

# Раздел I

## ВВЕДЕНИЕ В УЧЕБНУЮ ДИСЦИПЛИНУ «ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»

### Тема 1. ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ КАК УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Вопросы:

1. Предмет и задачи учебной дисциплины «Возрастная физиология» и ее взаимосвязь с другими учебными дисциплинами.
2. Общие закономерности роста и развития организма человека.
3. Возрастная периодизация.

Возрастная физиология – это самостоятельный раздел, изучающий становление и развитие физиологических функций в онтогенезе (от момента зарождения жизни до смерти). От греч. онтос – особь, генезис – происхождение.

Она изучает состояние функций в течение отрезка жизни, времени, то есть, изучает отдельные периоды жизни.

Еще М.В. Ломоносов подчеркивал необходимость подвижных игр для физического развития детей.

П.Ф. Лесгафт (1837-1909) заложил основы школьной гигиены и физического воспитания детей и подростков в соответствии с анатомо-физиологическими особенностями детского организма.

Основоположником возрастной физиологии, и в частности геронтологии, считается И.И. Мечников (1845-1916), сформулировавший теорию старения и смерти как результат отравления организма продуктами гниения белков в кишечнике.

Научное изучение возрастных особенностей детского организма началось только во второй половине XIX века. В это время было обнаружено, что ребенок потребляет в течение суток почти столько же энергии, сколько и взрослый человек, хотя размеры тела намного меньше.

В поисках этого объяснения немецкий физиолог Макс Рубнер провел изучение скорости энергетического обмена у собак разного размера и обнаружил, что более крупные животные в расчете на 1 кг массы тела расходуют энергии значительно меньше, чем мелкие. Подсчитав площадь поверхности тела, Рубнер убедился, что отношение количества потребляемой энергии пропорционально именно величине поверхности тела – и это неудивительно: ведь вся потребляемая организмом энергия должна быть выделена в окружающую среду в виде тепла, т. е. поток энергии зависит от поверхности теплоотдачи.

Именно различиями в соотношении массы и поверхности тела Рубнер объяснил разницу в интенсивности энергетического обмена между крупными и мелкими животными, а заодно – между взрослыми и детьми. «Правило поверхности» Рубнера стало одним из первых фундаментальных обобщений в физиологии развития и в экологической физиологии.

В начале XX века стало развиваться учение о возрастных особенностях организма, названное «возрастной анатомией».

Основоположником ее явился Н.П. Гундобин (1860—1908). Свои исследования описал в книге «Особенности детского возраста» (1906), которая считается первым трудом по возрастной анатомии и физиологии.

В 1950-60-е годы в России было более 150 научных учреждений, где изучались вопросы возрастной анатомии и физиологии.

Особенно большое внимание уделялось изучению механизмов высшей нервной деятельности ребенка. Исследованием возрастных особенностей высшей нервной деятельности занимались Н.И. Красногорский, В.М. Бехтерев, П.К. Анохин, И.А. Аршавский, А.А. Маркосян и др.

А.С. Северцев сформулировал принцип гетерохронии развития органов и систем, имеющий принципиальное значение в возрастной анатомии и физиологии.

Этот принцип в дальнейшем П.К. Анохин разработал в теорию системогенеза, согласно которой развитие одних компонентов организма сдвинуто во времени относительно развития других, что обуславливает специфику функционирования организма ребенка на разных этапах развития.

Кроме того, гетерохрония определяет адаптивные возможности организма, обеспечивая определенный приспособительный эффект на каждом этапе онтогенеза.

И.А. Аршавский (1900-1997) является одним из основоположников возрастной физиологии.

Первые его работы посвящены онтогенезу механизмов вегетативной регуляции кровообращения и дыхания. Дальнейшие исследования были направлены на выяснение возрастных особенностей обменных процессов.

В конце 1930-х годов И.А. Аршавским было открыто неравномерное развитие симпатических и парасимпатических влияний нервной системы на все важнейшие функции детского организма – симпатические механизмы созревают раньше, что создает качественное своеобразие функционального состояния организма ребенка.

Симпатический отдел стимулирует активность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также обменные процессы.

Это вполне объяснимо, так как в раннем возрасте организм нуждается в увеличении интенсивности обменных процессов, что обеспечивает процессы роста и развития. По мере созревания организма усиливаются парасимпатические (тормозящие) влияния, в результате чего снижается частота пульса, дыхания, интенсивность энергопродукции.

Н.А. Бернштейн (1896-1966) внес значительный вклад в возрастную физиологию благодаря работам по возрастному развитию физиологических механизмов построения движений. Он показал, как постепенно в организме формируется механизм управления произвольными движениями.

Н.А. Бернштейн установил, что механизмы высшего управления движениями распространяются с возрастом от эволюционно древних подкорковых структур головного мозга к более новым корковым, достигая все более высокого уровня «построения движений».

Научные работы И.А. Коршенко посвящены проблемам возрастного развития терморегуляции и адаптации, мышечной деятельности, обменных процессов на тканевом и организменном уровне. В настоящее время И.А.

Коршенко продолжает работать над проблемами морфофункциональной конституции и возрастных преобразований скелетных мышц и мышечной работоспособности.

Н.Б. Сельверова работает в области эндокринологической регуляции полового созревания.

Д.А. Фарбер является создателем научной школы, в центре внимания которой – пути созревания физиологических механизмов деятельности мозга, обеспечивающих важнейшие психофизиологические функции: восприятие, внимание, память и др.

М.М. Безруких – директор Института возрастной физиологии РАО, психофизиолог, изучающий возрастные особенности вегетативной регуляции физиологических функций, педагогики и здоровья.

Основные вопросы, разрабатываемые учеными института, – определение временных границ возрастных периодов, установление параметров возрастной нормы, выявление сенситивных и критических периодов развития ребенка.

Развитие возрастной анатомии и физиологии в Беларуси.

Развитие возрастной анатомии и физиологии в Беларуси непосредственно связано с развитием науки в России и странах Европы. В XVIII веке в Беларуси начинает развиваться медицинское образование, создаются общества врачей, созываются съезды, на которых поднимаются вопросы возрастных особенностей развития детей.

Первые печатные работы по возрастной анатомии и физиологии, написанные на белорусском материале, появились в начале XX века: Л.Ф. Яроцинский «Влияние школы на физическое развитие детского организма» (1912), К.О. Фалькович «Простые и дешевые способы оздоровления школьных помещений» (1914) и др.

В 1927 году был открыт Белорусский научно-исследовательский санитарно-гигиенический институт (БелНИСГИ), при котором в 1963 году был создан отдел гигиены подростков.

Научная разработка проблем возрастной анатомии и физиологии практически началась после Великой Отечественной войны (Е.И. Корневская, Д.С. Лещинский, А.А. Крюкова, П.В. Избавителей, А.А. Кувшинникова и др.). Среди первых преподавателей этого направления Беларуси известны З.К. Могилевчик, П.В. Остапеня, М.А. Габрилович. В 1964 году вышел первый белорусский учебник «Анатомия, физиология и гигиена детей младшего школьного возраста» М.Г. Матюшонка.

Открываемые возрастной физиологией закономерности базируются на данных различных научных направлений: эмбриологии, морфологии, генетики, анатомии, цитологии, биофизики, биохимии, экологии, антропологии и др. Она является базой медико-биологических наук и имеет практическое значение (борьба за преждевременное старение, увеличение продолжительности жизни).

Знание возрастных закономерностей развития чрезвычайно значимо для педагогики и психологии, поскольку оптимальным и эффективным педагогическое воздействие может быть только тогда, когда оно будет соответствовать возрастным особенностям и возможностям.

## Вопрос 2.

Взаимосвязь роста и развития проявляется, в том, что определенные стадии развития могут наступать только при достижении определенных размеров тела.

Так, половое созревание у девочек может наступить только тогда, когда масса тела достигнет определенной величины (для представителей европейской расы это около 48 кг).

Индивидуальное развитие можно охарактеризовать с количественной и качественной стороны. Процессы развития и роста взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Под *развитием* понимают качественные изменения в детском организме, которые заключаются в усложнении его организации, то есть, в усложнении строения и функций всех тканей и органов, усложнении их взаимоотношений и процессов их регуляции.

*Рост* – количественные изменения. Увеличение длины, объема, массы тела за счет увеличения количества, размеров клеток и за счет увеличения межклеточных образований.

Изменения касаются, прежде всего, антропометрических показателей.

В одних органах (таких как кости, легкие) рост осуществляется в основном за счет увеличения числа клеток, в других (мышцах, нервной ткани) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток.

Абсолютными показателями роста организма являются повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей. Общий рост характеризуется увеличением длины тела, зависящим от роста и развития скелета, что, в свою очередь, является одним из основных показателей здоровья и физического развития ребенка.

Рост и физическое развитие происходят одновременно. При этом имеет место усложнение строения, которое называется морфологической дифференцировкой тканей, органов и их систем; изменяется форма органов и всего организма; совершенствуются и усложняются функции и поведение.

Понятие о «скачке роста».

В тех случаях, когда во множестве различных тканей организма одновременно наблюдаются ростовые процессы, отмечаются феномены так называемых «скачков роста».

В первую очередь это проявляется в резком увеличении продольных размеров тела за счет увеличения длины туловища и конечностей. В постнатальном онтогенезе человека такие «скачки» наиболее ярко выражены:

в первый год жизни (1,5-кратное увеличение длины и 3-4-кратное увеличение массы тела за год, рост преимущественно за счет удлинения туловища);

в возрасте 5-6 лет (так называемый «полуростовой скачок», в результате которого ребенок достигает примерно 70 % длины тела взрослого, рост преимущественно за счет удлинения конечностей);

в 13-15 лет (пубертатный скачок роста как за счет удлинения туловища, так и за счет удлинения конечностей).

В течение всего жизненного цикла, с момента зарождения и до смерти, организм человека претерпевает ряд последовательных и закономерных

морфологических, биохимических и физиологических (функциональных) изменений.

Основными закономерностями возрастного развития являются:

*Гетерохронность* (греч: гетерос – другой, хронос – время), то есть, разновременность роста и развития.

