различным антигенам, обеспечивающие иммунную защиту организма.

Глотание — совокупность рефлексорных мышечных сокращений, посредством которых пища переводится из полости рта в пищевод.

Глотка — участок пищеварительного тракта на границе ротовой полости и пищевода.

Голеностопный сустав — сочленение предплюсны с голенью.

Голень — часть ноги от коленного до голеностопного сустава.

Головной мозг — передний отдел ЦНС позвоночных, осуществляющий связь организма со средой, адекватное взаимодействие с ней — поведение. Делится на конечный, или большой, мозг и мозговой ствол. Конечный мозг состоит из двух больших полушарий, соединенных мозолистым телом; ствол мозга включает промежуточный мозг, средний мозг, задний мозг, состоящий из моста мозга, мозжечка и продолговатого мозга. Ведущая роль в эволюции головного мозга принадлежит коре больших полушарий, наибольшее развитие она получила у человека и обуславливает его высшие специфические функции — такие как сознание, речь и др.

Голосовая щель — пространство между голосовыми связками. Выдыхаемый воздух, проходя через голосовую щель, вызывает колебание голосовых связок и образование звуков.

Голосовые связки — парные эластические тяжи (связки), прикрепленные

- к боковым стенкам гортани; при колебании образуют звуки.
- Гомеостаз** (греч. *homoios* — подобный, сходный и *stasis* — стояние) — сохранение постоянства внутренней среды организма (тканевой жидкости, крови, лимфы), несмотря на значительные колебания параметров внешней среды.
- Гомосексуализм** (греч. *homoios* — подобный, *sexus* — пол) — половое влечение к лицам своего пола.
- Гормон роста** — гормон, вырабатываемый передней частью (долей) гипофиза. Усиливает деление клеток и рост тела в длину. Избыток этого гормона в детском возрасте приводит к гигантизму, недостаток — к карликовости.
- Гормоны** (греч. *hormaino* — привожу в движение, возбуждаю) — физиологически активные вещества, вырабатываемые в организме специальными органами — железами внутренней секреции; участвуют в регуляции важнейших жизненных функций: роста, развития, размножения, обмена веществ.
- Гортань** — начальный хрящевой отдел дыхательной системы, расположенный между глоткой и трахеей. Участвует в образовании звуков.
- Грудина** — непарная кость грудной клетки, к которой присоединяются 10 верхних пар ребер.
- Грудная клетка** — костно-хрящевой скелет груди, образованный позвонками, ребрами и грудиной; защищает внутренние органы, является опорой для верхнего плечевого пояса.
- Грудная полость** — полость, расположенная в грудном отделе туловища; отделена от брюшной полости диафрагмой, выстлана серозной оболочкой — плеврой. В грудной полости помещаются дыхательные пути, легкие, сердце, пищевод, бронхиальные и лимфатические узлы, вилочковая железа.
- Грудной период** — начальный период в развитии человека от рождения до 1 года. В основу названия положен способ питания молоком материнской груди. К концу грудного периода ребенок вырастает на 25 см, утраивает вес, начинает ходить и произносит первые слова. Часто первые 28 дней жизни ребенка после рождения выделяют в особый период, который называют периодом новорожденности.
- Группы крови** — типы крови, выделяемые у человека и животных на основании их совместимости, возможности переливания (введения) от одного индивида другому. У человека принято различать 4 основных группы крови; у животных выделено 12 и более групп. Кровь животных, независимо от групповой принадлежности, несовместима с кровью человека.
- Гуморальная регуляция** — регуляция функций организма посредством переносимых кровью, лимфой и межклеточной жидкостью физиологически активных веществ (гормонов, витаминов, ферментов, медиаторов) и продуктов метаболизма (например, углекислого газа,

молочной кислоты).

Дальнозоркость (син.: гиперметропия) — дефект (недостаток) зрения, при котором плохо видны близкие предметы и хорошо — отдаленные. Лучи, идущие от близкорасположенных предметов, собираются не на сетчатке (как необходимо для ясного видения), а сзади нее. Дальнозоркость зависит от слабой преломляющей силы роговицы хрусталика или от слишком короткой передне-задней оси глаза. Исправляется очками с положительными (выпуклыми) стеклами.

Дальтонизм (син.: протанопия) — нарушение цветовосприятия, проявляющееся в неспособности различать некоторые цвета, как правило, красный и зеленый.

Двигательная память (син.: моторная память) — запоминание и воспроизведение движений и их систем, лежат в основе выработки двигательных навыков и привычек.

Двигательное нервное волокно (син.: моторное нервное волокно) — аксон, по которому возбуждение передается от тела нервной клетки (мотонейрона) к мышечным волокнам.

Двигательный анализатор — нейро-моторный аппарат, состоящий из: 1) двигательной коры (области коры больших полушарий, раздражение которой приводит к двигательным реакциям определенных частей тела); 2) отходящих от ее нейронов пучков нервных волокон — двигательных нервов (нервов, иннервирующих мышцы); 3) всех скелетных мышц, кроме мимических.

Дебильность (лат. *debilis* — слабый, неспособный) — легкая степень врожденного слабоумия (олигофрении), характеризующаяся примитивностью суждений и умозаключений, снижением возможностей социальной адаптации, обучения при сохранении способности к усвоению относительно сложных трудовых навыков, адекватного поведения в привычной обстановке.

Дегенерация (лат. *degenero* — вырождаться, перерождаться) — перерождение, обратное развитие, атрофия.

Дендриты (греч. *dendron* — дерево) — короткие ветвящиеся отростки нервной клетки, воспринимающие импульсы от других нервных клеток.

Депозит крови (франц. *depot* — склад, хранилище) — органы, в которых задерживается кровь, не участвующая в циркуляции по сосудам. Около 50 % всей массы крови хранится вне общего кровотока — в селезенке (до 16 %), печени (до 20 %), коже (10 %) и других органах.

Дерма (греч. *derma* — кожа) — слой плотной соединительной ткани, расположенной под эпидермисом.

Диафрагма (греч. *diaphragma* — перегородка) — мышечно-сухожильная пластинка, отделяющая грудную полость от брюшной.

Динам... (греч. *dynamis* — сила) — часть сложных слов, означающая силу, усилие.

Динамический стереотип — устойчивая последовательность привычных (выработанных) условнорефлекторных действий, совершаемых как

целостный поведенческий акт, например, ходьба, письмо и др. Динамический стереотип характеризуется устойчивостью, повторяемостью, однако, его можно изменять, им можно управлять, поэтому стереотип называется динамическим.

Дистальные рецепторы — рецепторы зрения, слуха, обоняния, воспринимающие раздражение от предметов, находящихся на некотором расстоянии от организма.

Диурез — отделение мочи.

Длинные кости (син.: трубчатые кости) — кости плеча, предплечья, бедра, голени, выполняющие функции опоры и рычагов при движении. В длинных костях различают полое тело, заполненное у взрослого человека желтым костным мозгом, и две утолщенных концевых головки — эпифизы, состоящие из компактной и губчатой ткани.

ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота; высокополимерное природное соединение, содержащееся в ядрах клеток живых организмов; ДНК — носитель генетической информации.

Долгожители — люди старше 90-летнего возраста.

Доминанта (лат. *dominans, dominantis* — господствующий) — временно господствующая рефлекторная система, придающая поведению определенную направленность. Учение о доминанте создано видным русским ученым А. А. Ухтомским (1923), который рассматривал доминанту как скрытую готовность организма к определенной деятельности при одновременном торможении посторонних рефлекторных актов. Доминанта возникает как господствующее мотивационное поведение. Различают пищевую, половую, оборонительную и другие доминанты. Например, у самцов лягушек в весенний период в связи с возрастанием концентрации половых гормонов наблюдается сильный квакательный рефлекс, и почти любое раздражение поверхности кожи, даже очень сильное, вызывает не оборонительную реакцию, как обычно, а усиление этого рефлекса.

Доминирование полушария головного мозга — относительное преобладание функциональной роли одного из полушарий в их совместной деятельности. Принято считать, что у человека доминирует левое полушарие над правым; это генетически обусловлено, окончательное формирование происходит в позднем онтогенезе. Функции левого полушария обуславливают абстрактно-логическую деятельность, речь, создают эмоционально положительный фон; правое полушарие обуславливает конкретно-образное мышление, окрашивает деятельность в эмоционально негативные тона. Полагают, что у людей мыслительного типа преобладание левого полушария выражено отчетливо; у людей художественного типа доминирование левого полушария выражено в меньшей мере.

Дошкольный период — период детства (от 3 до 7 лет), в течение которого происходит совершенствование всех систем организма, особенно нервной (масса мозга увеличивается в дошкольный период на 300 г и остается

меньше массы мозга взрослого всего на 150-200 г) и мышечной, что способствует интенсивному умственному и физическому развитию. Мышление становится все более абстрактным, движения — координированными. С 5-6 лет начинается смена временных молочных зубов на постоянные и т. д.

Древняя кора — филогенетически самая древняя часть коры больших полушарий головного мозга, занимающая смежные участки лобной и височной долей на нижней и медиальной поверхности полушарий.

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа. Выделяют следующие этапы дыхания: 1) внешнее дыхание — газообмен между внешней средой и альвеолярным пространством легких; 2) легочное дыхание — газообмен между альвеолярным воздухом и кровью; 3) транспорт газов кровью от легких к тканям и обратно; 4) внутреннее (тканевое) дыхание; 5) клеточное дыхание — использование кислорода в ходе окисления органических веществ до воды и углекислого газа с образованием энергии, используемой в процессах жизнедеятельности.

Дыхательная система — совокупность органов, обеспечивающих потребление организмом кислорода из внешней среды и выделение в нее углекислого газа.

Дыхательные рефлексы — рефлексы, возникающие в ответ на изменение концентрации углекислого газа и кислорода в крови, степени растяжения легких, дыхательных мышц; приводят к изменению глубины и частоты дыхания.

Дыхательный центр — совокупность нейронов ЦНС (основное ядро дыхательного центра находится в продолговатом мозге), посылающих импульсы к дыхательным мышцам и обеспечивающих координированный вдох и выдох.

Естественный иммунитет (син.: врожденный, наследственный иммунитет) — естественная резистентность; иммунитет к определенным заболеваниям, присущий представителям данного вида.

Железа вилочковая (син.: тимус, зубная железа) — центральный орган системы иммуногенеза, отвечающий за формирование и функционирование клеточного иммунитета.

Железа поджелудочная — железа смешанной секреции, вырабатывающая пищеварительные ферменты — поджелудочный сок (внешнесекреторная функция) и гормоны инсулин и глюкагон, регулирующие углеводный обмен организма (внутрисекреторная функция); название получила по своему местоположению — позади задней стенки желудка.

Железа предстательная — непарная железа мужской половой системы, представляющая собой железисто-мышечный орган, окружающий начальную часть мочеиспускательного канала. Железистая часть вырабатывает секрет, который, смешиваясь со спермой, поддерживает активность сперматозоидов.

Железа щитовидная — железа внутренней секреции, расположенная на

шее, впереди щитовидного хряща. Вырабатывает гормоны, регулирующие рост и развитие организма, интенсивность обмена веществ. Поражение щитовидной железы приводит к заболеваниям: мексидеме (слизистому отеку), базедовой болезни и др.

Железы — органы, основной функцией которых является выработка и выделение секретов (например, слюнные, потовые, половые железы, гипофиз и др.); делятся на железы внешней и внутренней секреции.

Железы внешней секреции — железы, имеющие выводные протоки, по которым секретлируемые вещества выделяются на наружную поверхность кожи или в какую-либо полость организма.

Железы внутренней секреции (син.: эндокринные железы) — органы человека и животных, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые ими вещества (гормоны) в кровь или лимфу. Наряду с нервной системой выполняют регуляторную функцию, обеспечивая связь и координацию частей организма и объединение их в единое целое.