Например, сердце формируется уже на 3-й неделе внутриутробного развития, почки начинают функционировать только у новорожденных.

Гетерохронность проявляется также неравномерностью развития психических функций человека на протяжении всей жизни.

Например, в период ранней взрослости (18-21 год), уровень одних функций повышается:

объем поля зрения;

глазомер;

константность опознания;

дифференцированное узнавание;

пространственное представление, внимание.

других - понижается:

острота зрения;

кратковременная память;

уровень третьих остается стабильным (наблюдательность).

После 30-35 лет отмечается постепенное снижение невербальных функций, что касается вербальных, то они именно с этого периода прогрессируют наиболее интенсивно, достигая высокого уровня после 40-45 лет.

Гетерохронность проявляется в трех видах:

• а) Ретардация – процесс замедленного развития или отставания в темпах развития, по сравнению со своими сверстниками.

• б) Средний темп развития.

• в) Акселерация – процесс опережающего или ускоренного развития по сравнению со своими сверстниками.

Прежде всего развиваются и совершенствуются те органы, функционирование которых жизненно необходимо. Гетерохронность обеспечивает надежность функционирования организма, дает возможность приспособляться организму.

*Гармоничность* развития – соответствие между различными частями тела (развитие двигательной активности и умственной деятельности).

*Неравномерность* развития и роста, то есть, периоды ускорения и замедления.

Наиболее интенсивный рост длины тела происходит на протяжении первого года жизни и в период полового созревания; в среднем, у девочек – в 12-13 лет, у мальчиков – в 14-15 лет.

*Речь формируется до 2-3-х лет;*

*в 6-7 лет начинается смена молочных зубов на постоянные.*

*в возрасте 6-12 лет достигается максимальное развитие иммунной ткани; после 14 лет заметно нарастают вес тела и вес сердца.*

Неравномерность роста и развития наблюдается и после рождения. Так, к моменту рождения у ребенка относительно хорошо развиты мышцы губ, языка, щек, обеспечивающие ему процессы сосания.

Организм ребенка осуществляет процессы газообмена с внешней средой, процессы терморегуляции, хорошо функционирует сердечно-сосудистая система.

В то же время слабо развиты мышцы туловища, ребенок первые месяцы не в состоянии держать вертикально голову.

Функционально незрелые многие зоны коры больших полушарий.

Проходит немного времени и высокими темпами начинает развиваться нервная система, увеличивается масса головного мозга, возрастает возможность формирования условных рефлексов и т. д.

Процессы роста и развития детей не имеют резких половых отличий до 10 лет.

После этого возраста девочки перегоняют мальчиков по соматическому и половому развитию. После 15 лет мальчики по физическому развитию перегоняют девочек.

С биологической точки зрения развитие организма представляет собой рост, дифференцировку органов и тканей, а также формообразование.

Развитие запрограммировано генетической информацией, регулируется внутренними факторами (прежде всего гормонами и биологически активными веществами) и во многом определяется образом жизни:

- характером питания;
- интенсивностью физических и интеллектуальных нагрузок;
- воспитанием;
- состоянием эмоциональной сферы;
- уровнем здоровья;
- а также влиянием внешней среды.

На развитие ребенка влияют также такие факторы, как: алкоголь, курение, порядковый номер беременности матери, возраст и размеры тела родителей, их здоровье и условия труда.

В настоящее время выделено около 100 генов, регулирующих у человека скорость и пределы его роста. Генетический фактор проявляет себя в возрасте 2 - 9 лет и 14 - 18 лет.

Согласно энергетическому правилу скелетных мышц И.А. Аршавского развитие организма находится в прямой зависимости от активности скелетной мускулатуры. Гиподинамия и гипердинамия тормозят этот процесс.

Не менее важным для развития является полноценное питание, то есть, соответствующее возрастным нормам.

### 3. Возрастная периодизация.

Выделяют два основных периода онтогенеза – антенатальный и постнатальный.

*Антенатальный* начинается с момента зачатия и продолжается до рождения.

В этот период организм быстро растет.

Этот рост обеспечивается материнским организмом, поэтому здоровье будущего новорожденного во многом зависит от здоровья матери, ее образа жизни, питания, физических и психических нагрузок.

Длится период 280 дней.

Этот период включает в себя 2 фазы:

1. эмбриональная – первые 2 месяца после оплодотворения;

2. плодная (плацентарная) – начинается с 3 месяца и продолжается до родов.

Эмбриональная фаза – осуществляется закладка различных органов (на 3-й неделе – центральной нервной системы, сердца, крупных сосудов, кишечника; на 4-й – легких, печени, щитовидной железы; на 5-8 – рук, ног и других органов).

Плодная фаза – функционирует плацента, то есть орган, через который плод связан с материнским организмом.

Через него осуществляется питание плода, дыхание и выделительные функции. От матери через плаценту проникают многие защитные тела.

Самой незащищенной является эмбриональная фаза. Неблагоприятное влияние различных факторов проявляется в мутации или гибели эмбриона.

Если организм дальше находится в организме матери, то в дальнейшем отмечаются различные дефекты (уродства).

В плодной фазе уродств не бывает, но неблагоприятные влияния проявляются в различных функциональных нарушениях органов, а также отсталости развития (физическом и психическом).

Основные факторы, которые вызывают пороки развития:

ионизирующее излучение;

недостаток кислорода в воздухе;

неполноценное питание;

различные химические вещества (лекарственные препараты, этиловый спирт);

курение, наркотики.

В современной науке нет единой общепринятой классификации периодов роста и развития и их возрастных границ, но предлагается такая схема:

На постнатальном этапе развития выделяют следующие периоды:

1. Новорожденный – первые 10 дней жизни;
2. Грудной (с 11 дня до 1 года);
3. Раннее детство (1 - 3 года – ясельный или дошкольный);
4. Первое детство (4 - 7 лет – дошкольный возраст);
5. Второе детство – для мальчиков 8 - 12 лет; для девочек 8 - 11 лет – младший школьный возраст;
6. Подростковый или пубертатный период – для мальчиков 13 - 16 лет, для девочек 12 - 15 лет (по другим классификациям - средний и старший школьный возраст, отрочество, период полового созревания);
7. Юношеский возраст – для юношей 17 - 21 год, для девушек 16 - 21 лет;
8. Молодой возраст 22-44;
9. Средний 45-60;
10. Пожилой возраст – для мужчин 61 - 74, для женщин 56 - 74 года;
11. Старческий возраст – 75 - 90 лет;

12. Долгожители – старше 90 лет.

Считается, что современный человек может жить до 150-175 лет.

Кроме указанных периодов у женщин выделяют климактерический период, т.е. период увядания функции яичников, включая наступление физиологической менопаузы (в среднем 45 – 50 лет), а также постменопаузальный период (до конца жизни).

Критерии, которые брались за основу при делении на возрастные периоды:

*размеры тела и органов;*

*массу;*

*окостенение скелета;*

*прорезывание зубов;*

*развитие желез внутренней секреции;*

*степень полового созревания;*

*мышечную силу.*

Схема учитывает особенности мальчиков и девочек.

Некоторые исследователи в основу периодизации кладут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов.

Другие считают точкой отсчета так называемую скелетную зрелость (костный возраст), когда рентгенологически в скелете определяют время появления участков окостенения и наступления неподвижного соединения костей.

В качестве критерия периодизации выдвигался и такой признак, как степень развития центральной нервной системы (в частности, коры головного мозга).

Немецкий физиолог и гигиенист Макс Рубнер в теории энергетического правила поверхности как критерий предлагал использовать особенности энергетических процессов, происходящих в различные возрастные периоды.

Иногда в качестве критерия для возрастной периодизации используют способ взаимодействия организма с соответствующими условиями среды.

Существует и возрастная периодизация, основанная на выделении у детей:

*периодов новорожденного;*

*ясельного;*

*дошкольного;*

*школьного возраста.*

Она отражает скорее существующую систему детских учреждений, чем возрастные особенности.

Возрастная и педагогическая психология чаще использует периодизацию, основанную на педагогических критериях, когда периоды дошкольного возраста подразделяются соответственно группам детского сада, а в школьном возрасте выделяют три этапа:

*младший (I–IV классы);*

*средний (V–IX классы);*

*старший (X–XI классы).*

Для каждого возрастного периода характерны специфические особенности. Переход от одного возрастного периода к другому называют переломным этапом индивидуального развития, или критическим периодом. Продолжительность отдельных возрастных периодов в значительной степени изменчива.

Хронологические рамки возраста и его характеристики определяются в первую очередь социальными факторами.

## **Тема 2. МЕТОДЫ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ**

Вопросы:

1. Кроссекционный и сравнительный методы исследования.
2. Соматометрия.
3. Соматоскопия.
4. Физиометрия. Использование функциональных проб.

Для возрастной физиологии важнейшая задача – изучение динамики и закономерностей изменений физиологических функций в процессе индивидуального развития.

Метод поперечного исследования (кроссекционный) представляет собой параллельное, одновременное изучение тех или иных свойств у представителей различных возрастных групп.

Примером такого исследования может служить одновременное (в течение нескольких дней) диспансерное обследование состояния здоровья, уровня физического и моторного развития у учащихся всех классов какой-нибудь школы.

Сравнивая показатели, полученные, например, у первоклассников, пятиклассников и выпускников школы, физиолог может установить, как и насколько изменяются изучаемые им физиологические функции в разном возрасте. Такой метод сравнительно прост в организации, относительно дешев и позволяет применить одни и те же стандартные методики и приборы для обследования детей различных возрастов.

По современным статистическим критериям, для надежности выводов, полученных в поперечных исследованиях, необходимо, чтобы выборка (то есть группа обследуемых одного пола и возраста) составляла не менее 20–30 человек.

При разработке гигиенических нормативов считается необходимым, чтобы выборка составляла не менее 100 человек одного возраста и пола.

Недостаток этого метода состоит в том, что исследователь никогда не может четко определить темп изменений изучаемых им показателей:

он видит только результаты, полученные в отдельных «точках» возрастной шкалы, соответствующих возрасту обследованных детей, но не может с уверенностью судить о динамике происходящих процессов.

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.

Регулярно (частота зависит от используемых методик и процедур) детей обследуют с помощью стандартного набора методик, что позволяет подробно рассмотреть динамику происходящих в организме возрастных изменений.

Благодаря этому выборка для продольного исследования может быть совсем небольшой.

Международные научные журналы признают группу в 5–6 человек достаточной для проведения подобных исследований.

В некоторых случаях даже наблюдения за одним единственным ребенком позволяют выявить весьма важные закономерности.

Так, кривая роста человека впервые была построена в XVII в. на основе наблюдений за мальчиком из богатой дворянской французской семьи, проводившихся в течение 18 лет одним и тем же врачом, опубликовавшим впоследствии полученные результаты.

Методический арсенал возрастной физиологии.

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, соматоскопические. (форма позвоночника, грудной клетки, ног, осанка, развитие мускулатуры и половое созревание).

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 традиционно измеряют антропологи с помощью медицинских весов, ростомера, антропометра и других специальных приспособлений. Эти 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.

Физиологические методы позволяют судить о функциональных возможностях организма и динамике протекания тех или иных функциональных процессов в нем. Для этого используются различные приборы, позволяющие количественно регистрировать сами физиологические процессы, либо те или иные их физические проявления (например, электрические потенциалы, вырабатываемые клетками организма в процессе их функционирования).

Современная физиология использует широкий арсенал физических приборов, позволяющих изучать происходящие в организме процессы, недоступные непосредственному наблюдению.

Например, запись дыхательных движений (спирограмма) и исследование скоростей воздушных потоков на разных этапах дыхательного цикла (пневмотахометрия) – важнейшие приемы исследования функции дыхания.

Одновременно с помощью специальных газоанализаторов измеряют содержание газов в выдыхаемом воздухе и на этом основании точно рассчитывают скорость потребления организмом кислорода и выделения углекислого газа.

Работу сердца изучают с помощью электрокардиографии, эхокардиографии.

Для измерения кровяного давления используют специальные манометры, а скорость протекания крови по сосудам тела измеряют с помощью механических или электрических плетизмографов.

Огромный прогресс в исследованиях функции мозга достигнут благодаря изучению электроэнцефалограммы – электрических потенциалов, вырабатываемых клетками мозга в процессе их жизнедеятельности.

В исследовательских целях иногда применяют рентгеновские, ультразвуковые, магниторезонансные и другие методы.

Современные физиологические приборы обычно оборудованы специализированными компьютерами и программным обеспечением, которые значительно облегчают работу исследователя и повышают точность и надежность получаемых результатов.

Биохимические методы позволяют изучать состав крови, слюны, мочи и продуктов жизнедеятельности организма.

В экспериментах на животных с помощью биохимических и гистохимических методов удается выяснить возрастные изменения содержания и активности многих ферментов непосредственно в тканях организма.

Биохимические исследования – важнейшая составная часть изучения эндокринной системы, пищеварения, кроветворения, деятельности почек, иммунитета, а также целого ряда других систем и функций организма.

**Функциональные пробы.**

Применяются различного рода функциональные пробы. Например, дозированные нагрузки (*умственные* – для выяснения механизмов умственной работоспособности, *физические* – для оценки мышечной работоспособности и ее физиологических механизмов);

пробы с произвольной активацией или задержкой дыхания – при исследовании дыхательной функции;

водные и солевые нагрузки – при оценке функциональных возможностей выделительной системы;

температурные воздействия – при изучении механизмов терморегуляции и т. п.

## **Раздел II. РОСТ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ**

### **Тема 3. ОРГАНИЗМ И СРЕДА ЕГО ОБИТАНИЯ. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ**

Вопросы.

1. Внешняя и внутренняя среда.
2. Возрастные особенности системы крови как внутренней среды организма.
3. Возрастные особенности обмена веществ и энергии.

Факторы внешней среды по природе их воздействия разделяют на *физические, химические, биологические* и *социальные*.

**Физические.** Температура. Клетки организма нуждаются для своего нормального функционирования в постоянной температуре около 37 °С, изменение температуры на 10 °С в ту или иную сторону способно в 2–3 раза изменить скорость

всех биохимических реакций, причем их согласованность в этом случае будет нарушена. Если температура тела опускается ниже +25 или поднимается выше +42 °С, клетки тела погибают и наступает смерть.

Изменения внешней температуры требуют приспособления организма к этому переменному фактору. В этом случае очень важны размеры и пропорции тела, так как интенсивность производства тепла в организме пропорциональна его массе, а скорость теплоотдачи пропорциональна площади поверхности тела. Ребенок обладает относительно большой поверхностью тела и при низкой температуре он быстрее охлаждается.

У детей есть бурая жировая ткань, специально предназначенная для производства дополнительного тепла. Это жировые клетки, которые обильно снабжаются кровью и содержат огромное количество митохондрий. Особенностью митохондрий бурого жира является их способность «сжигать» большое количество жира, не производя АТФ. При этом практически вся высвобождающаяся энергия превращается в тепло. Таким образом, бурая жировая ткань выполняет в детском организме роль своеобразной «печки», которая включается каждый раз, когда ребенку становится холодно. Сигналом для такого включения служит воздействие симпатического отдела ЦНС. Бурый жир расположен у детей под кожей между лопатками, вдоль крупных шейных сосудов, а также около крупных сосудов внутри грудной клетки и брюшной полости. У взрослых бурая жировая ткань встречается редко, это специальный «детский» орган, исчезающий по мере взросления. Так же ведут себя многие лимфатические железы, обеспечивающие иммунитет (зобная железа, гланды и другие). Перенесенные ребенком острые заболевания (воспаление легких, грипп и другие) могут приводить к уменьшению размеров и активности бурого жира. Поэтому так важно соблюдать комфортный температурный режим для больных и выздоравливающих детей.

Детский организм более чувствителен к изменениям внешней температуры, чем взрослый. Температурный диапазон, в котором человек чувствует себя комфортно, составляет для взрослого от +25 до +30 °С, а для ребенка первого года жизни – от +27 до +33 °С. Защиту от колебаний температуры окружающей среды человеку обеспечивает одежда. Она должна быть такой, чтобы внутри (на поверхности кожи под одеждой) температура приближалась к зоне комфорта. При этом важно, чтобы одежда не препятствовала воздухообмену: ведь кожа должна дышать, а испарения потовых желез должны иметь выход, иначе кожные покровы начинают преть, что часто бывает при неправильном уходе за маленькими детьми. Механизмы терморегуляции у детей начинают интенсивно развиваться в возрасте 4–5 лет, именно в этом возрасте наиболее эффективны различные закаливающие процедуры, благодаря которым сосудистые реакции ребенка приобретают подвижность, необходимую для эффективного поддержания постоянной температуры тела. Закаливание позволяет ребенку защититься от простуд и повышает общий иммунитет организма.

Влажность. Абсолютно сухой, как и 100 % влажный, воздух тяжел для дыхания человека. У детей чувствительность к потере влаги выше, чем у взрослых, что необходимо учитывать, особенно при организации двигательной активности детей в летнюю жару, которая всегда связана с активацией дыхания. В тропических и жарких странах с морским климатом, а также в летние месяцы в районах, где много природных водоемов, наблюдается избыточная влажность, которая также снижает эффективность работы легких. В таких ситуациях умственная и особенно

физическая работоспособность снижается, причем у детей в значительно большей степени, чем у взрослых.

Инсоляция и другие формы электромагнитных излучений. Солнечные лучи, попадая на тело человека, вызывают изменение цвета его кожи (загар), который является ответной адаптивной реакцией организма. Детская кожа до полового созревания обычно намного менее пигментированная, чем у взрослых, поэтому уровень инсоляции для детей необходимо строго контролировать. Даже взрослый может легко обжечь свои кожные покровы ярким солнцем, особенно вблизи воды (мельчайшие капельки воды действуют как увеличительные стекла, а их испарение на ветру с поверхности тела создает обманчивое ощущение прохлады). Не только солнце, но и другие источники электромагнитного излучения могут быть опасны, если это излучение превышает гигиенически допустимые нормы. В частности, такими источниками являются телевизионные и радиопередающие устройства, включая сотовые телефоны. Контакт детей с такими источниками должен быть ограничен, так как детский организм более чувствителен к излучению, чем взрослый.

Геомагнитные поля. Защитить ребенка от воздействия геомагнитного поля Земли невозможно, однако помочь ему пережить наиболее неблагоприятные периоды без негативных последствий вполне реально, следует лишь проявлять в такие дни повышенное внимание к ребенку и больше считаться с его неосознанными потребностями: в таких ситуациях часто инстинктивное поведение оказывается более правильным, чем поведение, диктуемое разумом.

Химические факторы. Человек привык жить в условиях взаимодействия с огромным количеством разнообразных веществ, которые в совокупности составляют биогеохимическую среду его обитания. Среди этих веществ есть необходимые человеку (вода, кислород, питательные вещества и многое другое), нейтральные (азот, многие минеральные вещества и т. п.), а также ядовитые, или токсичные. Поскольку для организма далеко не безразлично, с какими веществами ему приходится иметь дело, уже давно существуют гигиенические нормы предельно допустимых концентраций разнообразных веществ, встречающихся в воздухе, воде, пище, земле и других субстанциях, с которыми соприкасается человек в своей жизни и деятельности.

Дети бывают особенно чувствительны к болезнетворным микробам, поэтому для приготовления пищи и напитков для детей нужно использовать только кипяченую воду, особенно весной и летом, когда условия для размножения микробов благоприятны. Забота о качестве воды – непереносимое условие оздоровительного эффекта летнего отдыха детей в сельской местности (в летних лагерях, в походах и экспедициях, просто в деревне).

Состав и качество пищи во многом определяются составом воды и почвы окружающей местности. Химический состав пищи важен также для того, чтобы обеспечить организм всеми необходимыми питательными веществами: белками, жирами, углеводами, витаминами, микроэлементами и т. п. Микроэлементный состав почвы, на которой выращены растения, важный фактор, влияющий на гармоничность обменных процессов и нормальное протекание роста и развития ребенка. Более детально проблема качества и количества пищи для детей разного возраста будет обсуждена ниже.

*Внутренняя среда организма* – это совокупность жидкостей, включающая кровь, лимфу, тканевую и цереброспинальную жидкости.