Железы околощитовидные (син.: паратиреоидные, парашитовидные железы) — железы внутренней секреции; у человека расположены на задней поверхности щитовидной железы; вырабатывают паратгормон, регулирующий кальциевый и фосфорный обмен в организме.

Железы потовые — простые трубчатые железы, расположенные в подкожной жировой клетчатке, преимущественно в подмышечных впадинах, на лбу, ладонях и подошвах. Выделяют на поверхность кожи жидкий секрет — пот, состоящий из воды (98-99 %) и твердых веществ (хлорида натрия, мочевины, мочевой кислоты, жиров и др.). Потоотделение происходит постоянно, даже при низкой температуре. Пот выделяется на поверхность кожи отдельными порциями, частота их выброса регулируется посредством нервных (рефлекторных и центральных) и гуморальных факторов в ответ на температурные, тактильные, эмоциональные и другие стимулы. Центры потоотделения расположены в боковых рогах спинного мозга, продолговатом мозге, гипоталамусе, коре больших полушарий. Потоотделение — один из физиологических механизмов терморегуляции, поддержания водно-солевого баланса, выделения.

Желтое пятно — место наибольшего скопления световоспринимающих элементов в сетчатке глаза.

Желудок — полый мышечный орган, расположенный между пищеводом и 12-перстной кишкой и представляющий собой расширение пищеварительного тракта; является резервуаром, в котором накапливается потребленная пища, происходит ее химическое расщепление под влиянием ферментов желудочного сока.

Желудочки сердца — отделы сердца, в которые кровь поступает из предсердий.

Желудочный сок — секрет желудка, содержащий соляную кислоту, ферменты, расщепляющие белки, и жиры, створаживающие молоко. У человека за сутки выделяется около 1,5 л желудочного сока.

Желчный проток — проток, по которому желчь поступает из желчного пузыря в 12-перстную кишку.

Желчный пузырь — полый орган, в котором скапливается желчь; представляет собой ответвление главного желчного протока, по которому желчь из печени поступает в 12-перстную кишку.

Желчь — темная, красновато-зеленая жидкость, секретируемая печенью; усиливает расщепление жира, перистальтику кишечника, влияет на активность ферментов 12-перстной кишки.

Жизненная емкость легких — максимальное количество воздуха, которое может выдохнуть человек после предельно глубокого вдоха; является одним из показателей физического развития организма. У мужчин жизненная емкость легких равна 3500-4500 см³, у женщин — 2500-3500 см³.

Задние корешки — пучки нервных волокон, по которым возбуждение передается от чувствительных нейронов, расположенных в спинальном ганглии, к промежуточным нейронам спинного мозга.

Задний мозг — часть головного мозга, состоящая из продолговатого мозга, мозжечка и моста мозга.

Задняя камера глаза — небольшое пространство между хрусталиком и радужной оболочкой, заполненное прозрачной жидкостью.

Замыкание рефлекторной дуги — образование функциональной связи (условной или временной) в коре больших полушарий между двумя или более центрами в процессе выработки условного рефлекса.

Запредельное торможение — торможение, развивающееся в коре головного мозга под влиянием сверхсильного или длительного раздражения.

Зародыш (син.: эмбрион) — организм на ранних стадиях развития — с момента оплодотворения яйцеклетки до рождения.

Защитные дыхательные рефлексы — рефлекторные акты (чихание, кашель и др.), возникающие в ответ на раздражение дыхательных путей микробами, вирусами, инородными веществами.

Защитные рефлексы — рефлексы организма, проявляющиеся в уходе, уклонении от раздражителей, наносящих организму вред, угрожающих его жизни и нормальной деятельности.

Здоровье — полное физическое и психическое благополучие организма, отсутствие болезней или физических дефектов.

Зоны коры — области коры больших полушарий головного мозга.

Зрачковый рефлекс — расширение или сужение зрачка в ответ на ослабление или усиление интенсивности светового потока.

Зрачок — отверстие в центре радужной оболочки глаза; регулирует количество света, поступающего на сетчатку.

Зрительная агнозия — утрата зрительной памяти.

Зрительная зона — расположенная в затылочной доле часть коры больших полушарий, при участии которой происходят восприятие и анализ световых раздражений. Разрушение или удаление зрительной зоны

приводит к слепоте.

Зрительная память (син.: образная память) — закрепление и последующее воспроизведение в памяти зрительных образов.

Зрительный нерв — совокупность нервных волокон, проводящих возбуждения от сетчатки к зрительным центрам мозга.

Зрительный пурпур (лат. *ptery* — пурпурная улитка, пурпурный цвет; син.: зрительный пигмент родопсин) — содержащееся в палочках (чувствительных клетках сетчатки глаза) белковое светочувствительное вещество красного цвета. При действии света зрительный пурпур претерпевает ряд химических превращений, являющихся начальным звеном возбуждения рецепторов.

Зрительный рецептор — световоспринимающие элементы (палочки и колбочки) сетчатки глаза.

Извилины коры больших полушарий — выпуклости коры больших полушарий головного мозга, лежащие между соседними бороздами (углублениями) в складчатой структуре коры. Извилины и борозды увеличивают поверхность коры больших полушарий, которая достигает 2000-2500 см².

Изо... (греч. *isos* — равный) — часть сложных слов, означающая: одинаковый, равный, соразмерный.

Изотонические растворы — растворы, осмотическое давление которых равно осмотическому давлению в растительных или животных клетках. Специально приготовленные изотонические растворы для выдерживания в них изолированных тканей и органов или введения в кровеносные сосуды называют физиологическими.

Изотоническое сокращение (*изо...* и греч. *tonos* — напряжение) — сокращение мышцы, при котором изменяются ее размеры, а внутреннее напряжение остается относительно постоянным (изотоническим).

Иммунизация (лат. *immunis* — свободный, избавленный от чего-либо; син.: предохранительные профилактические прививки) — регламентированные во времени и по возрастным группам противоэпидемические и профилактические мероприятия (прививки), при которых в организм вводятся антигены или готовые антитела.

Иммунитет (лат. *immunitas* — освобождение от чего-либо) — невосприимчивость организма к агентам, несущим генетически чужеродную информацию, проявляющаяся в невосприимчивости организма к возбудителям болезней (инфекциям), некоторым ядам, отторжении пересаженной ткани. Различают естественный (врожденный) и искусственный (приобретенный) иммунитет. Последний подразделяется на активный и пассивный.

Иммунная система — совокупность органов, обеспечивающих иммунную защиту организма (красный костный мозг, тимус, лимфоидные органы, лимфоциты и др.).

Импринтинг (англ. *imprint* — производить впечатление; син.: запечатление) — запечатление в памяти новорожденного специфических

черт воздействующих на него жизненно важных объектов (например, матери) и их поведенческих актов. Период, в течение которого происходит импринтинг, непродолжителен по времени.

Импульс (лат. *impulsus* — удар, толчок) — быстро протекающий процесс; в физиологии — то же, что и возбуждение.

Индукция (лат. *induction* — наведение, побуждение, возбуждение) — форма взаимодействия нервных центров, при которой состояние одного знака (возбуждение или торможение) вызывает противоположное состояние в других участках ЦНС (одновременная индукция) или в том же участке — по прекращении своего действия (последовательная индукция). Различают положительную индукцию, когда торможение индуцирует возбуждение, и отрицательную — когда возбуждение индуцирует торможение.

Иннервация (лат. *in* — в, внутри и *нервы*) — нервная регуляция периферического органа, снабжение его нервными волокнами.

Инстинкт (лат. *instinctus* — побуждение) — совокупность врожденных, т. е. свойственных всем представителям данного вида, поведенческих актов, возникающих в ответ на действие внешних и внутренних факторов (например, инстинкт материнства, инстинкт перелета у птиц). Инстинкт представляет собой цепь безусловных рефлексов, в которой конец одного звена является началом другого.

Инсулин (лат. *insula* — остров) — гормон поджелудочной железы, выделяемый островковыми клетками в кровь; переводит избыток глюкозы крови в гликоген, стимулирует усвоение глюкозы жировой тканью и переводит углеводы в жир. При недостатке инсулина развивается диабет.

Интерорецепторы (лат. *interior* — внутренний, *receptor* — принимающий) — специализированные чувствительные нервные образования (рецепторы), воспринимающие раздражения; возникают в самом организме (во внутренних органах, мышцах, кровеносных сосудах), например, хеморецепторы, барорецепторы, проприорецепторы и др.

Ионные каналы — участки биологических или искусственных мембран, избирательно пропускающие те или иные ионы.

Иррадиация (лат. *irradiare* — озарять, освещать) — распространение нервного процесса (возбуждения или торможения) от места его возникновения на соседние центры мозга. Иррадиация возбуждения лежит в основе процесса генерализации.

Искривление позвоночника — изгибы позвоночника трех видов: кпереди (лордоз), кзади (кифоз) и боковые (сколиоз). В отличие от физиологических, патологические искривления позвоночника выражены резко.

Искусственный иммунитет — иммунитет, выработанный в результате введения в организм убитых или сильно ослабленных, уже потерявших токсичность, возбудителей болезни или их ослабленных токсинов (ядов); в ответ организм вырабатывает защитные вещества (антитела). В

последующем возбудители данной болезни, проникнув в иммунизированный организм, погибают, и человек или животное не заболевает или легко переносит заболевание.

Кифоз (греч. *kyphos* — сторбленный, кривой, согнутый) — физиологические изгибы позвоночника в грудном и крестцовом отделах, обращенные выпуклостью назад.

Клетка — основная структурная единица животных и растительных организмов; состоит из клеточной мембраны, отделяющей клетку от окружающей среды, цитоплазмы, в которой происходят основные процессы жизнедеятельности клетки (ассимиляция и диссимиляция), и ядра — носителя наследственной информации.

Клеточный центр — клеточный органоид, участвующий в распределении ядерного вещества (хромосом) при делении клетки.

Клиническая смерть — состояние, наступающее после прекращения сердечной деятельности и дыхания и продолжающееся до наступления необратимых изменений в ЦНС (биологической смерти).

Кожа — наружный покров тела, состоящий у человека и позвоночных животных из эпидермиса (многослойного плоского эпителия) и собственно кожи. Кожа защищает организм от внешних повреждений, является органом осязания, участвует в терморегуляции, выделении. Производные кожи: волосы, ногти, когти, перья, рога, копыта, потовые, сальные и молочные железы.

Кожный анализатор — анализатор, состоящий из рецепторов кожи (чувствительных к давлению, прикосновению, болевым и температурным раздражениям), проводящего нерва и нейронов коры больших полушарий, расположенных позади центральной борозды (часть кожно-мышечной зоны).

Колбочки сетчатки — округлые, слегка вытянутые светочувствительные клетки сетчатки глаза, воспринимающие дневное освещение и цвет предметов (аппарат дневного видения).

Коленный рефлекс — рефлекторное разгибание ноги в коленном суставе при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра.

Колит (греч. *kolon* — толстая кишка) — воспаление слизистой оболочки толстой кишки.

Кома (греч. *βlma* — глубокий сон, дремота) — глубокое угнетение функций ЦНС с потерей сознания и расстройством основных жизненно важных функций.

Компенсация функции — частичное или полное восполнение утраченных или нарушенных (в результате поражения или удаления участков ЦНС) функций организма или отдельного органа.

Конвергенция (лат. *convergens* — совпадающий) — схождение возбуждения от многих нейронов и проекционных путей к одному и тому же нейрону или нервному центру.

Конечный мозг (син.: большие полушария) — первый мозговой пузырь зародыша позвоночных, из которого развиваются полушария мозга.

Конкретное мышление (син.: элементарное мышление) — свойственное животным отражение внешнего мира в форме целесообразного адекватного поведения, направленного на удовлетворение биологических потребностей. Физиологической основой конкретного мышления является первая сигнальная система. Близким понятию конкретного мышления является понятие «рассудочная деятельность животных».