Значение внутренней среды состоит в том, что из нее клетки получают необходимые для своей жизнедеятельности вещества и выделяют в нее продукты

обмена веществ, то есть она является непосредственной питательной средой для клеток организма.

*Кровь* – это жидкая соединительная ткань организма, которая постоянно движется по замкнутой системе кровяных сосудов за счет работы сердца.

Представление о крови как о системе создал Ланг в 1939 г.

В эту систему он включил 4 части:

1. *периферическую кровь, циркулирующую по сосудам;*
2. *органы кроветворения – красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка;*
3. *органы кроверазрушения – селезенка, печень, красный костный мозг;*
4. *регулирующий нейро-гуморальный аппарат.*

Кровь состоит из жидкой части плазмы и форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.

*Плазма составляет 55 – 60 %, форменные элементы – 40 – 45 %.*

Соотношение плазмы и форменных элементов определяется прибором *гематокрит*.

Количество форменных элементов крови в процентах от общего объема крови называется *гематокритным числом*.

Гематокритное число.

У новорожденных доля форменных элементов составляет 57% от общего объема крови,

в 1 месяц – 45%,

1 – 3 года 35%,

в 5 лет – 37%,

в 11 лет – 39%,

в 16 лет, как и у взрослых – 42 – 47%.

В норме оно равно 42 – 47% (у мужчин 46, у женщин 42 – разница обусловлена тем, что в крови мужчин больше эритроцитов).

Количество крови составляет 5 - 9 % от массы тела (у человека с массой 70 кг количество крови 4,5 – 6 л).

У детей кровь имеет характерные качественные и количественные особенности.

Абсолютный объем крови с возрастом увеличивается: у новорожденных он составляет 0,5 литра;

у взрослых – 4 - 6 л.

Относительно массы тела объем крови с возрастом уменьшается.

Например:

у новорожденных 150 мл/кг массы тела;

в 1 год – 110 мл/кг;

в 12-16 лет и у взрослых – 70 мл/кг массы тела.

У детей почти вся кровь циркулирует, то есть объем циркулирующей крови (ОЦК) приближается к объему крови.

У взрослых в состоянии покоя до 45 - 50 % всей массы крови находится в *кровяных депо* (селезенке – 16 %, печени – 20 %, легких – 4 %, сосудистом сплетении кожи – 10 %). В селезенке кровь может быть почти полностью выключена из циркуляции, а в печени и в сосудистом сплетении кожи кровь циркулирует в 10-20 раз медленнее, чем в других сосудах.

Эритроциты.

Главная функция – транспорт газов.

Число эритроцитов в 1 л крови ( $\times 10^{12}$ ) у новорожденного составляет 5,8;

Это объясняется тем, что у плода, особенно в последние месяцы жизни, снижено насыщение гемоглобина крови кислородом, в результате чего возникает компенсаторная реакция – эритроцитоз и повышенное содержание гемоглобина крови.

Эти изменения вызваны тем, что гормоны, циркулирующие в крови беременной женщины и стимулирующие ее кроветворный аппарат, переходя в тело плода, стимулируют работу его кроветворных органов.

После рождения поступление в кровь ребенка этих гормонов прекращается, вследствие чего быстро падает количество гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов.

Кроме того, усиленное кроветворение новорожденных можно объяснить недостаточным снабжением плода кислородом.

Для состояния гипоксемии характерно увеличение количества эритроцитов, гемоглобина.

После рождения ребенка устраняется кислородное голодание и продукция эритроцитов уменьшается.

в 1 месяц – 4,7;

с года до 15 лет – 4,6,

в 16-18 лет число эритроцитов в 1 литре крови достигает значений, характерных для взрослых – 4,5 – 5  $\times 10^{12}$ /л у мальчиков.

У девочек 3,7 – 4,7  $\times 10^{12}$ /л.

У мальчиков эритроцитов больше – за счет стимулирующего действия андрогенов;

у девочек эстрогены угнетают эритропоэз.

Продолжительность жизни эритроцита:

у новорожденных – 12 дней,

в месяц – 36 дней;

а в год, как у взрослых – 120 дней.

Гемоглобин.

Для крови новорожденных характерно повышенное содержание гемоглобина 210–215 г/л.

Уже в первые сутки после рождения количество гемоглобина начинает резко снижаться, причем происходит изменение не только количества, но и качества гемоглобина новорожденных.

В 1-й месяц содержание гемоглобина равно 145 г/л,

с 5 месяцев – 2 лет – 110–120 г/л;

в 4 – 126;

в 10 – 130,

а в 14 лет – у мальчиков показатель равен 160;

у девочек – 140 г/л.

т. е. количество эритроцитов и гемоглобина достигает нормы взрослого.

Содержание гемоглобина зависит от количества эритроцитов в крови;

питания;

пребывания на свежем воздухе и других причин.

Резкое снижение гемоглобина крови и уменьшение количества эритроцитов приводит к развитию малокровия.

Оно сопровождается:

головными болями;

головокружением;

обмороками;

отрицательно сказывается на работоспособности и успешности обучения;

резко снижается сопротивляемость организма, и они часто и длительно болеют.

У новорожденных наблюдается разрушение циркулирующих в крови ребенка эритроцитов и гемоглобина. Это приводит к повышению в крови новорожденных билирубина. Билирубин и недостаточность ферментативных систем печени играют одну из главных ролей в физиологической желтухе новорожденных.

Одним из важных диагностических показателей, свидетельствующих о наличии воспалительных процессов и других патологических состояний, является скорость оседания эритроцитов (СОЭ).

У мужчин она составляет 1-10 мм/ч;

у женщин – 2-15 мм/ч.

С возрастом этот показатель изменяется.

У новорожденных СОЭ - от 2 до 4 мм/ч;

У детей до 3 лет СОЭ - от 4 до 12 мм/ч;

В возрасте 7 - 12 лет не превышает 12 мм/ч.

Лейкоциты – белые кровяные клетки.

Важнейшей функцией лейкоцитов является защита от попадающих в кровь микроорганизмов и токсинов.

По форме, строению и функции различают разные типы лейкоцитов.

Процентное соотношение между разными формами лейкоцитов называется лейкоцитарной формулой.

Основные из них: лимфоциты, моноциты, нейтрофилы.

Лимфоциты образуются в основном в лимфатических узлах.

Они вырабатывают антитела и играют большую роль в обеспечении иммунитета.

Нейтрофилы вырабатываются в красном костном мозге: они играют основную роль в фагоцитозе.

Способны к фагоцитозу и моноциты – клетки, образующиеся в селезенке и печени.

При патологических состояниях изменяется как общее число лейкоцитов, так и лейкоцитарная формула.

Количество лейкоцитов и их соотношение изменяются с возрастом.

Так, в крови взрослого человека содержится  $4 - 9 \cdot 10^9$ /л.

У новорожденного впервые сутки жизни число лейкоцитов возрастает до  $30 \cdot 10^9$ /л вследствие родового стресса.

Начиная со вторых суток, число лейкоцитов снижается и к 7-12-му дню достигает 10-12 тыс. в  $1 \text{ мм}^3$ .

Такое количество лейкоцитов сохраняется у детей первого года жизни, после чего оно снижается и к 13-15 годам достигает величин взрослого человека.

Лейкоцитарная формула впервые годы жизни ребенка характеризуется повышенным содержанием лимфоцитов и пониженным числом нейтрофилов.

Малым содержанием нейтрофилов, а также недостаточной их зрелостью объясняется большая восприимчивость детей дошкольников к инфекционным заболеваниям.

К тому же фагоцитарная активность нейтрофилов у детей первых лет жизни наиболее низкая.

К 5-6 годам количество этих форменных элементов выравнивается, после этого процент нейтрофилов растет, а процент лимфоцитов понижается.

Со второй недели после рождения ребенка начинает функционировать его собственный иммунологический аппарат.

Образование собственных антител в организме ребенка еще незначительно, и важное значение в иммунологических реакциях в течение первого года жизни имеют антитела, получаемые с молоком матери.

Интенсивное развитие иммунологического аппарата идет со второго года примерно до 10 лет,

затем с 10 до 20 лет - ослабевает;

С 20 до 40 лет - стабилизируется;

после 40 лет начинает постепенно снижаться.

Кроме антител, в иммунитете большое значение имеют некоторые белки.

Это иммуноглобулины А, М, G, E, D.

IgG – защита от вирусов (корь, оспа, краснуха, свинка и т. д.) и бактериальных инфекций, вызванных грамположительными микробами (стафилококки, стрептококки).

IgM – защита от грамотрицательных бактерий (шигелл, брюшного тифа) и некоторых вирусов.

IgA – активизирует местный неспецифический иммунитет – лизоцим, защитные свойства пота, слюны, слезы и т. п.

IgD – подобное действие.

IgE – усиливает фагоцитарную активность лейкоцитов и участвует в аллергических реакциях.

У новорожденных отмечается высокое содержание IgG, так как этот белок получен от матери.

Этим объясняется относительно высокая устойчивость детей 1-го месяца жизни к вирусным инфекциям (корь, ветрянка), но, с другой стороны, высокая чувствительность к бактериальным инфекциям.

Остальные же иммуноглобулины у них или отсутствуют, или их очень мало.

К 3-6 месяцам материнские иммуноглобулины разрушаются и начинается синтез собственных иммуноглобулинов.

Достигает уровня взрослого:

IgM - к 4-5 годам;

IgG – к 5-6 годам;

IgA – к 10-12 годам;

IgD – к 5-10 годам.

У новорожденных недостаток IgA частично компенсируется молозивом и материнским молоком.

Большое значение в формировании достаточной устойчивости организма детей и подростков к заболеваниям имеют профилактические прививки.

До последних лет действовала следующая схема основных прививок и их ревакцинации (повторения).