Контактные рецепторы — рецепторы, возбуждающиеся при непосредственном контакте с раздражителем (вкусовые, осязательные и др.).

Концентрация — по И. П. Павлову, сужение очага возбуждения или торможения в нервных центрах за счет усиления одновременной отрицательной индукции (например, уменьшение количества участвующих в двигательном акте мышц по мере овладения навыком).

Координация функций — согласование деятельности различных органов и систем организма, осуществляемое нервной и гуморальной системами. Например, при сгибании конечностей возбуждение нервных клеток, посылающих импульс к мышцам- сгибателям, вызывает одновременное торможение клеток, связанных с мышцами- разгибателями; возникающее при этом расслабление разгибателей облегчает сгибание конечностей.

Копчик — концевой отдел позвоночника, состоящий из 4-5 недоразвившихся позвонков; соответствует хвостовому скелету позвоночных животных.

Кора больших полушарий головного мозга — серое вещество (скопление тел нервных клеток), покрывающее поверхность больших полушарий головного мозга человека и многих высших животных; является центром психической деятельности, обуславливающим поведение, а у человека — сознание и речь; участвует в регуляции всех функций организма.

Корешки спинномозгового нерва — совокупность анатомических структур спинного мозга. На всем протяжении спинного мозга с каждой его стороны отходит 31 пара корешков спинномозговых нервов. Передний корешок и задний корешок у внутреннего края межпозвоночного отверстия сближаются, сливаются друг с другом и образуют спинномозговой нерв. Таким образом, из корешков образуется 31 пара спинномозговых нервов. Участок спинного мозга, соответствующий двум парам корешков (два передних и два задних), называют сегментом спинного мозга. Соответственно 31 паре спинномозговых нервов у спинного мозга выделяют 31-33 сегмента: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1-3 копчиковых сегмента. Каждому сегменту спинного мозга соответствует определенный участок тела, получающий иннервацию от данного сегмента.

Короткие кости — небольшие симметричные (образуют позвоночный столб) и асимметричные (образуют запястье кисти и предплюсну стопы) кости, обеспечивающие подвижность частей скелета. Короткие кости имеют губчатую структуру.

Корригирующие упражнения — специальные упражнения, используемые

для исправления осанки, сколиозов и других повреждений опорно-двигательного аппарата человека.

Кортикоиды — гормоны коры надпочечников.

Костная ткань — одна из разновидностей соединительной ткани; состоит из костных клеток (остеоцитов) и межклеточного вещества. Имеются два вида костной ткани — грубоволокнистая и пластинчатая, различающиеся особенностями строения межклеточного вещества.

Костный мозг (син.: желтый (жировой) костный мозг) — ткань, заполняющая полости костей у позвоночных животных и человека. Различают красный и желтый костный мозг. Красный костный мозг является основным органом кроветворения взрослого человека, он располагается в плоских костях (ребрах, грудице, костях черепа, таза), а также позвонках и эпифизах трубчатых костей. Желтый (жировой) костный мозг располагается в диафизах трубчатых костей, содержит много жировых клеток.

Кость — твердая часть скелета человека и позвоночных животных, состоящая из костных клеток и большого количества межклеточного вещества. Она содержит органическое вещество, обеспечивающее кости эластичность, и минеральные соли, придающие ей твердость и прочность. Вместе с хрящами, суставами и связками кости образуют скелет.

Кратковременная память — сохранение способности к воспроизведению информации о только что произошедших событиях внешнего и внутреннего мира в течение нескольких секунд и минут. После чего полнота и точность воспроизведения резко ухудшаются.

Кретинизм — заболевание, обусловленное уменьшением выработки тироксина щитовидной железой в период развития организма (в детстве); проявляется в задержке роста и психического развития.

Критические периоды — периоды онтогенеза, в течение которых формируются важные поведенческие реакции (функции) организма (следование за родителями, друг за другом, обучение коммуникации, в том числе речи человека). Вне пределов критических периодов формирование соответствующих функций, обучение или не происходит, или его эффективность резко снижается. Критический период овладения человеком речью — от 1 до 5 лет. Если в силу каких-то причин в этот период человек не научился говорить, то в последующем он не может полноценно овладеть речью.

Кровь артериальная — кровь, насыщенная кислородом.

Кровь венозная — кровь, обедненная кислородом и насыщенная углекислым газом.

Кровяная сыворотка — плазма, лишенная фибриногена.

Кровяное давление — давление крови на стенки сосудов, создающееся в результате нагнетания сердцем крови в артериальное русло кровеносной системы. Величина кровяного давления зависит от интенсивности работы сердца и степени сокращения (сжатия) стенок кровеносных сосудов.

Кровяные клетки — форменные элементы крови: эритроциты, лейкоциты,

тромбоциты.

Кровяные пластинки (син.: тромбоциты) — безъядерные образования крови (форменные элементы крови), представляющие собой цитоплазматические осколки крупных клеток (мегакариоцитов) красного костного мозга. Кровяные пластинки участвуют в свертывании крови.

Круги кровообращения — замкнутые пути, по которым течет кровь от сердца к органам и обратно. У человека различают большой и малый (легочный) круги кровообращения.

Латентный (лат. *latentis* — скрытый) — скрытый, невидимый; незаметно, бессимптомно протекающий.

Латентный период рефлекса — период (интервал времени) от начала раздражения до начала ответной реакции.

Леворукость — предпочтение действовать левой рукой; человек, которому свойственна леворукость, называется левшой. Леворукость наследственно обусловлена; она бывает скрытой, когда некоторые навыки выполняются правой рукой (письмо, пользование ложкой и др.); выявляется в тесте со скрещиванием рук на груди («поза Наполеона») — левша кладет левую руку сверху.

Лейкоциты (син.: белые кровяные тельца, белые кровяные клетки) — бесцветные, функционально разнообразные, подвижные клетки животных, способные захватывать и переваривать микроорганизмы и инородные частицы, а также вырабатывать антитела. В 1 мм³ крови здорового человека содержится 5-8 тысяч лейкоцитов различных форм.

Лимфа (лат. *lympha* — чистая вода, влага) — жидкость, циркулирующая в лимфатической системе позвоночных животных и человека.

Лимфатическая система — разветвленная сеть сосудов с расположенными по их ходу лимфатическими узлами.

Лимфатические сосуды — сосуды, по которым движется лимфа.

Лимфатические узлы — образования овальной формы, расположенные по ходу лимфатических сосудов; образуют лимфоциты, антитела, задерживают и обезвреживают бактерии, токсины.

Лимфоциты (*лимфа* и греч. *kytos* — вместилище, клетка) — одна из разновидностей лейкоцитов (белых кровяных клеток), образующихся в лимфатических узлах; участвуют в образовании антител.

Личная гигиена (син.: индивидуальная гигиена) — комплекс гигиенических правил, выполняемых в целях укрепления здоровья и повышения работоспособности. К личной гигиене относятся соблюдение чистоты тела, одежды, жилища, предметов домашнего обихода, здоровый образ жизни и т. п.

Малый круг кровообращения — часть системы кровообращения, несущая кровь от правого желудочка сердца через легкие к левому предсердию.

Масса тела — один из основных показателей физического развития, характеризующий количество живого вещества организма. Масса тела зависит от возраста, пола, питания, условий труда и быта, здоровья и

других факторов.

Материнское молоко (син.: грудное молоко, женское молоко) — секрет молочной железы кормящей матери; по составу и соотношению питательных веществ наиболее соответствует особенностям пищеварения и обмена веществ ребенка.

Медиатор (лат. *mediator* — посредник) — химическое вещество, выделяемое из нервных окончаний, с помощью которого передается возбуждение с одной клетки на другую (возбуждающий медиатор) или вызывается торможение (тормозной медиатор). Медиатор обычно вызывает повышение проводимости постсинаптической мембраны для определенных ионов. Основным медиатором, с помощью которого передается возбуждение в нервной системе и с нерва на мышцу, является ацетил-холин; медиатор симпатической нервной системы — симпатин (адреналин, норадреналин), парасимпатической — ацетилхолин; в некоторых структурах мозга медиаторами являются серотонин, гамма-аминомасляная кислота, дофамин, глицин, глутаминовая кислота и др.

Медленный сон (син.: ортодоксальный сон, дельта-сон) — фаза сна, составляющая 75-80 % общей его продолжительности; в энцефалограмме доминирует высокоамплитудная медленная активность — так называемый дельта-ритм. В эту фазу происходит сортировка информации на важную и несущественную и перевод ее в долговременную память.

Межреберные мышцы — мышцы, расположенные между ребрами. Сокращение наружных межреберных мышц поднимает ребра и увеличивает объем грудной клетки на вдохе, сокращение внутренних межреберных мышц опускает ребра и уменьшает объем грудной клетки при усиленном выдохе.

Межреберные нервы — пучки центробежных нервных волокон (нервы), идущих от грудного отдела спинного мозга к межреберным мышцам.

Меланхолик — человек, обладающий меланхолическим темпераментом.

Меланхолический темперамент — темперамент человека, характеризующийся слабостью нервных процессов возбуждения и торможения, повышенной чувствительностью, впечатлительностью, быстрой утомляемостью при действии сильных раздражителей внешней и внутренней среды. Вместе с тем, меланхолический темперамент — это тонкость, впечатлительность, изысканность чувств; этим темпераментом обладали многие крупные ученые, художники, артисты, исследователи, которые внесли наиболее значительный вклад в развитие науки и культуры.

Меланхолия (греч. *melas* — темный, черный, *chole* — желчь) — состояние, характеризующееся сниженным, подавленным настроением; компонент депрессии.

Мембранный потенциал (син.: клеточный потенциал, потенциал покоя) — разность потенциалов между наружным раствором и цитоплазмой клетки; у нервных клеток у клеток мембранный потенциал составляет 70-80 мВ, у клеток других тканей — от 30 до 90 мВ.

Мембраны биологические — тонкие пограничные структуры клеток животных и растений, состоящие из билипидного матрикса (двух слоев молекул липидов) и погруженных в них глобул (молекул шарообразной формы) белка; расположены на поверхности клеток, субклеточных частиц, пронизывают цитоплазму, образуя в ней разнообразные по форме и объему слои, отсеки, камеры и каналы. По соотношению белков и липидов выделяют два типа биологических мембран. К первому типу относятся мембраны с преобладанием липидных компонентов (плазматические мембраны, мембраны миелиновых оболочек нервных волокон и мембраны эритроцитов). Ко второму типу относятся мембраны с преобладанием белковых компонентов (мембраны эндоплазматической сети, лизосом и митохондрий). В метаболическом отношении мембраны второго типа более активны, содержание белка в них может достигать 85 %.

Механическая память — память, основанная на повторении материала без его осмысления.

Минутный объем дыхания — количество воздуха, поступающего в легкие за 1 мин; произведение объема воздуха, поступающего в легкие за один вдох на частоту дыхания в минуту. У взрослого человека минутный объем дыхания в покое равен 5-9 л.

Мозг — ЦНС человека и животных; состоит из нервных и глиальных клеток; делится на спинной и головной мозг. У беспозвоночных животных мозгом является надглоточный нервный узел.

Мозговая оболочка — общее название соединительных оболочек головного и спинного мозга. Различают мягкую мозговую оболочку (прилежащую непосредственно к мозгу), паутинную (расположенную между твердой и мягкой мозговой оболочкой) и твердую — наружную мозговую оболочку (состоящую из плотной волокнистой соединительной ткани).

Мозговой слой почек — внутренний слой почек, в котором происходит образование вторичной мочи.

Мозговые пузыри — расширения в передней части мозговой трубки зародыша позвоночных, из которых развивается головной мозг.

Мозжечок — отдел головного мозга, расположенный под затылочными долями больших полушарий; участвует в координации и регуляции движений, мышечного тонуса, вегетативных функций организма.

Мозолистое тело — белое вещество, соединяющее правое и левое полушария переднего мозга.

Молоточек — одна из трех слуховых косточек, расположенных в среднем ухе млекопитающих, которые передают колебания от барабанной перепонки внутреннему уху.

Молочные зубы — непостоянные зубы, которые начинают прорезаться у человека в 6-9-месячном возрасте. Молочных зубов всего 20 — по 10 на каждой челюсти: 4 резца, 2 клыка, 4 малых коренных. С 6-7-летнего возраста происходит замена молочных зубов на постоянные, которая

полностью завершается к 11-12 годам.

Мост мозга — часть ствола головного мозга, расположенная между продолговатым и средним мозгом; состоит преимущественно из белого вещества (нервных волокон), посредством которого соединяет (является «мостом») отделы мозга между собой.

Мотивация — состояние психики, обусловленное господствующей потребностью организма и определяющее направленность поведения индивида. Центр мотивации находится в латеральных долях гипоталамуса.

Мотонейроны (син.: моторные нейроны, двигательные, эффекторные нейроны) — эффекторные нервные клетки, расположенные в передних рогах спинного мозга и двигательных ядрах ствола головного мозга, передающие возбуждение от спинного мозга к исполнительным органам — мышцам, железам.

Моча — продукт выделения, образующийся в почках человека и животных и выводимый наружу через мочевыводящие пути. С мочой выделяются из организма конечные продукты обмена веществ (мочевина, мочевая кислота и др.), чужеродные вещества, избыток воды (моча на 96 % состоит из воды), некоторые ферменты, гормоны, витамины — тем самым поддерживается постоянство внутренней среды организма. В сутки человек выделяет около 1,5 л мочи.

Мочевой пузырь — мешковидный мышечный орган человека и животных, в котором скапливается моча, образующаяся в почках; емкость мочевого пузыря у человека около 500 мл.

Мочевыделение (син.: мочеиспускание) — выведение мочи из организма, осуществляющееся периодически (у человека — 4-6 раз в сутки) по мере заполнения мочевого пузыря.

Мочевыделительная система — система органов, обеспечивающая образование и выделение из организма мочи; состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала.

Мочеиспускательный канал — канал, при помощи которого моча, находящаяся в мочевом пузыре, выводится из организма.

Мочеобразование — процесс образования мочи в почках. Мочеобразование начинается в капсулах наружного слоя почек. Под влиянием высокого давления в капиллярных клубочках (находятся в почечных капсулах) из крови выдавливается значительная часть ее плазмы (80-150 литров в сутки), которая попадает в капсулы — это так называемая первичная моча, отличающаяся от плазмы крови только отсутствием в ней белков (они не фильтруются через стенки сосудов). Из капсул первичная моча поступает в извитые почечные канальцы, из которых происходит активное всасывание (реабсорбция) в кровь значительной части воды, минеральных солей; полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза. В конечном итоге образуется небольшое количество (1,5 л) так называемой вторичной (конечной) мочи, выводимой из организма.

Мочеточники — выводные протоки, по которым моча поступает из почек в мочевой пузырь.

Мужские половые органы (син.: яички) — орган, в котором образуются или размножаются, растут и созревают мужские половые клетки — сперматозоиды.

Мыслительный тип — специфический человеческий тип высшей нервной деятельности, выделенный И. П. Павловым на основании преобладания у этого типа людей второй сигнальной системы; обусловлен преобладанием деятельности левого полушария над деятельностью правого.

Мышечная оболочка — соединительная прозрачная оболочка, покрывающая мышцу снаружи.

Мышечная система — совокупность гладких, поперечнополосатых скелетных и сердечной мышц организма животных и человека, обеспечивающих изменение положения тела (и его частей) в пространстве, а также движение внутренних органов (например, сокращения сердца, изменение просвета кровеносных сосудов). В состав мышечной системы входят также вспомогательные элементы: сухожилия, связки и др.

Мышечная ткань — ткань, состоящая из мышечных клеток или волокон, способная сокращаться. Различают три вида мышечной ткани: скелетная, или поперечнополосатая, гладкая и сердечная.

Мышечные рецепторы — высокодифференцированные рецепторные образования (мышечные веретена), возбуждающиеся при растяжении мышцы.

Мышечный тонус — длительное, относительно неустойчивое напряжение мышц (в результате поочередного сокращения мышечных волокон), обеспечивающее поддержание позы при сидении, стоянии и т. д. Мышечный тонус имеет рефлекторную природу, т. е. вызывается нервными импульсами, приходящими из ЦНС в ответ на растяжение рецепторных элементов мышц.

Мышление — высшая форма обобщенного и опосредованного отражения свойств и явлений окружающего мира, а также существенных связей и отношений между ними.

Мышцы — органы тела, состоящие из мышечной ткани и обладающие способностью сокращаться под влиянием возникающего в ней возбуждения; различают поперечнополосатые, гладкие и сердечную мышцы.

Надгортанник — хрящ гортани, расположенный у корня языка; закрывает вход в гортань при глотании.

Надежность биологических систем — уровень регулирования процессов в организме, при котором обеспечивается их оптимальное протекание, взаимозаменяемость и экстренная мобилизация резервных возможностей, в результате чего осуществляется приспособление к новым условиям и быстрое восстановление внутренней среды организма (гомеостаза).

Надпочечники — парная железа внутренней секреции позвоночных

животных и человека, состоящая из коркового вещества (вырабатывает кортикостероиды и частично мужские и женские половые гормоны) и мозгового вещества (вырабатывает адреналин и норадреналин). Надпочечники участвуют в адаптации организма к неблагоприятным условиям (стрессам) и регуляции обмена веществ.

Наружное ухо — часть органа слуха, состоящая из наружной раковины и наружного слухового прохода, проводящих звуковые колебания к барабанной перепонке.

Наружный слуховой проход — отверстие, через которое звуковые волны поступают из внешней среды на барабанную перепонку среднего уха.

Насос ионный — переносчики, осуществляющие транспорт ионов в клетку и из нее. Например, натриево-калиевый ионный насос транспортирует в клетку ионы калия, а из нее — ионы натрия.

Невр... (греч. *neuron* — жила, сухожилие, волокно; син.: нерв..., нерви..., невро..., нейр..., нейро) — составная часть сложных слов, означающая отношение к нервам, нервной системе.

Невроз — психогенное заболевание, проявляющееся в обратимых нарушениях эмоциональной, вегетативной и соматической сфер человека. Различают три основных вида неврозов: неврастения, психастения, истерия. Чаще всего возникает как следствие острой или хронической психотравмы.

Нейроглия (син.: глия) — совокупность макроглиальных (астроцитов, олигодендроцитов) и микроглиальных (клетки Ортега) клеток, находящихся между нейронами и выполняющих в отношении них вспомогательные функции. Астроциты оплетают кровеносные сосуды, олигодендроциты окружают нервные клетки и их отростки, клетки Ортега подвижны, обладают фагоцитарными свойствами, скапливаются в местах гибели нервных и глиальных клеток.

Нейро-гуморальная регуляция — регуляция физиологических процессов организма посредством нервной системы (нервных импульсов) и гуморальных факторов — физиологически активных веществ, транспортируемых кровью, лимфой, межтканевой жидкостью; обеспечивает регуляцию обмена веществ, связь и координацию частей организма, а также взаимодействие его со средой.

Нейрон (греч. *neuron* — жила, нерв) — нервная клетка со всеми отходящими от нее отростками (дендриты и аксоны); выполняет функции восприятия и проведения нервных импульсов.

Нейроны биполярные — нервные клетки с двумя отростками. Таковыми, в частности, являются периферические чувствительные нейроны, имеющие один отросток, направленный наружу, а другой — в ЦНС.

Нейроны вставочные (син.: промежуточные, контактные нейроны) — нервные клетки ЦНС, соединяющие чувствительные (афферентные) нейроны с двигательными (эфферентными).

Нейроны монополярные — нервные клетки, имеющие один отросток.

Нейроны мультиполярные — нервные клетки с большим количеством

отростков.

Нейроны чувствительные — нервные клетки, передающие импульсы от органов чувств в спинной и головной мозг.

Нейросекретция — способность некоторых нервных клеток гипоталамуса выделять в кровь или межтканевую жидкость физиологически активные вещества — нейросекреты, или нейрогормоны, обладающие типичными свойствами гормонов.

Нейруляция — процесс закладки пластинки нервной трубки и последующего ее замыкания в первичную трубку.

Нерв (син.: нервный ствол) — совокупность нервных волокон, покрытых плотной оболочкой — эпиневрием; связывает мозг или нервные узлы с периферическими воспринимающими образованиями (рецепторами) и эффекторными органами.

Нерв смешанный — нерв, содержащий афферентные (чувствительные) и эфферентные (двигательные) нервные волокна.

Нервизм — принцип отечественной физиологии, согласно которому ведущая роль в регуляции всех функций в организме высших животных и человека принадлежит нервной системе; сформулирован в трудах И. М. Сеченова, С. П. Боткина, И. П. Павлова.

Нервная регуляция — изменение деятельности органов, обмена веществ в них через нервную систему.

Нервная система — совокупность структур в организме животных и человека, объединяющая деятельность всех органов и систем и обеспечивающая функционирование организма как единого целого в его постоянном взаимодействии с внешней средой. Нервная система воспринимает внешние и внутренние раздражения, анализирует эту информацию, отбирает и перерабатывает ее и в соответствии с этим регулирует и координирует функции организма.

Нервная ткань — ткань, составляющая нервную систему; состоит из главных функциональных элементов — нейронов — и вспомогательных — глиальных клеток. Основная функция нервной ткани — генерация и проведение возбуждения.

Нервная трофика — влияние нервной системы на обмен веществ в тканях и органах; осуществляется благодаря трофической функции нейронов.

Нервная трубка — зачаток ЦНС хордовых животных, образующийся в процессе нейруляции из нервной пластинки.

Нервное волокно — отросток нервной клетки вместе с окружающей его шванновской (мякотной) оболочкой, проводящий возбуждение от рецептора к телу нервной клетки, между нервными клетками и к эффекторным органам. По функциональному назначению различают чувствительные (афферентные), промежуточные (вставочные) и двигательные (эфферентные) нервные волокна; по морфологическим особенностям — мякотные и безмякотные.

Нервное окончание (син.: нервная терминаль) — терминальная (концевая) часть нервного волокна, не покрытая миелиновой (мякотной) оболочкой;

состоит из пре- синаптической терминали и ее концевое утолщения (бляшки). Различают чувствительные нервные окончания (рецепторы) и синаптические, по которым возбуждение передается с одной нервной клетки на другую или на эффектор.

Нервно-мышечный синапс (син.: мионевральный синапс, мионевральное соединение) — специализированное образование (синапс), обеспечивающее передачу возбуждения с нервного на мышечное волокно или гладкомышечную клетку.

Нервный центр — совокупность нервных клеток (нейронов), участвующих в осуществлении того или иного рефлекса или регуляции определенной функции.

Норадреналин — гормон мозгового слоя надпочечников; медиатор, выделяющийся в окончаниях симпатических нервных волокон. Вызывает повышение кровяного давления, усиливает углеводный обмен и т. д.

Обмен белков — совокупность химических превращений белков в организме, заканчивающаяся их расщеплением до воды, углекислого газа, аммиака и освобождением заключенной в них энергии. Белки используются организмом для обновления и построения новых тканей, ферментов, являются энергетическим источником. При расщеплении 1 г белка освобождается 4,1 ккал энергии.

Обмен веществ (син.: метаболизм) — совокупность всех химических превращений в организме, обеспечивающих его жизнедеятельность. Выделяют две стороны обмена веществ — ассимиляцию, в процессе которой организм синтезирует специфические для него вещества, и диссимиляцию, в процессе которой происходит расщепление (окисление) органических веществ и освобождение заключенной в них энергии.