1. Новорожденные (первые 12 часов жизни) – первая вакцинация против вирусного гепатита В.
2. Новорожденные 3-7 дней – вакцинация против туберкулеза.
3. 1 месяц – вторая вакцинация против вирусного гепатита В.
4. 3 месяца – первая вакцинация против дифтерии, коклюша, столбняка и полиомиелита.
5. 4,5 месяца – вторая вакцинация против дифтерии, коклюша, столбняка, полиомиелита.
6. 6 месяцев – третья вакцинация против дифтерии, коклюша, столбняка, полиомиелита.
7. 12 месяцев – вакцинация против кори, краснухи, эпидемического паротита.
8. 18 месяцев – первая ревакцинация против дифтерии, коклюша, столбняка, полиомиелита.
9. 20 месяцев – вторая ревакцинация против полиомиелита.
10. 6 лет – ревакцинация против кори, краснухи, эпидемического паротита.
11. 7 лет – ревакцинация против туберкулеза, вторая ревакцинация против дифтерии и столбняка.
12. 13 лет – вакцинация против краснухи (девочки), вакцинация против вирусного гепатита В (тем, кто раньше не прививался).
13. 14 лет – третья ревакцинация против дифтерии и столбняка, ревакцинация против туберкулеза, третья ревакцинация против полиомиелита.
14. Взрослые – ревакцинация против дифтерии и столбняка каждые 10 лет от момента последней ревакцинации.

Тромбоциты (красные пластинки) – самые мелкие из форменных элементов крови.

Число тромбоцитов у детей всех возрастов, включая новорожденных, такое же, как и у взрослых (250-400 тысяч в  $1\text{мм}^3$ ).

Днем их больше, а ночью меньше.

Мышечная работа и другие виды стресса способны увеличить количество тромбоцитов в 3-5 раз.

В этом, в частности, заключена опасность стрессов для пожилых людей: ведь именно от тромбоцитов зависит свертываемость крови, в том числе образование тромбов и закупорка мелких сосудов головного мозга и сердечной мышцы.

Образуются тромбоциты в красном костном мозге и селезенке.

Основная функция тромбоцитов связана с их участием в свертывании крови.

Несмотря на определенные различия в содержании факторов свертывания крови и антикоагулянтов, в среднем скорость свертывания крови у детей, включая новорожденных, такая же, как и у взрослых (5 – 5,5 мин), аналогично продолжительность кровотечения 2 - 4 минуты.

После года содержание факторов свертывания и антикоагулянтов в крови такое же, как и у взрослых.

В эритроцитах содержатся особые вещества антигены, или агглютиногены (А;В), а в белках плазмы агглютинины (альфа и бета), при определенном сочетании этих веществ происходит склеивание эритроцитов – агглютинация.

Одним из наиболее существенных агглютиногенов, для возрастной физиологии, является 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.

В первые дни жизни удельный вес крови больше (1060-1080 г/л), чем у взрослых (1050-1060 г/л), но потом достигает этих значений.

Вязкость крови выше (7-8).

До уровня взрослых доходит к 1 месяцу. Для новорожденного характерно наличие метаболического ацидоза (рН 7,13 – 6,23). Однако уже на 3-5 сутки рН достигает значений взрослого человека (рН 7,35 – 7,40). Содержание белков крови 51-56 г/л;

у взрослых 70-80 г/л.

Уровень взрослого состояния наблюдается в 3 года (70 г/л).

3 вопрос.

Главной особенностью обмена веществ и энергии растущего организма является преобладание анаболизма над катаболизмом, что продолжается до 18 – 19 лет.

Таким образом, в детстве преобладают процессы ассимиляции, в старости – процессы диссимиляции.

Особенности обмена веществ, требуют соответствующего питания.

В раннем онтогенезе, в том числе и в антенатальном периоде развития, несбалансированное или недостаточное питание ведет:

- к замедлению развития мозга;
- к уменьшению числа нейронов;
- клеток нейроглии.

Причем в последующем эти изменения не компенсируются. У этих лиц снижены:

память;  
способность ко всем видам обучения;  
страдает интеллект в целом.

В теле здорового взрослого человека средней массы (70 кг) содержится примерно:

воды – 40-45 кг;  
белков– 15-17 кг;  
жиров – 7-10 кг;  
минеральных солей – 2,5-3 кг;  
углеводов – 0,5-0,8 кг.

#### *Обмен белков.*

Белки составляют около 25% от общей массы тела.

Белки состоят из аминокислот. Аминокислоты делятся на заменимые и незаменимые.

Белковый набор каждого человека является строго уникальным, специфичным.

Из 20 аминокислот только 8 являются незаменимыми для человека.

К ним относятся:

триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метионин и фенилаланин.

Для растущего организма необходим также гистидин.

Отсутствие в пище любой из незаменимых аминокислот вызывает серьезные нарушения жизнедеятельности организма, особенно растущего. Белковое голодание приводит к задержке, а затем и к полному прекращению роста и физического развития.

Ребенок становится вялым;

наблюдается резкое похудание;

обильные отеки;

поносы;

воспаление кожных покровов;

малокровие;

снижение сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям и т.

д.

Это объясняется тем, что белок является основным пластическим материалом организма, из которого образуются различные клеточные структуры.

Кроме того, белки входят в состав:

ферментов;

гормонов;

нуклеопротеидов;

образуют гемоглобин и антитела крови.

У детей наблюдается положительный азотистый баланс, когда количество азота, вводимого с белковой пищей, превышает количество азота, выводимого с мочой.

1 г азота соответствует 6,25 г белка.

Суточная потребность в белке на 1 кг массы тела у ребенка составляет:

на первом году жизни - 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.

Отсюда следует, что в зависимости от возраста и массы тела дети должны получать:

от 1 до 4 лет – 30-50 г белка в сутки;  
от 4 до 7 лет – около 70 г;  
с 7 лет – 75-80 г.  
взрослые – 75-90;  
при нагрузке – 220-230.

При этих показателях азот максимально задерживается в организме.

Белки не откладываются в организме про запас, не депонируются.

Азот содержится только в белках. Белки нельзя заменить УВ и Ж.

Слишком низкое количество белка в пище вызывает у ребенка:

ухудшение аппетита;  
нарушает кислотно-щелочное равновесие;  
усиливает выведение азота с мочой и калом.

Ребенку нужно давать оптимальное количество белка с набором всех необходимых аминокислот, при этом важно, чтобы соотношение количества белков, жиров и углеводов в пище ребенка было 1:1:3; при этих условиях азот максимально задерживается в организме.

Поступление белка в организм важно не только для физического, но и для умственного развития. Ежедневная прибавка в массе тела растущего организма на 1/5 происходит за счет белка.

#### *Обмен жиров.*

Поступивший с пищей жир в пищеварительном тракте расщепляется на глицерин и жирные кислоты, которые всасываются в основном в лимфу и лишь частично в кровь.

Через лимфатическую и кровеносную системы жиры поступают в жировую ткань. Много жира в подкожной клетчатке; вокруг некоторых внутренних органов (например, почек); а также в печени и мышцах. Жиры входят в состав клеток (цитоплазма, ядро, клеточные мембраны).

Скопления жира могут выполнять и другие функции

Например, подкожный жир препятствует усиленной отдаче тепла, околопочечный жир предохраняет почку от ушибов и т. д.

Жир используется организмом как богатый источник энергии.

Общее количество жира в организме человека в среднем составляет 10-20% массы тела - норма, до 50% - патология, а углеводов – 1%. Большая часть жиров находится в жировой ткани. Меньшая часть жиров входит в состав клеточных структур. Некоторые клетки организма способны накапливать жир в огромных количествах, выполняя в организме роль тепловой и механической изоляции.

При распаде 1 г жира в организме освобождается 9,3 ккал.

Недостаток жиров в пище нарушает деятельность: центральной нервной системы; органов размножения; снижает выносливость к различным заболеваниям.

Жир синтезируется в организме не только из глицерина и жирных кислот, но и из продуктов обмена белков и углеводов.

В рационе здорового взрослого человека жиры должны составлять около 30% общей калорийности пищи, т. е. 80-100 г в день.

Необходимо использовать в пищу жиры и животного, и растительного происхождения, в соотношении 2:1, так как некоторые составные компоненты растительных жиров не могут синтезироваться в организме.

Это незаменимые жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая.

Недостаточное поступление этих жирных кислот в организм человека приводит к нарушению обмена веществ и развитию атеросклеротических процессов в сердечно-сосудистой системе.

Главным источником ненасыщенных жирных кислот являются растительные масла.

Больше всего их в льняном и конопляном масле, но много линолевой кислоты и в подсолнечном масле.

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

Потребности детей и подростков в жирах имеют свои возрастные особенности.

Так, до 1,5 года потребности в растительных жирах нет, а общая потребность составляет 50 г в день;

с 2 до 10 лет потребность в жирах увеличивается 80 г в день, а в растительных – до 15 г;

в период полового созревания потребность в жирах у юношей составляет 110 г в сутки;

а у девушек – 90 г;

причем потребность в растительных жирах у обоих полов одинакова – 20 г в сутки.

На 1 кг массы взрослого человека в сутки должно поступать с пищей 1,25 г жиров (80-100 г в сутки).

При нагрузке 120-150 г.

Конечные продукты обмена жиров – углекислый газ и вода.

*Особенности обмена жиров у детей.*

В организме ребенка с первого полугодия жизни за счет жиров покрывается примерно на 50 % потребность в энергии.

Без жиров невозможна выработка общего и специфического иммунитета.

Обмен жиров у детей неустойчив, при недостатке в пище углеводов или при усиленном их расходе быстро истощаются депо жира.

Всасывание жиров у детей идет интенсивно.

При грудном вскармливании усваивается до 90 % жиров молока, при искусственном – 85-90 %.

У более взрослых детей жиры усваиваются на 95-97 %.

Для более полноценного использования жира в пище детей обязательно должны присутствовать углеводы, так как при их недостатке в питании происходит неполное окисление жиров и в крови накапливаются кислые продукты обмена.

Жировая ткань новорожденного содержит до 8% бурого жира, играющего важную роль в процессах терморегуляции, недостаток которого может привести к гипотермии новорожденного ребенка.

В пубертатный период количество жировой ткани в организме возрастает, причем у девочек больше, чем у мальчиков.

Повышение уровня глюкозы в крови активирует синтез жиров, снижение тормозит синтез и увеличивает распад жиров.

Основная функция – энергообеспечение.