Обмен жиров — совокупность химических превращений жиров в организме, заканчивающаяся их расщеплением (до воды и углекислого газа) и освобождением энергии. Жиры используются организмом для обновления и построения новых тканей, ферментов, гормонов, а также для получения необходимой организму энергии. При расщеплении 1 г жира освобождается 9,3 ккал энергии.

Обмен минеральных солей — совокупность процессов потребления, использования минеральных солей в организме и выделения их в окружающую среду. Минеральные соли используются в организме для поддержания осмотического давления, кислотно-щелочного равновесия (рН) крови, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов.

Обмен углеводов — совокупность химических превращений углеводов в организме, заканчивающихся их расщеплением и освобождением энергии. Углеводы являются основным энергетическим источником организма. При расщеплении 1 г углеводов освобождается 4,1 ккал энергии.

Обмен энергии — совокупность процессов превращения и использования энергии пищевых веществ в жизнедеятельности организма.

Обоняние — восприятие запахов, осуществляющееся с помощью

- обонятельных рецепторов, расположенных в верхних отделах носовой полости.
- Обонятельные клетки** — биполярные (с двумя отростками) рецепторные нейроны диаметром 5-10 мкм, расположенные между опорными клетками слизистой оболочки носа, возбуждающиеся при взаимодействии с молекулами пахучих веществ. У человека насчитывается около 600 млн. обонятельных клеток.
- Обонятельный анализатор** — аппарат, обеспечивающий восприятие запахов; состоит из периферического отдела (обонятельных рецепторов, расположенных в слизистой оболочке носа), проводникового отдела (обонятельных нервов) и мозгового (коркового) центра.
- Обратная реабсорбция в почках** — возвращение в кровотоки веществ (глюкозы, аминокислот и др.) из клубочкового фильтрата, в результате чего первичная моча превращается во вторичную.
- Обратная связь** — информация, поступающая в ЦНС о рефлекторном ответе, на основе которой происходит его коррекция и достижение конечного результата.
- Окостенение** — процесс превращения хрящевой или соединительной ткани в костную в результате отложения в межклеточном веществе минеральных солей.
- Оксигемоглобин** (греч. *oxys* — кислый и *гемоглобин*) — гемоглобин, соединенный с кислородом; переносит кислород от легких к тканям.
- Онтогенез** (греч. *ontos* — сущее, *genos* — развитие) — индивидуальное развитие организма от зарождения (зиготы) до смерти.
- Оперативная память** — память, в которой хранится информация на протяжении от нескольких секунд до нескольких часов; является промежуточной между кратковременной и долговременной памятью.
- Оплодотворение** — процесс слияния мужской и женской половых клеток, приводящий к образованию зиготы — первой клетки нового организма.
- Опорно-двигательная система** (син.: скелетно-мышечная система) — совокупность костей, хрящей, суставов, связок и мышц, являющихся опорой тела и обеспечивающих перемещение его в пространстве, а также движение частей тела относительно друг друга. Опорно-двигательная система состоит из двух частей: активной (мышцы) и пассивной (скелет).
- Орган** (греч. *organon* — орудие, инструмент, орган) — часть тела многоклеточного организма, состоящая из различных тканей и выполняющая одну или несколько специфических функций.
- Орган вкуса** — один из органов чувств, воспринимающий сладкое, кислое, горькое, соленое; вкусовые рецепторы находятся в выростах оболочки полости рта (особенно много на языке) — вкусовых сосочках.
- Орган зрения** (син.: глаз) — аппарат, воспринимающий световые раздражения; состоит из собственно глаза (глазного яблока) и вспомогательного аппарата (глазодвигательных мышц, век, а у наземных животных — и слезных желез).
- Организм** — самостоятельно существующая единица органического мира,

представляющая собой саморегулирующуюся систему, реагирующую на внешнее раздражение как единое целое; всякое живое существо, в том числе человек.

Органоиды (греч. *organon* — орган, *eidos* — вид) — обособленные структуры цитоплазмы животных и растительных клеток (митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, лизосомы и др.), выполняющие определенные функции. К органоидам не относятся временные включения (капельки жира, секретов и др.), появляющиеся и исчезающие в процессе обмена веществ.

Орган равновесия — один из органов чувств, воспринимающий изменения положения головы и тела в пространстве, а также направление движения тела; состоит из круглого и овального мешочков, трех полукружных каналов, расположенных в лабиринте внутреннего уха.

Орган слуха (син.: ухо) — аппарат для восприятия звуковых раздражений; состоит из наружного, среднего и внутреннего уха.

Органы внутренние — органы, расположенные в полостях тела.

Органы кровообращения — совокупность сосудов и полостей организма, по которым циркулирует кровь.

Органы пищеварения — совокупность органов, в которых происходит механическая и химическая переработка пищи, всасывание продуктов расщепления в кровь и удаление непереваренных ее остатков.

Органы чувств — специализированные образования периферической нервной системы, воспринимающие действие раздражителей внешнего мира и внутренней среды организма (органы зрения, слуха, гравитации, обоняния, осязания, вкуса); состоят из рецепторов и вспомогательных структур.

Ориентировочный рефлекс — ориентировочно-исследовательская реакция организма (поворот головы в сторону звукового или светового раздражителя, напряжение мускулатуры), возникающая в ответ на новое неожиданное раздражение или внезапное усиление существующего. И. П. Павлов назвал ориентировочный рефлекс рефлексом «что такое?», или исследовательским рефлексом. Ориентировочный рефлекс можно рассматривать как выражение непроизвольного внимания.

Осанка — привычная поза непринужденного стояния человека, которую он принимает без излишнего мышечного напряжения.

Остаточный воздух — воздух, остающийся в органах дыхания после максимально глубокого выдоха.

Острота зрения — чувствительность зрительного анализатора, проявляющаяся в способности различать границы и детали видимых объектов; определяется минимальным угловым расстоянием между двумя точками, при котором они воспринимаются раздельно.

Осязание — восприятие рецепторами кожи, слизистыми оболочками губ, языка и т. д. прикосновения, давления. С помощью осязания воспринимаются форма, величина, консистенция предметов.

Осязательные тельца — инкапсулированные рецепторы, расположенные

в сосочковом слое кожи, лишенном волосяного покрова; реагируют на незначительное изменение давления.

Ответная реакция — специфическая деятельность клетки, ткани, органа или организма в целом, возникающая в ответ на действие раздражителя.

Отвлеченное мышление — специфическая человеческая форма психической деятельности, протекающая с использованием речи. Центральным звеном отвлеченного мышления является анализ — расчленение целого с целью выявления существенных признаков, свойств — и последующее обобщение (синтез) в форме абстрактных понятий и умозаключений.

Относительный физиологический покой — состояние клеток, тканей или целого организма, при котором отсутствуют внешние специфические признаки жизнедеятельности (мышца не сокращается, железа не секретит, организм находится в состоянии бездеятельности, расслабленности).

Ощущение — простейшая форма психического отражения, обеспечивающая познание отдельных свойств предметов и явлений.

Палочки сетчатки — рецепторы сумеречного света.

Память — свойство живых систем запечатлевать, сохранять, воспроизводить информацию об окружающем мире. Различают филогенетическую память, в которой запечатлен исторический опыт вида (генетическая информация, безусловные рефлексы и инстинкты) и онтогенетическую память, в которой запечатлен индивидуальный опыт (условные рефлексы, знания, умения, навыки).

Парасимпатическая нервная система — часть вегетативной нервной системы, иннервирующей железы и внутренние органы; центры ее располагаются в стволовой части головного мозга и в крестцовом отделе спинного мозга.

Первая сигнальная система — система отражения действительности в форме ощущений и восприятия, существующая у человека и животных. У человека в процессе сознательно-трудовой деятельности на основе первой сигнальной системы возникла новая, более совершенная система отражения действительности в форме речи — вторая сигнальная система. Термины «первая сигнальная система» и «вторая сигнальная система» введены И. П. Павловым.

Первичная моча — фильтрат, образующийся в результате выдавливания через стенки капилляров почечных клубочков плазмы крови; содержит, кроме продуктов выделения, глюкозу и другие нужные для организма вещества, подвергающиеся в процессе образования вторичной (конечной) мочи обратной реабсорбции.

Первичные половые признаки — половые железы и половые органы, т. е. признаки, позволяющие определить пол новорожденного ребенка; развиваются во внутриутробном периоде.

Первое детство (син.: раннее детство) — период в развитии ребенка от 1 до 5 лет.

- Передний корешок спинномозгового нерва** — пучок нервных волокон, по которым возбуждение передается от мотонейронов спинного мозга к эффекторам.
- Передний мозг** — часть головного мозга, включающая промежуточный мозг и большие полушария.
- Передняя камера глаза** — пространство между роговицей и хрусталиком, заполненное водянистой влагой.
- Переливание крови** — введение в кровяное русло больного цельной крови или ее компонентов с лечебной целью (при кровопотерях, интоксикациях, лучевых поражениях, анемии и др.).
- Переломы** — полное или частичное нарушение целостности кости, чаще всего возникающее вследствие травмы. Переломы бывают закрытые (без нарушения целостности кожных покровов над областью перелома) и открытые (с повреждениями кожного покрова или слизистой оболочки, через которые выступают наружу концы переломленной кости).
- Перенапряжение** — чрезмерное напряжение, приводящее к длительным или необратимым неблагоприятным изменениям в отдельных органах и системах организма.
- Перепончатый лабиринт** — ограниченная перепонкой полость внутри костного лабиринта.
- Период внутриутробного развития** — развитие ребенка в утробе матери от момента зачатия до появления на свет.
- Период новорожденности** (син.: неонатальный период) — период жизни ребенка от момента рождения по 28 день включительно.
- Период полового созревания** — период жизни, в течение которого организм достигает биологической зрелости: появляются вторичные половые признаки, завершается формирование половых органов и половых желез, формируется способность к зачатию и воспитанию ребенка. У девушек период полового созревания завершается к 11-15 годам, у юношей — к 13-16.
- Периферическая нервная система** (греч. *peripheria* — окружность, окраина) — все нервы, отходящие от головного и спинного мозга, а также совокупность нервных узлов (ганглиев) вегетативной нервной системы.
- Периферическое зрение** — зрение, обусловленное возбуждением светочувствительных элементов сетчатки, находящихся вне желтого пятна.
- Печень** — железа пищеварительной системы, расположенная в брюшной полости в правом подреберье под диафрагмой; вырабатывает пищеварительный сок — желчь; центральный орган углеводного обмена, выполняющий барьерную функцию в организме, обезвреживая яды и токсины, поступающие в кровь главным образом из кишечника.
- Пигменты** (лат. *pigmentum* — краска) — окрашенные белки организма, придающие соответствующую окраску клеткам и тканям.
- Пищеварительная система** — совокупность органов, принимающих участие в пищеварении; у человека состоит из ротовой полости, глотки,

- желудка, тонкого и толстого кишечника, а также многочисленных пищеварительных желез, вырабатывающих пищеварительные ферменты.
- Пищеварительные железы** — железы пищеварительного тракта, выделяющие пищеварительный сок.
- Пищеварительные ферменты** — ферменты пищеварительного тракта, расщепляющие пищевые вещества.
- Пищеварительный сок** — секрет (выделения) пищеварительных желез, ферменты которого обеспечивают расщепление пищи в пищеварительном тракте.
- Пищевод** — часть пищеварительного тракта, по которой пища активно (за счет сокращений стенки пищевода) перемещается из ротовой полости в желудок.
- Пищевой центр** — совокупность структур ЦНС, координирующих деятельность пищеварительного тракта, потребление пищи, ее поиск и добывание.
- Плацента** (греч. *plakus* — лепешка; син.: детское место) — орган, формирующийся в месте имплантации яйцеклетки в матке, обеспечивающий обмен веществ между кровью плода и матери.
- Плацентарный барьер** — совокупность особенностей строения плаценты, препятствующих (или уменьшающих) попадание токсичных веществ и инфекции из крови матери в кровь плода.
- Плод** — зародыш человека от девятой недели внутриутробного развития до рождения.
- Плоские кости** — широкие кости черепа, таза, лопаток, состоящие из наружных и внутренних пластов компактной ткани, между которыми расположена губчатая ткань, содержащая красный костный мозг.
- Плоскостопие** — деформация стопы, выражающаяся в уплощении, понижении свода (изгиба вверх).
- Пневмония** (греч. *pneumon* — легкое; син.: воспаление легких) — воспалительный процесс в ткани легкого.
- Поведение** — адекватные формы взаимодействия организма со средой, обусловливаемые ЦНС.
- Подкожная жировая клетчатка** — слой рыхлой соединительной ткани, богатой жировыми отложениями, лежащий под кожей.
- Подростковое сердце** (син.: юношеское сердце) — общее название функциональных нарушений деятельности сердца (учащение сердцебиения, появление шумов сердца и др.) в период полового созревания в связи со значительной перестройкой эндокринной и других систем, переходом от детства к взрослости.
- Подростковый возраст** (син.: пубертатный возраст, отрочество, третий кризисный период) — период, в течение которого происходит коренная перестройка детского организма в связи с переходом от детства к взрослости. Центральным звеном этой перестройки является половое созревание. Подростковый возраст продолжается у девочек от 11 до 14 лет, у мальчиков — от 12 до 15.

- Пожилой возраст** — период в развитии человека от 55 - 60 лет для женщин и 60 —70 для мужчин.
- Поза** — положение тела и его частей в пространстве. Поза может выражать эмоциональное состояние, например, угрожающая поза.
- Позвоночник** (син.: позвоночный столб) — осевой скелет позвоночных животных; у человека состоит из 32-34 позвонков, соединенных друг с другом хрящами, суставами, связками. Различают шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый отделы позвоночника.
- Позвоночный канал** — продольный канал в центре спинного мозга, заполненный ликвором.
- Поле зрения** — пространство, одновременно воспринимаемое глазом при неподвижном взоре и фиксированном положении головы; границы поля зрения для белого цвета: книзу 70° , кверху 60° , кнаружи 90° .
- Поллюция** (лат. *pollutio* — мараение, пачканье) — непроизвольное извержение семени у мужчин, чаще происходящее во сне, преимущественно при половом воздержании. Первые поллюции у подростков — одно из проявлений полового созревания.
- Половая жизнь** — совокупность телесных, психических и социальных процессов, в основе которых лежит половое влечение.
- Половое влечение** — стремление к половой близости, выраженность и направленность которого определяется генетическим набором хромосом, железами внутренней секреции и формированием условнорефлекторных комплексов под влиянием индивидуального опыта.
- Половое воспитание** — система мер педагогики, воздействия на детей и подростков с целью создания у них правильных представлений о сущности взаимоотношений полов и воспитания норм поведения в половой жизни.
- Половое развитие** — формирование первичных и вторичных половых признаков в процессе индивидуального развития.
- Половое созревание** — процесс формирования репродуктивной функции женского или мужского организма, завершающийся половой зрелостью, т. е. способностью к воспроизведению полноценного потомства.
- Половые гормоны** — гормоны, вырабатываемые половыми железами (семенниками и яичниками); регулируют развитие и функционирование половых органов, половое влечение, вторичных половых признаков, влияют на развитие мышечной системы и скелета.
- Половые железы** (син.: гонады) — органы, образующие половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), а также вырабатывающие половые гормоны. Мужские половые железы — семенники, женские — яичники.
- Половые клетки** — специализированные клетки (яйцеклетка и сперматозоид), посредством которых происходит половое размножение.
- Половые признаки** — признаки, по которым мужской пол отличается от женского. Делятся на первичные и вторичные.
- Положительные эмоции** — эмоции, вызывающие приятные субъективные переживания (радость, счастье, вдохновение, любовь, смех и др.);

возникают при удовлетворении потребности или поступление информации о том, что она будет удовлетворена. Чем сильнее потребность, чем выше напряжение, возникшее в организме в связи с ней, тем большую радость испытывает человек при ее удовлетворении.

Постэмбриональное развитие (лат. *post* — находящийся позади, *embriion* — утробный плод, зародыш) — развитие организма от рождения до смерти.

Почечная лоханка — воронкообразная полость в почках млекопитающих и человека, в которую из собирательных трубочек поступает образовавшаяся моча; переходит в мочеточники.

Почечные канальцы (син.: извитой почечный каналец) — система тонких длинных трубочек, пронизывающих корковый мозговой слой почки, выстланных эпителием, принимающих участие в образовании вторичной мочи.

Почечные клубочки — плотная, сильно закрученная сеть капилляров, находящаяся в почечной капсуле; представляет собой разветвления почечной артерии.

Почка — парный орган мочевыделительной системы, расположенный по обеим сторонам поясничного отдела позвоночника. Выделяет из организма конечные продукты обмена веществ, избыток солей, воды, токсины, т. е. участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма. Основной морфофункциональной единицей почки является нефрон, обеспечивающий фильтрацию плазмы крови и образование мочи.

Пояс верхних конечностей — совокупность костей (ключицы и лопатки), с которыми сочленяется скелет рук.

Пояс нижних конечностей — совокупность костей, с которыми сочленяются кости нижних конечностей; состоит сзади из двух тазовых костей, прочно сращенных с крестцом, а спереди — из двух соединенных между собой лобковых костей.

Праворукость — выражение функциональной асимметрии рук, при которой ведущая роль в выполнении действия отводится правой руке; отмечается у 95 % людей.

Преддверие улитки — один из отделов внутреннего уха.

Приобретенный иммунитет — иммунитет, возникший в результате перенесения того или иного заболевания или прививок.

Проводящая система сердца — особая ткань сердца, которая проводит возникающее в ней возбуждение и обуславливает сокращение сердечной мышцы.

Продолговатый мозг — нижний отдел ствола головного мозга, расположенный между спинным мозгом и варолиевым мостом. Разрушение продолговатого мозга приводит к мгновенной смерти, поскольку в его ядрах расположены центры, регулирующие жизненно важные функции: дыхание, кровообращение, пищеварение и др.

Промежуточный мозг — часть ствола головного мозга, расположенная между средним мозгом и большими полушариями, которые своими

боковыми частями прикрывают промежуточный мозг с боков; является коллектором (переключателем) всех восходящих путей, кроме обонятельных, участвует в осуществлении вегетативных функций, инстинктивного поведения, сна, эмоций, памяти.

Проприорецепторы — механорецепторы, воспринимающие изменение напряжения или растяжения скелетных мышц, сухожилий, суставных сумок.

Пульс (лат. *pulsus* — удар, толчок) — толчкообразные колебания стенки артерии, синхронные с сокращениями сердца. У взрослого человека частота пульса составляет 70-80 ударов в минуту, при физической нагрузке может увеличиваться до 220 ударов.

Работоспособность — способность человека с заданной эффективностью и в течение определенного времени выполнять максимальное количество работы; зависит от физического и психического состояния, тренированности, степени владения навыками выполняемых действий.

Радужная оболочка глаза (син.: радужка) — передняя пигментированная часть сосудистой оболочки глаза, имеющая в центре отверстие — зрачок; выполняет функцию диафрагмы, регулирующей поступление света на сетчатку глаза.

Развитие — процесс формирования организма или его различных частей и органов.

Раздражение — любое внешнее воздействие, вызывающее изменение исходного состояния (возникновение ответной реакции) биологического объекта.

Раздражимость (син.: реактивность) — способность всего живого реагировать на внешнее раздражение адекватными (приспособленными) реакциями (если раздражитель не превышает крайних, экстремальных пределов), обеспечивающими сохранение постоянства внутренней среды (гомеостаз), поддерживаемого за счет сформировавшихся в процессе эволюции механизмов саморегуляции.

Раздражители — разнообразные агенты внешней или внутренней среды, вызывающие ответную реакцию организма или его частей.

Режим дня — установленный в течение суток распорядок труда, отдыха, приема пищи, сна.

Резистентность (лат. *resistentia* — сопротивление, противодействие) — устойчивость организма к действию возбудителя заболевания.

Ретикулярная формация (лат. *reticulum* — сеточка) — сплетение нейронов и нервных волокон, находящееся между боковыми и задними рогами спинного, центральной частью ствола мозга; оказывает активизирующее влияние на кору больших полушарий и дифференцированное воздействие на мотонейроны спинного мозга.

Рефлекс (лат. *reflexus* — направленный назад, отражение) — реакция организма, вызванная ЦНС в ответ на раздражение рецепторов. Биологическое значение рефлекса — отражение действия внешней среды изменениями деятельности внутренних органов, обеспечивающими

постоянство внутренней среды организма и адекватное взаимодействие с внешней средой.

Рефлекс второго порядка — условный рефлекс, выработанный посредством подкрепления индифферентного раздражителя условным раздражителем, на который уже выработан прочный условный рефлекс. У человека можно выработать условный рефлекс шестого порядка, у животных — рефлексы шестого-седьмого (высшего) порядка.

Рефлекторная дуга (син.: нервная дуга) — совокупность структурных элементов, участвующих в осуществлении рефлекса; состоит из рецепторов, центростремительных (афферентных) нервных волокон, нервного центра с центробежными (эфферентными) нервными волокнами и эффлектора (мышцы, железы и др.).

Рефлекторная теория — общепринятая теория, согласно которой в основе поведения лежит принцип рефлекса, т. е. констатация того, что любой поведенческий акт возникает в ответ на внешнее или внутреннее раздражение.

Рефлекторное кольцо — представление о структуре рефлекса, согласно которой помимо рефлекторной дуги в структуру рефлекса входит обратная связь (второй афферентный путь), несущая информацию в ЦНС от исполнительного органа. Понятие рефлекторного кольца сформировано в связи с необходимостью включения в структуру рефлекса «обратной связи» — элемента любой системы управления (саморегуляции).

Рецепторные клетки — специализированные нервные клетки органов чувств (например, сетчатки, кортиева органа), реагирующие на раздражение деполяризацией (рецепторный потенциал), которая через рецепторно-невральное соединение передается на нервные окончания афферентных нейронов.

Рецепторы (лат. *recipio, receptum* — брать, принимать) — специализированные нервные окончания или клетки, обладающие высокой избирательной чувствительностью к воздействию определенных агентов внешней (экстерорецепторы) и внутренней (интерорецепторы) среды.

Рецепция — восприятие рецепторами раздражений и преобразование их в нервные импульсы.

Реципиент (лат. *recipiens* — принимающий, получающий) — человек, которому трансплантируется ткань (например, кровь) или орган другого человека (донора).

Речь — речевая деятельность, общение, опосредованное языком, один из видов коммуникативной деятельности человека; вторая сигнальная система — «сигнал сигналов» по И. П. Павлову.

Роговица — передняя прозрачная часть наружной оболочки глаза — склеры.

Роднички — неокостеневшие участки в местах соединения костей черепа у новорожденного ребенка. Роднички обеспечивают возможность сжатия

череп при прохождении по родовым путям во время рождения. Окостенение соединительной ткани в местах родничков происходит в разные сроки: затылочный родничок окостеневаает к 3 месяцам, лобный — к 2 годам, черепные швы срастаются к 3-4 годам.

Рост — один из основных показателей физического развития, характеризующий увеличение линейных размеров организма в результате деления клеток и увеличения массы живого вещества.

Саморегуляция — свойство биологических систем автоматически устанавливать на определенном, относительно постоянном, уровне физиологические показатели организма. Отклонение какого-либо фактора от нормы служит сигналом, толчком, запускающим механизмы, возвращающие его к исходному значению. Саморегуляция лежит в основе гомеостаза высших животных и надежности биологических систем.

Сангвиник (лат. *sanguis* — кровь, жизненная сила) — человек, обладающий сангвиническим темпераментом; живой, общительный, легко и быстро переключающийся с одного вида деятельности на другой, устойчивый к стрессам индивид.