Для того чтобы освободить энергию, требуется большое количество кислорода, поэтому Ж используются как энергетический материал тогда, когда использованы все энергетические ресурсы, а также в состоянии покоя и при работе умеренной интенсивности.

Усиливают образование жиров:

глюкокортикоиды;

инсулин;

парасимпатические влияния.

Усиливают распад:

адреналин;

норадреналин;

соматотропин;

тироксин;

глюкагон;

симпатические влияния.

Углеводы составляют 1-2% массы тела.

Поскольку углеводы являются не только энергетическим, но и пластическим материалом, потребность растущего организма в углеводах на единицу массы тела также больше, чем у взрослых.

У детей до 8–10 лет в крови содержится меньше глюкозы, что связано с повышенной утилизацией глюкозы клетками растущего организма.

Углеводы в организме расщепляются до глюкозы, фруктозы, галактозы и т. д. и затем всасываются в кровь.

Являются основным источником энергии, так как для их окисления требуется мало кислорода.

Усваиваются углеводы детским организмом лучше, чем взрослым (у грудных детей – на 98–99 %).

Дети отличаются относительно большей выносливостью к повышенному содержанию сахара в крови, нежели взрослые.

У взрослых глюкоза появляется в моче, если ее поступает 2,5-3 г на 1 кг массы тела;

а у детей это происходит лишь при поступлении 8-12 г глюкозы на 1 кг массы тела.

Прием значительных количеств углеводов с пищей может вызвать у детей увеличение сахара в крови в два раза, но уже через 1 ч содержание сахара в крови начинает снижаться и через 2 ч полностью нормализуется.

При повышении содержания сахара в крови в его выведение из организма включаются почки, в моче появляется сахар.

Это явление называют *гликозурией*.

Организм использует углеводы в основном как энергетический материал.

Потребности в углеводах детей и подростков значительно меньше, особенно в первые годы жизни.

Так, до 1 года потребность в углеводах составляет 110 г в сутки,

от 1,5 до 2 лет – 190 г;

в 5-6 лет – 250 г;

в 11-13 лет – 370 г;

от 14 до 17 лет – 470 г;

взрослому – 300 - 500 г;

при нагрузке – 700 – 1000 г.

Углеводы откладываются в запас.

Депонирование происходит в печени и мышцах в виде гликогена.

Образование и накопление гликогена регулируется инсулином.

Это единственный гормон, понижающий уровень глюкозы в крови.

Повышают уровень глюкозы: глюкагон; адреналин; глюкокортикоиды; соматотропин; тироксин; трийодтиронин.

Основным потребителем глюкозы крови является ЦНС. В ней нет запасов.

Падение наполовину вызывает торможение ЦНС, прекращение работы, чувство голода, снижение физической и умственной работоспособности, потеря сознания и судороги.

При избытке – ожирение.

Образование УВ из Б и Ж в печени называется глюконеогенез.

*Водно-солевой обмен.*

Это не энергетические ресурсы.

В организме 60 - 70% веса тела.

Потеря веса за счет потери воды на 20% смертельно.

При этом нарушаются обменные процессы и изменяется осмотическое давление.

При избыточном поступлении воды в организм наблюдается увеличение ОЦК, что увеличивает нагрузку на сердце, усиливается потоотделение, мочеотделение, потеря солей, витаминов.

Для детей раннего возраста характерна неустойчивость водно-солевого обмена, что связано с незрелостью почек.

Потребность детей в воде значительно больше, чем у взрослых.

У детей больше, чем у взрослых выводится воды через кожу и легкие, равно как и общее количество выводимой воды – 1,3г/ кг массы тела в 1 ч (у взрослых около 0,7г/кг массы тела в 1ч). Общее количество воды в организме зависит от возраста, пола и массы тела.

В среднем в организме мужчины содержится свыше 60% воды, в организме женщины – 50%.

Содержание воды в детском организме значительно выше, особенно на первых этапах развития.

По данным эмбриологов, содержание воды в теле 4-месячного плода достигает 90%, а у 7-месячного – 84%.

В организме новорожденного объем воды составляет от 70 до 80%.

В постнатальном онтогенезе содержание воды быстро падает.

Так, у ребенка 8 мес. содержание воды составляет 60%;

у 4,5-летнего ребенка – 58%;

у мальчиков 13 лет – 59%;

а у девочек этого же возраста – 56%.

Общая потребность в воде детей и подростков возрастает по мере роста организма.

Если годовалому ребенку необходимо в день примерно 800 мл воды,

то в 4 года – 1000 мл,

в 7-10 лет – 1350 мл,

а в 11-14 лет – 1500 мл.

взрослому 2500 – 3000мл.

Регулируется питьевое поведение гипоталамусом.

*Минеральный обмен.* К минеральным веществам относят макро- и микроэлементы.

Макро: Na, K, Ca, Cl, Mg, P

Микро: Fe, Co, Mn, I, F и др.

Роль микроэлементов сводится к тому, что они являются тонкими регуляторами обменных процессов.

Соединяясь с белками, многие микроэлементы служат материалом для построения ферментов, гормонов и витаминов.

Потребности взрослого и ребенка в минеральных веществах значительно отличаются, недостаток минеральных веществ в пище ребенка более быстро приводит к различным нарушениям обменных реакций и соответственно к нарушению роста и развития организма. Так, норма потребления кальция в организме годовалого ребенка составляет 1000 мг в день, фосфора – 1500 мг. В возрасте от 7 до 10 лет кальция требуется 1200 мг в день, фосфора – 2000 мг.

У школьников суточная потребность в кальции – 0,68-2,36 г;

в фосфоре – 1,5–4,0 г.

С кальциевым и фосфорным обменом связаны рост костей;

сроки окостенения хрящей;

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.

При таких отношениях развитие скелета протекает нормально.

В молоке имеется идеальное соотношение солей кальция и фосфора, поэтому включение молока в рацион питания детей обязательно.

Железо входит в состав гемоглобина крови.

Потребность в железе у детей выше, чем у взрослых:

1–1,2 мг на 1 кг массы в сутки (у взрослых – 0,9 мг).

Натрия дети должны получать 25–40 мг в сутки; калия – 12–30 мг; хлора – 12–15 мг.

К концу периода полового созревания потребность в микроэлементах немного снижается.

### *Витамины.*

Они требуются для нашего организма в ничтожно малых количествах, но их отсутствие приводит организм к гибели,

а недостаток в питании или нарушение процессов их усвоения – к развитию различных заболеваний, называемых гиповитаминозами.

Известно около 30 витаминов, влияющих на различные стороны обмена веществ, как отдельных клеток, так и всего организма в целом.

Это связано с тем, что многие витамины являются составной частью ферментов. Следовательно, отсутствие витаминов вызывает прекращение синтеза ферментов и соответственно нарушение обмена веществ.

Человек получает витамины с пищей растительного и животного происхождения. Для нормальной жизнедеятельности человеку из 30 витаминов необходимо обязательно поступление 16-18.

Особенно важное значение имеют витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР, С, А и D.

До одного года норма потребности

витамина А составляет 0,5 мг;

В<sub>1</sub> – 0,5 мг;

В<sub>2</sub> – 1 мг;

РР – 5 мг;

В<sub>6</sub> – 0,5 мг;

С – 30 мг и D – 0,15 мг.

В период от 3 до 7 лет норма потребности

витамина А составляет 1 мг;

В<sub>1</sub> – 1,5 мг;

В<sub>2</sub> – 2,5 мг;

РР – 10 мг;

В<sub>6</sub> – 1,5 мг;

С – 50 мг;

а потребность в витамине D остается такой же – 0,15 мг.

На момент полового созревания норма потребности:

витамина А составляет 1,5 м;

В<sub>1</sub> – 2 мг;

В<sub>2</sub> – 3 мг;

РР – 20 мг;

В<sub>6</sub> – 2 мг;

С – 70 мг и D – 0,15 мг.

Растущий организм обладает высокой чувствительностью к недостатку витаминов в пище. Наиболее распространенным гиповитаминозом среди детей является заболевание, называемое рахитом.

Оно развивается при недостатке в детском питании витамина D и сопровождается нарушением формирования скелета.

Встречается рахит у детей до 5 лет.

Следует также отметить, что поступление в организм избыточного количества витаминов может вызвать серьезные нарушения его функциональной деятельности и даже привести к развитию заболеваний, получивших название гипервитаминозы

Обмен веществ в организме тесно связан с превращением энергии.

#### **Тема 4. ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА**

Вопросы:

1. Возрастные особенности развития ЦНС
2. Возрастные особенности развития эндокринной системы.

1 вопрос.

На 3-й неделе внутриутробного развития начинается закладка центральной нервной системы (ЦНС). Развитие головного мозга идет гетерохронно.

Прежде всего, созревают те структуры, от которых зависит нормальная жизнедеятельность организма на данном возрастном этапе.

Функциональной полноценности достигают, прежде всего, ствольные, подкорковые и корковые структуры, регулирующие вегетативные функции организма. Эти отделы приближаются по своему развитию к мозгу взрослого человека уже к **2-3-м годам**.

К этому возрасту полностью заканчивается миелинизация нервных волокон. Процесс миелинизации раньше всего происходит у периферических нервов; далее миелинизации подвергаются волокна спинного мозга; ствольной части головного мозга; мозжечка; и позже всех волокна больших полушарий головного мозга.

Двигательные нервные волокна покрыты миелиновой оболочкой уже к моменту рождения.

Завершение процесса миелинизации происходит к **трехлетнему возрасту**, хотя рост миелиновой оболочки и осевого цилиндра продолжается и после 3 лет.

Ассоциативные волокна в коре продолжают миелинизироваться до 30 лет.

У новорожденного головной мозг относительно большой, масса его в среднем 390 г (340 – 430) у мальчиков; 355 г (330 - 370) у девочек, что составляет 12 – 13 % массы тела (у взрослого - примерно 2,5%).

К концу первого года жизни масса головного мозга удваивается, а к 3 – 4 годам – утраивается. После 7 лет масса головного мозга возрастает медленно и к 20 – 29 годам достигает максимального значения (1355 г – у мужчин и 1220 г – у женщин).