Сангвинический темперамент — темперамент, соответствующий сильному, уравновешенному, подвижному типу высшей нервной деятельности.

Световоспринимающие клетки — специализированные клетки сетчатки глаза (палочки и колбочки), реагирующие на световое раздражение.

Свод стопы — поперечная и продольная вогнутости на подошвенной стороне стопы, смягчающие толчки при прыжках, ходьбе, беге.

Сердце — полый мышечный орган кровеносной системы, расположенный в левой половине грудной клетки; состоит из двух предсердий и двух желудочков. Сокращения сердца обеспечивают циркуляцию крови по сосудам.

Серое вещество — часть головного и спинного мозга, образованная преимущественно телами нервных клеток (в отличие от белого вещества, образованного пучками нервных волокон).

Сетчатка (син.: ретина) — внутренняя оболочка глаза, состоящая из световоспринимающих, чувствительных элементов (рецепторов). Преобразует световое раздражение в нервное возбуждение.

Сигнальные системы (лат. *signum* — знак) — рефлекторные процессы, обеспечивающие отражение действительности; делятся на первую и вторую сигнальные системы.

Симпатическая нервная система — часть вегетативной нервной системы, ганглии которой расположены вдоль позвоночника — симпатическая цепочка. Симпатическая нервная система наряду с парасимпатической иннервирует внутренние органы.

Симпатические нервы — нервы вегетативной нервной системы, в окончаниях которых выделяется медиатор симпатии (адреналин, норадреналин).

Синапс (греч. *synapsis* — соединение, связь) — специализированное

- образование, через которое возбуждение передается с одной клетки на другую (возбуждающий синапс) или вызывает торможение другой клетки (тормозной синапс); состоит из трех основных частей: пресинаптической мембраны, синаптической щели и пост- синаптической мембраны. Синапсы бывают химические (ширина 20 нм), в которых передача осуществляется посредством химических веществ — медиаторов, и электрические (ширина 2 нм), в которых передача осуществляется электрическим током, пересекающим синаптическую щель и вызывающим де- или гиперполяризацию постсинаптической мембраны.
- Синаптическая щель** — пространство между пре- и постсинаптической мембранами; ширина его колеблется от 2 до 20 нм, редко достигает 100 нм, минимальна (2 нм) в электрических синапсах.
- Синтез** (греч. *synthesis* — соединение, сочетание, составление) — объединение различных элементов, частей в единое целое (в систему).
- Скелет** (греч. *skeleton* — высохшее тело, мумия) — совокупность костных и хрящевых тканей, соединенных связками и суставами. Скелет является опорой организма, защищает внутренние органы и ЦНС от механических повреждений, вместе с мышцами образует двигательную систему организма.
- Скелет головы** — череп; состоит из 23 костей, составляющих мозговую и лицевую отделы черепа.
- Скелет туловища** — часть скелета, состоящая из позвоночника, ребер и грудины.
- Слепое пятно** — место выхода из сетчатки глазного нерва, лишенное световоспринимающих элементов. Изображение, попадающее на слепое пятно, не воспринимается.
- Слух** — восприятие звуковых колебаний посредством органа слуха.
- Слуховая труба** (син.: евстахиева труба) — узкий канал, соединяющий среднее ухо с носоглоткой.
- Слуховые косточки** — мелкие косточки среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко), посредством которых звуковые колебания с барабанной перепонки передаются на внутреннее ухо.
- Слуховые рецепторы** — нервные клетки кортиевого органа, преобразующие звуковые колебания в нервное возбуждение.
- Смерть биологическая** — необратимое прекращение жизнедеятельности организма.
- Смешанный нерв** — пучок, содержащий волокна, проводящие возбуждение в ЦНС (центростремительные волокна) и от нее (центробежные волокна).
- Созревание** — завершение какой-либо стадии развития.
- Соматическая нервная система** (греч. *soma* — тело) — часть нервной системы, связанная с выполнением сенсорных и моторных функций организма.
- Соматические нервы** — нервы скелетной мускулатуры.
- Сон** — периодическое физиологическое состояние организма,

- проявляющееся в обездвиженности и отсутствии реакций на внешние раздражители. Во время сна происходит обработка и сортировка информации, накопленной в период бодрствования, восстановление работоспособности организма.
- Сосудистая оболочка глаза** — расположенная под склерой оболочка, содержащая большое количество сосудов. Спереди сосудистая оболочка глаза переходит в ресничное тело и радужную оболочку.
- Спинальный мозг** — часть ЦНС, расположенная внутри спинномозгового канала. Состоит из скоплений тел нервных клеток (серое вещество) и нервных волокон (белое вещество), образующих восходящие и нисходящие пути спинного мозга.
- Спинномозговые нервы** — парные смешанные нервы, отходящие от каждого сегмента спинного мозга; образуются в результате слияния передних и задних корешков спинного мозга.
- Спирометр** (лат. *spiro* — дышать, греч. *metreo* — измерять) — прибор для измерения дыхательных объемов воздуха (дыхательного, дополнительного, резервного).
- Спирометрия** — метод измерения жизненной емкости легких и составляющих ее объемов (дыхательного, дополнительного, резервного).
- Среднее ухо** (син.: барабанная полость) — расположенная между наружным и внутренним ухом часть органа слуха с находящимися в ней слуховыми косточками (молоточек, наковальня, стремечко), передающими колебания барабанной перепонки внутреннему уху; соединена евстахиевой трубой с ротовой полостью.
- Средний мозг** — часть ствола головного мозга между варолиевым мостом и промежуточным мозгом; участвует в регуляции тонуса скелетных мышц, ориентировочных реакций на звуковые, зрительные и другие раздражения.
- Срыв высшей нервной деятельности** (син.: невроз) — совокупность обратимых нарушений высшей нервной деятельности, возникающих вследствие чрезмерно сильных, неожиданных, опасных раздражителей, когда обычные формы поведения не могут обеспечить адекватного реагирования.
- Старость, старение** — общебиологическая закономерность, присущая всему живому, характеризующаяся снижением жизнедеятельности и изменениями анатомического строения различных систем и органов.
- Старческая дальнозоркость** (син.: пресбиопия) — ослабление аккомодации глаза, приводящее к постепенному отдалению ближайшей точки ясного зрения; обуславливается возрастным уменьшением эластичности хрусталика, в результате которого фокусировка лучей происходит не на сетчатке, а позади нее.
- Ствол мозга** — часть головного мозга между спинным мозгом и большими полушариями переднего мозга; включает продолговатый мозг, варолиев мозг, мозжечок и промежуточный мозг.
- Створчатые клапаны** — тонкие соединительнотканые перепонки сердца

— створки — с отходящими от них сухожильными нитями; при сокращении желудочков захлопываются и препятствуют поступлению крови из желудочков в предсердие.

Стекловидное тело — прозрачное студенистое вещество, заполняющее глазное яблоко; относится к преломляющей системе глаза.

Стопа — нижний отдел ноги; состоит из предплюсны, плюсны и пальцев. Свод стопы амортизирует, смягчает толчки при ходьбе, беге, прыжках. Ослабление мышц и связок стопы приводит к плоскостопию.

Тактильные рецепторы — специализированные окончания чувствительных нервных волокон, воспринимающие прикосновение и давление; расположены на поверхности кожи и некоторых слизистых оболочек.

Таламус (син.: зрительный бугор) — часть промежуточного мозга, состоящая из парных скоплений серого вещества по обе стороны третьего желудочка.

Твердая мозговая оболочка — наружная оболочка головного и спинного мозга.

Темперамент (лат. *temperamentum* — надлежащее соотношение частей, соразмерность) — совокупность индивидуальных особенностей личности, характеризующих динамическую сторону ее деятельности, в основе которых лежат типы высшей нервной деятельности.

Температурная рецепция — восприятие рецепторами (терморецепторами) изменений температуры.

Терморецепторы (греч. *thermos* — теплый и рецепторы) — концевые образования афферентных нервных волокон (рецепторы), воспринимающие температурные раздражения внешней среды и преобразующие тепловую энергию раздражителей в возбуждение, передаваемое по чувствительным нервным волокнам в ЦНС.

Тестостерон — мужской половой гормон, вырабатываемый семенниками мужчин.

Тип высшей нервной деятельности — совокупность врожденных и приобретенных свойств нервной системы (силы, подвижности, уравновешенности), обуславливающая характерные особенности поведения. Различают четыре основных типа высшей нервной деятельности: 1) сильный неуравновешенный подвижный, соответствующий холерическому темпераменту; 2) сильный уравновешенный инертный, соответствующий флегматическому темпераменту; 3) сильный уравновешенный подвижный, соответствующий сангвиническому темпераменту; 4) слабый, соответствующий меланхолическому темпераменту.

Тироксин — один из основных гормонов щитовидной железы, стимулирующий обмен веществ в организме.

Тканевая жидкость — жидкость, содержащаяся в межклеточных и околоклеточных пространствах тканей и органов животных и человека. Тканевая жидкость соприкасается со всеми тканевыми элементами и

является наряду с кровью и лимфой внутренней средой организма. Из тканевой жидкости клетки поглощают необходимые питательные вещества и выводят в нее продукты обмена.

Ткань — совокупность клеток и неклеточного вещества, объединенных общей функцией, строением, происхождением, общим типом обмена веществ. У животных имеется 4 группы тканей: 1) эпителиальные, или покровные; 2) группа соединительных тканей, или тканей внутренней среды; 3) мышечные ткани; 4) нервная ткань.

Торможение условных рефлексов — подавление условных рефлексов, невозможность их осуществления.

Тормозной медиатор — медиатор (глицин, гамма-аминомасляная кислота, ацетил-холин), вызывающий снижение возбудимости клетки, или амплитуды постсинаптических потенциалов возбуждающих синапсов. У некоторых животных одно и то же вещество, например ацетилхолин, может выступать в качестве и возбуждающего, и тормозящего медиатора, т. е. эффект медиатора зависит не только от его химического строения, но и от свойств постсинаптической мембраны — характера возникающих в ней изменений проницаемости.

Тормозные нейроны — нейроны, в синаптических окончаниях которых выделяется тормозной медиатор.

Тромбин — фермент плазмы крови, запускающий последнюю стадию свертывания крови: превращение растворимого фибриногена в нерастворимый фибрин.

Тромбоциты (греч. *thrombos* — сгусток, *cytos* — клетка; син.: кровяные пластинки, бляшки Биццоцери) — одна из разновидностей форменных элементов крови; принимают активное участие в свертывании крови.

Угасание условного рефлекса — постепенное снижение ответной реакции на условный раздражитель в результате его неподкрепления.

Угасательное торможение (по И. П. Павлову) — разновидность условного торможения, развивающегося вследствие неподкрепления условного раздражителя.

Углеводный обмен — совокупность процессов превращения углеводов в организме.

Углеводы — органические соединения, сахара, состоящие из углерода, водорода, кислорода; делятся на моносахара (например, глюкоза) и полисахара, состоящие из соединенных друг с другом молекул моносахаров (например, крахмал, клетчатка растений). Углеводы — основной энергетический источник организма, при окислении 1 г углевода освобождается 4,1 ккал энергии.

Ударный объем сердца — количество крови, выталкиваемое сердцем в аорту при каждом сокращении.

Улитка — спирально завитая часть костного лабиринта, в которой находятся слуховые рецепторы.

Условнорефлекторная деятельность — деятельность, базирующаяся на выработанных условных рефлексах.

Условные рефлексы высшего порядка — условные рефлексы, выработанные на базе других условных рефлексов. Различают условные рефлексы 2, 3, 4 и т. д. порядка. У человека можно выработать условные рефлексы 6-7 порядка.

Условные рефлексы на время — условные рефлексы, выработанные на раздражители, действующие в определенное время суток, через заданные интервалы времени, а также выработанные на соотношение во времени индифферентного и условного раздражителей (совпадающие, отставленные, запаздывающие условные рефлексы).

Условный раздражитель — сигнал (ранее индифферентный), на который выработан условный рефлекс.

Условный рефлекс — рефлекс, выработанный в процессе жизни (при определенных условиях).

Утомление — временное снижение работоспособности организма или его частей, наступающее вследствие напряженной или длительной деятельности.

Ухо внутреннее — система полостей и извитых каналов (костный лабиринт) в височной кости с находящимися в них рецепторами слуха и вестибулярного аппарата (органа равновесия).

Ухо наружное — часть органа слуха, состоящая из ушной раковины, переходящей в наружный слуховой проход. Улавливаемые ушной раковиной звуковые волны, распространяясь по наружному слуховому проходу, вызывают колебания барабанной перепонки среднего уха.

Ухо среднее — звукопроводящая часть уха, передающая колебания барабанной перепонки через систему слуховых косточек (молоточек, наковальня и стремечко) во внутреннее ухо. Среднее ухо евстахиевой трубой соединяется с носоглоткой.

Ферменты (лат. *fermentum* — брожение, бродильное начало) — сложные белки животных и растительных организмов, выполняющие функции биологических катализаторов, ускоряющие химические реакции и обмен веществ в клетках.

Фибрин (лат. *fibra* — волокно) — нерастворимый белок плазмы крови в виде сложно переплетающихся нитей, образующийся из фибриногена и обуславливающий свертывание — образование кровяного сгустка.

Физиологические ритмы — периодически повторяющиеся изменения интенсивности и направленности функций клетки, органа, организма в целом (например, ритмическая активность нейронов и мозга, ритмы дыхания, сердечных сокращений, сна и бодрствования, менструальные циклы и т. д.). Длительность физиологических ритмов — от миллисекунд до месяцев и более.

Физиология (греч. *physis* — природа, *logos* — учение) — наука о функциях живого, т. е. о процессах, протекающих в организме и его частях — органах, тканях, клетках и их структурных элементах.

Физическая нагрузка — объем мышечной работы (интенсивность и продолжительность), определяемый величиной энергетических затрат

организма, мощностью или произведенной работой. Различают локальную физическую нагрузку, в выполнение которой вовлечено не более $1/3$ мышечной массы тела человека; региональную физическую нагрузку с вовлечением от $1/3$ до $2/3$ мышечной массы тела и общую — с вовлечением более $2/3$ мышечной массы тела.

Физическая работоспособность — способность выполнять максимальное количество работы в заданных условиях.

Физическое развитие — совокупность антропометрических (рост, вес, окружность грудной клетки) и физиометрических (сила кисти, станова сила, жизненная емкость легких) данных характеризующих дееспособность организма. Среднестатистические данные физического развития служат показателями состояния здоровья населения.

Флегматик (греч. *phlegma* — слизь) — человек, обладающий флегматическим темпераментом.

Флегматический темперамент — темперамент, характеризующийся такими признаками, как медлительность, неторопливость, уравновешенность, слабая возбудимость на внешние воздействия, вялость мимики и пантомимики.

Функциональная система — динамическая организация пространственно разобщенных структур, выполняющих одну функцию интегративного характера, обеспечивающих получение полезного для организма результата. Так, в функциональную систему дыхания входят не только легкие, но и сердце, кровеносные сосуды, нервные центры, расположенные в разных отделах ЦНС и др. Структура функциональных систем сложна, она включает в себя афферентный синтез, принятие решения, действие, обратную афферентацию из эффекторных органов и сопоставление в акцепторе действия полученного эффекта с ожидаемым.

Хеморецепторы — специализированные чувствительные нервные образования (рецепторы), возбуждающиеся при действии на них определенных химических веществ.

Холерик (греч. *chole* — желчь) — человек, имеющий холерический темперамент.

Холерический темперамент — тип темперамента, проявляющийся в бурных эмоциях, резких сменах настроения, неуравновешенности и общей подвижности.

Хрусталик (греч. *krystallos* — кристалл) — прозрачное двояковыпуклое тело (линза), расположенное за радужной оболочкой; фокусирует входящие лучи света на сетчатку.

Художественный тип — специфический человеческий тип высшей нервной деятельности, выделенный И. П. Павловым на основании преобладания у этого типа людей первой сигнальной системы (художники, артисты); обусловлен преобладанием деятельности правого полушария над деятельностью левого.

Центральная нервная система — ведущий отдел нервной системы у хордовых животных и человека, включает головной и спинной мозг.

Центральная ямка сетчатки — углубление в центре желтого пятна, характеризующееся наибольшей концентрацией и поверхностным расположением фоторецепторов (колбочек); область наибольшей остроты зрения.

Центры вегетативной нервной системы — отделы ЦНС, регулирующие симпатическую и парасимпатическую нервную систему; центры симпатической нервной системы находятся в грудных и поясничных сегментах спинного мозга (тораколюмбальные центры). Парасимпатические центры — в краниальном (продолговатый и средний мозг) и каудальном (крестцовый отдел спинного мозга) отделах ЦНС.

Цикл (греч. *kyklos* — круг) — совокупность взаимосвязанных процессов и явлений, образующих определенную систему или законченный круг развития (например, сердечный цикл).

Черепная коробка — отдел черепа позвоночных животных и человека, в котором расположен головной мозг.

Черепномозговые нервы — 12 пар нервов, отходящих от головного мозга (обонятельный, зрительный, глазодвигательный, блоковый, отводящий, тройничный, лицевой, преддверноулитковый, языкоглоточный, блуждающий, добавочный, подъязычный), связанных с тканями и органами головы, шеи, грудной, брюшной полости.

Четверохолмие — образование крыши среднего мозга, представляющее собой четыре небольших возвышения (холма), в которых находятся центры ориентировочных реакций на световые и звуковые раздражения.

Чувства (син.: эмоции) — переживания человека, в которых отражается его отношение к окружающему миру, другим людям и самому себе, возникающие в связи с возможностями, условиями и процессом удовлетворения соответствующих потребностей.

Шейные позвонки — 7 верхних позвонков позвоночника, образующих скелет шеи.

Школьный возраст — по педагогической классификации: период в развитии ребенка от 7 до 17 лет.

Щитовидный хрящ — самый крупный хрящ гортани, расположенный спереди от нее в виде щита.

Экстерорецепторы (лат. *extras* — вне, наружный, внешний) — специализированные чувствительные образования (рецепторы), воспринимающие раздражения внешнего мира, например, рецепторы сетчатки глаза, уха, кожные и вкусовые рецепторы и др.

Эмбриологический — 1) относящийся к эмбриологии; 2) зачаточный.

Эмбриология (греч. *embryon* — утробный плод, *logos* — учение) — наука, изучающая развитие зародышей. Под зародышевым, или эмбриональным, развитием понимается ранний период развития организма, который начинается с момента оплодотворения (зачатия) до рождения на свет (у живородящих организмов) или до вылупления из яйца (у яйцекладущих животных).

Эмбриональное развитие — этап онтогенеза от момента оплодотворения

до завершения основных процессов органогенеза.

Эмоция — психическое переживание, душевное волнение, возникающее у человека и животного в результате воздействия на него внешних и внутренних раздражителей.

Энергетический обмен — превращение энергии пищевых веществ в организме, обеспечивающее процессы жизнедеятельности.

Эпифиз (греч. *epiphysis* — шишка, нарост; син.: шишковидная, или пинеальная, железа), небольшое образование, расположенное у позвоночных под кожей головы или в глубине мозга; функционирует либо в качестве воспринимающего свет органа, либо как железа внутренней секреции, активность которой зависит от освещенности. У некоторых видов позвоночных обе функции совмещены. У человека это образование по форме напоминает сосновую шишку, откуда и получило свое название

Эритроциты (греч. *erythros* — красный, *kytos* — клетка; син.: красные кровяные клетки) — клетки крови красного цвета; содержат гемоглобин, благодаря которому переносят кислород к клеткам и тканям организма и выполняют ряд других функций.

Эффлектор — орган, деятельность которого изменяется под влиянием регулирующих воздействий ЦНС; исполнительное звено рефлекторного акта.

Эфферентный — (лат. *efferens* — выносящий; центробежный) — передающий импульсы от ЦНС к периферии, исполнительным органам.

Ядерная оболочка — двухслойная мембрана, отграничивающая содержимое клеточного ядра от окружающей его цитоплазмы; регулирует транспорт веществ между цитоплазмой и ядром.

Яичники — парная женская половая железа, расположенная в малом тазу по обеим сторонам от матки; в них развиваются яйцеклетки.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Безруких М.М., Сонькин В. Д., Фарбер Д. А. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений /— М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 416 с.
2. Гребнева Н.Н. Возрастная анатомия и физиология. Учебно-методический комплекс. Профиль подготовки «Логопедия». Тюмень, 2011.
3. Клемешева Л.С. “Возрастная физиология и гигиена”. Учеб. пособие. Тошкент. “Ўқитувчи”. 1991 г.
4. Лысова Н. Ф., Айзман Р. И., Завьялова Я. Л., Ширшова В.М. “Возрастная анатомия, физиология и школьная гигиена” учебное пособие — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2010. — 398 с. — (Университетская серия).
5. Федюкович Н. И. “Анатомия и физиология человека”: Учебное пособие. Изд. 2-е. — Ростов н/Д: изд-во: «Феникс», 2003. - 416 с.

Дополнительная:

1. Ноздрачев А.Д. – Начала физиологии: Учебник / под ред. акад. СПб.: Издательство «Лань», 2005.
2. Орлов Р.С. Нормальная физиология: Учебник / Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. М.: – Гэотар-медиа, 2005.
3. Смирнова В.М. – Физиология человека: Учебник / под ред. М.: Медицина, 2007.
4. Шмидта Р. и Тевса Г. Физиология человека / под ред.– М.: Мир, 2004
5. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии / Шульговский В.В. – М.: Издательский центр «Академия», 2003.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОБЩИЕ ЗАКОНЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ. ОРГАНИЗМ И СРЕДА.	5
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ	5
2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА	6
3. ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ.....	11
4. ОРГАНИЗМ И СРЕДА	16
ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	19
1. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	19
2. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.....	28
3. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.	31
ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ	35
1. ОСОБЕННОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.....	35
2. УСЛОВНЫЕ И БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ.....	40
3. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	48
ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ И ГИГИЕНА.....	56
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ	56
2. ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР	60
3. СЛУХОВОЙ АНАЛИЗАТОР	69
4. ВКУСОВОЙ АНАЛИЗАТОР	79
5. ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР	82
ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА И ЕЁ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	87
1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЕ	87
2. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА В РАЗНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ.	90
3. ПОНЯТИЕ О ПОЛОВОМ СОЗРЕВАНИИ.....	96
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И ГИГИЕНА.	102
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ	102
2. ЧАСТИ СКЕЛЕТА И ИХ РАЗВИТИЕ	105
3. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА.....	111
4. ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ В РАЗЛИЧНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ ПЕРИОДЫ	116
5. РАЗВИТИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ ДВИЖЕНИЙ С ВОЗРАСТОМ	120
6. НАРУШЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ	124

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.	
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И	
ЭНЕРГИИ.....	131
1. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ	131
2. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ.....	148
3. ПИТАНИЕ УЧАЩИХСЯ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО	
ОРГАНИЗАЦИИ	159
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ	
СИСТЕМЫ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	167
1. СТРОЕНИЕ СЕРДЦА.....	167
2. КРОВЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ	171
3. СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ	179
4. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ ПО СОСУДАМ	183
5. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЕЕ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ.....	185
6. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	
НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ	188
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	191
1. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ИХ ВОЗРАСТНЫЕ	
ОСОБЕННОСТИ.....	191
2. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ И ЕЕ ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	199
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И	
ГИГИЕНА.....	206
1. РАЗВИТИЕ ПОТОВЫХ И САЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ	206
2. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПОЧЕК.....	207
3. МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ.....	212
ГЛОССАРИЙ.....	213
ЛИТЕРАТУРА.....	262