В последующие возрастные периоды, вплоть до 60 лет у мужчин и 55 лет у женщин, масса мозга существенно не изменяется, а после 55 – 60 лет отмечается некоторое уменьшение.

Развитие ЦНС в значительной степени связано с гормонами щитовидной железы, при заболеваниях которой в детском возрасте нарушается морфологическое и функциональное развитие ЦНС с нарушением интеллекта, двигательной деятельности и т.д.

Рост аксона начинается на третьем месяце внутриутробного развития.

Дендриты вырастают позже аксона.

С возрастом их количество увеличивается.

Особенно интенсивный рост их наблюдается в 5-7 лет. Соответственно увеличивается количество синапсов.

Рост числа синапсов достигает 10 000 у одного нейрона.

Доказано, что число межнейронных связей находится в прямой зависимости от процессов обучения.

Чем интенсивнее идет обучение, тем больше синапсов образуется.

С особенностями проведения возбуждения через синапс связаны свойства нервных центров. Нервные центры у детей более утомляемы.

Это связано с тем, что у них в синапсах меньше выделяется медиатора, он быстрее расходуется и в результате происходит быстрое утомление.

У детей нервные центры более чувствительны к недостатку кислорода вследствие более высокого обмена веществ. Функционально в 9-11 лет высокого уровня достигает возбудимость и лабильность центральной нервной системы.

В этом возрасте отмечается высокий уровень силы нервных процессов, но отстает от взрослых и к 18-20 годам сравнивается со взрослыми. В этом возрасте недостаточно выражены процессы торможения. Они необходимы для развития внимания, для выполнения напряженной работы и формирования двигательных навыков.

Доминантный очаг возбуждения возникает быстрее и легче, чем у взрослых, но для него характерна низкая устойчивость к внешним раздражителям.

С этим в значительной степени связана неустойчивость внимания у детей; новые раздражители вызывают новую доминанту. Координационные механизмы в ЦНС достигают своего совершенства только к 18-20 годам.

Созревание центральной нервной системы идет от спинного мозга к → стволовым структурам (13-16 лет) → к большим полушариям (к 20-25 годам).

При созревании коры больших полушарий главная регулятивная роль переходит к ним. Различная скорость созревания симпатической и парасимпатической нервной системы.

У детей первых лет жизни главную роль в регуляции функций внутренних органов играет симпатический отдел вегетативной нервной системы.

Парасимпатический отдел начинает включаться в рефлекторные реакции с 3-го месяца жизни.

К 3 годам тонус блуждающего нерва уже выражен, о чем свидетельствует появление дыхательной аритмии, но преобладающее влияние симпатической нервной системы сохраняется до семилетнего возраста.

Однако несмотря на то, что в период новорожденности тонус вагуса незначителен, в этот период может наблюдаться глазосердечный рефлекс Данини-Ашнера.

Рефлекторное влияние на сердце посредством увеличения тонуса блуждающего нерва в этот период может быть весьма выраженным.

Описаны случаи прекращения деятельности сердца при введении носоглоточных тампонов недоношенным детям.

Максимальное замедление пульса от 150 до 30 ударов в минуту было отмечено у них при надавливании на передний родничок.

Брадикардия отмечалась у недоношенных детей при зондировании для питания, при икоте, зевании, дефекации.

Следует отметить, что отделы ВНС не начинают функционировать по отношению к различным системам организма в упорядоченной однотипной последовательности.

Так, в регуляцию желудочно-кишечного тракта сначала включается парасимпатическая нервная система, симпатическая же регуляция начинает осуществляться в период отнятия от груди.

В регуляции деятельности сердца опережает симпатическая нервная система.

В формировании тонуса блуждающего нерва важную роль играет афферентная импульсация от различных рефлексогенных зон, в том числе и от проприорецепторов. Об этом, в частности, свидетельствует тот факт, что недостаточная двигательная активность детей сопровождается недостаточной степенью выраженности тонуса блуждающего нерва.

Важное значение в становлении тонуса блуждающего нерва играет импульсация от баро- и хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон.

Афферентация от периферических отделов слухового и зрительного анализаторов также способствует развитию тонуса ЦНС.

Для оценки степени выраженности тонуса отделов ВНС в детском возрасте используют такие рефлексy, как глазосердечный, дермографический.

*Глазосердечный рефлекс*, давление на боковые поверхности глаз в течение 20-60с вызывает замедление пульса, падение артериального давления, замедление дыхания. Рефлекс проявляется быстро (через 3-5 с) или медленно (через 8-10 с).

Эффект считается положительным, если пульс замедляется на 4-12 ударов в минуту, резко положительным – более чем на 12 ударов.

*Дермографический рефлекс*: раздражение кожи штрихами вызывает через 5-10 с появление белых или красных полос.

Белые полосы исчезают через 5-12 с,  
красные – через 3 мин.

Интенсивно выраженные и долго не исчезающие белые полосы указывают на повышение тонуса симпатического отдела центра кровообращения, а красные – о снижении его тонуса.

Высшая нервная деятельность связана с развитием коры больших полушарий. К моменту рождения большие полушария имеют такой же вид, как у взрослых. В дальнейшем изменяется форма борозд и извилин. Для постнатального развития коры характерна гетерохронность.

Лобные и височные доли развиваются позднее, чем затылочные и теменные.

Сенсорные и моторные зоны коры завершают свое созревание к 3-м годам. Ассоциативная зона у новорожденных развита слабо и совершенствуется только при нормальном развитии ребенка. При врожденном слабоумии эти зоны остаются недоразвиты. Ассоциативная зона интенсивно развивается к 7-ми годам и в дальнейшем совершенствуется.

Окончательное созревание больших полушарий происходит к 20-25 годам.

Развитие коры головного мозга осуществляется под влиянием генетических, внешних факторов, а также гормонов, среди которых особую роль играет йодсодержащие гормоны щитовидной железы.

### Особенности условных рефлексов.

Первые положительные натуральные условные рефлексы у новорожденных можно выработать на 7-й день.

Они возникают на базе пищевых безусловных рефлексов и проявляются в реакции на время кормления и положение ребенка за несколько минут до кормления (условный сосательный рефлекс, условнорефлекторное повышение уровня обмена веществ).

С первого месяца появляется возможность выработать искусственные рефлексы, причем со 2-го месяца – на все раздражители первой сигнальной системы.

В 3-4 месяца можно выработать условные рефлексы на комплекс последовательных раздражителей, то есть динамический стереотип. С этого момента особое значение имеет режим дня, то есть определенное чередование сна и бодрствования, кормления, прогулок. Динамический стереотип является основой образования у детей привычек, навыков, умений. Они сохраняются долгие годы и составляют основу деятельности человека.

Развитие рефлекторной деятельности связано с процессами торможения.

Посторонние раздражители тормозят условные рефлексы. Это внешнее безусловное торможение появляется с первых дней жизни (например, яркий свет, сильный звук, и младенец перестает сосать грудь).

Внутреннее условное торможение появляется с 20-го дня. Оно лежит в основе воспитания и обучения. Угасающее и ориентированное торможение вырабатывается к 3-м месяцам. Угасание лежит в основе забывания.

Дошкольники и дети младшего школьного возраста с большим трудом вырабатывают запаздывающее торможение. Поэтому они не могут сдерживать своих эмоций, не могут ждать, когда их вызовут отвечать.

Запаздывающее торможение является физиологической основой силы воли, выдержки, умения сдерживать свои эмоции.

У детей это торможение становится возможным с 5-месячного возраста. Достигает своего совершенства в старшем школьном возрасте.

К концу второго года хорошо развивается вторая сигнальная система. Развитие речи сопровождается развитием движений, что имеет значение в развитии мышления.

К 3-м годам речь играет определенную роль в развитии поведения, но преобладает первая сигнальная система. Слово не сочетается с поведением. Дети эмоциональны. В 4-7 лет преобладает вторая сигнальная система, но она незрелая. Развиваются все виды торможения, речевые сигналы образуются легче. В 8-11 лет появляется абстрактное мышление. Ребенок способен составлять программы своего поведения и их осуществлять.

11-15 лет – этот период характеризуется началом полового созревания, увеличивается активность гормонов. Временно ослабляется корковый контроль, усиливается влияние подкорковых структур, ослабляются все виды внутреннего

торможения. Первая сигнальная система преобладает над второй сигнальной системой. Сигнальные рефлексы на слово вырабатываются с трудом.

Увеличивается возбудимость, эмоциональность, снижена умственная работоспособность, возникает психическая неуравновешенность, неадекватность реакций, несмотря на такие «отрицательные» изменения, формируется абстрактно-логический тип мышления. К 15-17 годам организм созревает. В старшем школьном возрасте вторая сигнальная система вновь приобретает ведущую роль и сохраняется в течение всей жизни человека.

В 17–21 год после полового созревания резко возрастает умственная и физическая работоспособность; возрастает роль коры в регуляции психической деятельности, в том числе устанавливается контроль над эмоциональным состоянием; восстанавливается способность вырабатывать внутреннее торможение.

Происходит дифференцировка между функциями правого и левого полушарий, а в связи с этим – дифференцировка на художественный и мыслительный типы ВНД; отчетливо проявляются типы ВНД (сильный, уравновешенный, подвижный и пр.).

2 вопрос.

Эндокринные железы начинают функционировать во внутриутробном периоде. Гормоны плода даже в больших концентрациях не проявляют свое действие.

Это свидетельствует о том, что недостаточно зрелыми являются клетки в органах-мишенях, не чувствительны к действию гормонов.

Однако их развитие происходит гетерохронно; при этом гипоталамо-гипофизарный контроль устанавливается на последних этапах внутриутробного развития. Гормоны плаценты, а также гормоны плода важны для правильного развития его органов и систем.

Например, глюкокортикоиды необходимы для развития легких, тимуса, кроветворных органов, андрогены – для половой дифференцировки.

Еще до рождения ребенка (во внутриутробном периоде) начинают функционировать некоторые железы внутренней секреции, которые имеют большое значение и в первые годы после рождения (эпифиз, щитовидная, вилочковая железа, гормоны поджелудочной железы и коры надпочечников и др.).

В постнатальном периоде эндокринная система играет исключительно важную роль в росте и развитии организма.

Гипофиз продуцирует многие гормоны уже внутриутробно. У новорожденных гормоны гипофиза играют важную роль, так как способствуют адаптации организма и его иммунной устойчивости. Важнейшим гормоном гипофиза является гормон роста. Гормон роста начинает синтезироваться в гипофизе человека на 12-й неделе внутриутробной жизни, а после 30-й недели его концентрация в крови плода становится в 40 раз больше, чем у взрослого.

Но на рост ребенка не оказывает влияния. Он принимает участие в иммунной защите плода.

К моменту рождения концентрация гормона роста падает примерно в 10 раз, но все же остается чрезвычайно высокой. В период от 2 до 7 лет содержание

гормона роста в крови детей сохраняется примерно на постоянном уровне, который в 2–3 раза превышает уровень взрослых. В этот же период завершаются наиболее бурные ростовые процессы до начала пубертата. Затем наступает период значительного уменьшения уровня гормона – и рост тормозится.

Новое повышение уровня гормона роста у подростков отмечается после 13 лет, причем его максимум отмечается в 15 лет, т. е. как раз в момент наиболее интенсивного увеличения размеров тела у подростков. К 20 годам содержание гормона роста как у взрослых.

Недостаточная продукция гормона роста приводит к развитию гипофизарной карликовости, которая отчетливо наблюдается после 2 лет.

Сохраняются нормальные пропорции тела и относительно нормальный уровень психического развития. Но рост не превышает 1 м. Рост может также преждевременно прекратиться из-за нарушений в синтезе **соматомединов** (считается, что это вещество по генетическим причинам не вырабатывается в печени пигмеев, имеющих во взрослом состоянии рост 7-10-летнего ребенка).

Напротив, гиперсекреция гормона роста у детей (например, вследствие развития доброкачественной опухоли гипофиза) может привести к *гигантизму*.

Гиперсекреция у взрослых вызывает *акромегалию* – непропорционально удлиняются конечности, кисти и стопы, нос, подбородок и другие дистальные части тела, а также язык и пищеварительные органы.

Гормон роста секретируется не равномерно, а эпизодически, 3–4 раза в течение дня. Усиление секреции гормона роста происходит:

- под влиянием голодания;
- тяжелой мышечной работы;
- а также во время глубокого сна.

С возрастом секреция гормона роста уменьшается, но тем не менее не прекращается в течение всей жизни.

Щитовидная железа развивается на 3–4-й неделе внутриутробного развития.

У плода щитовидная железа чувствительна к стимулирующему действию тиреотропного гормона (ТТГ), а тиреоидные гормоны влияют на тиреотропную активность гипофиза. Гормоны щитовидной железы начинают функционировать одни из первых: уже на 12-ой неделе щитовидная железа синтезирует йодсодержащие гормоны. Огромное значение для правильного роста и развития ребенка имеет гормональная активность *щитовидной железы*, масса которой к младшему школьному возрасту увеличивается в несколько раз от 1 г у новорожденного до 10 г в 10 лет.

Щитовидная железа регулирует обмен веществ и энергии, окислительные процессы в митохондриях. От секреции ее гормонов зависит:

- рост и дифференцировка тканей и органов;
- скорость заживления ран;
- формирование правильных пропорций тела;
- и нормальное развитие психики ребенка.

После рождения возрастает роль тироксина, который обеспечивает умственное, физическое и половое развитие.

Гипофункция щитовидной железы в детском возрасте – при недостатке продукции тироксина в 3-6 лет (в том числе связанная с недостатком поступления в

организм йода) приводит к развитию слабоумия (кретинизма) – задержке роста и развития;

- крайняя умственная отсталость;
- непропорциональному строению тела;
- инфантилизму и умственной отсталости.

При гипофункции снижается *обмен веществ*, снижается возбудимость ЦНС, ухудшается работоспособность, нарушается память, понижается температура тела, замедляется частота сердечных сокращений, вялость, повышается масса тела, кожа сухая, отёчная. У детей в период полового созревания наблюдается временная гиперфункция щитовидной железы, что характеризуется повышенной возбудимостью и эмоциональностью.

Резкую реакцию растущего организма вызывает недостаточная функция *паращитовидных желез*, регулирующих кальциевый обмен в организме.

- При их гипофункции содержание кальция в крови падает;
- повышается возбудимость нервной и мышечной тканей;
- развиваются судороги;
- выпадение волос;
- разрушение зубов.

Гиперфункция паращитовидных желез приводит к вымыванию кальция из костей и повышению его концентрации в крови.

- Это приводит к: излишней гибкости костей;
- деформации скелета;
- отложению кальция в кровеносных сосудах и других органах.

Максимальная активность паращитовидных желез наблюдается в перинатальный период и впервые 7 лет, особенно в первые два.

Гормоны коркового слоя надпочечников. Кора надпочечников развивается внутриутробно, перед родами продуцирует все стероидные гормоны. Кора надпочечников регулируют:

- обменные процессы в организме;
- способствуя налаживанию белкового;
- углеводного и жирового обмена.

Их среднесуточная секреция временно снижается в 7-летнем возрасте, но затем снова нарастает вплоть до взрослого состояния.

Катехоламины начинают синтезироваться с 16-й недели внутриутробного развития. К моменту рождения мозговой слой надпочечников развит в меньшей степени, чем корковый. Основной рост мозгового слоя наблюдается в 3–8 лет, а также в период полового созревания.

Усиление роли гормонов мозгового слоя надпочечников (адреналина, норадреналина) и повышение значимости симпатических влияний в организме (т. е. оформление симпатoadреналовой системы) происходит несколько позже — к началу переходного периода.

В развитии процессов роста наряду с соматотропином участвует *гормон поджелудочной железы – инсулин*, который обеспечивает анаболические процессы в организме, накопление углеводных ресурсов.

Нарушение гормональной функции поджелудочной железы встречается уже в детском возрасте, чаще всего в возрасте 6-12 лет, приводя к заболеванию сахарным диабетом.

Этому способствуют:

- нарушения режима и питания детей;
- недостаточность двигательной активности;
- переедание, ожирение.

Избыток инсулина вызывает у детей гипогликемию, порождает чувство голода, слабость и головокружение.

Раннее развитие вилочковой железы (тимуса) обеспечивает высокий уровень иммунитета в организме.

Она влияет на созревание лимфоцитов, рост селезенки и лимфатических узлов.

Предполагают, что тимус помимо продукции тимозина, продуцирует гормональный фактор, тормозящий половое развитие.

Эпифиз. Полагают, что продуцируемый эпифизом мелатонин подавляет секрецию гонадолиберина ФСГ и ЛГ, т.е. тормозит половое созревание. В пубертатном периоде концентрация этого гормона снижается с 220нг/мл до 16нг/мл, а его экскреция с мочой возрастает.

Снижение продукции мелатонина уже наблюдается в 4 – 7 лет.

Недостаточность его продукции приводит к преждевременному половому созреванию.

Половые железы.

Дифференцировка в мужскую половую железу (яичко) или в женскую (яичник) происходит на ранних этапах внутриутробного развития (7 – 8 недель).

Уже на 11–17 неделе у плода мужского пола уровень андрогенов достигает значений характерных для взрослых мужчин (13 нмоль/л).

Благодаря этому происходит развитие:

- полового члена;
- мошонки;
- семявыносящих канатиков;
- а также дифференцировка нейронов гипоталамуса по мужскому типу.

После рождения гормонопродуцирующая активность яичка до начала пубертатного периода заторможена.

С 12 – 13 лет она постепенно возрастает и 16 – 17 годам достигает уровня взрослых. Такой подъем активности вызывает:

- пубертатный скачок роста;
- появление вторичных половых признаков;
- а также рост полового члена;
- яичек;
- а после 15 лет – активирует сперматогенез.

Яичники. В конце внутриутробного развития продуцируются в небольших количествах эстрогены, но они не влияют на формирование половых органов девочки. К моменту рождения масса яичника составляет 5 – 6 г;

- а у взрослой женщины – 6 – 8 г;
- в постменопаузальном периоде – 2 г.

В постнатальном периоде наблюдается три периода активности яичника:

- нейтральный (от рождения до 6 – 7 лет);
- препубертатный (от 8 лет до первой менструации);
- и пубертатный (от момента первой менструации до менопаузы).

Низкий уровень продукции эстрогенов до 8 лет создает возможность для половой дифференцировки нейронов мозга по женскому типу.

В препубертатный период продукция эстрогенов уже достаточна для значительного роста костей в длину (до 10 см в год, против 2–5 обычно), а также для развития вторичных половых признаков.

Постепенно рост продукции эстрогенов приводит к становлению регулярного менструального цикла, что создает возможность для зачатия и вынашивания плода.

### ***Гормональная регуляция роста***

Гипоталамус выделяет два противоположно действующих гормона - рилизинг-фактор и соматостатин, которые направляются в аденогипофиз и регулируют выработку и выделение гормона роста.

Если выработка гормона роста снижена, то ребенок не вырастает и становится *карликом*.

С началом полового созревания в регуляцию ростовых процессов активно включаются половые гормоны, стимулирующие анаболизм белков.

Именно под действием андрогенов происходит соматическое превращение мальчика в мужчину, поскольку под влиянием этого гормона ускоряется рост костной и мышечной ткани.

Повышение концентрации андрогенов во время полового созревания вызывает скачкообразное увеличение линейных размеров тела — происходит *пубертатный скачок роста*.

Однако вслед за этим то же повышенное содержание андрогенов приводит к окостенению зон роста в длинных костях, в результате чего их дальнейший рост прекращается.

В случае преждевременного полового созревания рост тела в длину может начаться чрезмерно рано, но рано и закончится, и в итоге мальчик останется «недомерком».

Андрогены стимулируют также усиленный рост мышц и хрящевых частей гортани, в результате чего у мальчиков «ломается» голос, он становится значительно более низким.

Анаболическое действие андрогенов распространяется на все скелетные мышцы тела, благодаря чему мышцы у мужчин развиты гораздо больше, чем у женщин.

Женские эстрогены обладают менее выраженным, чем андрогены, анаболическим действием.

По этой причине у девочек в пубертатный период увеличение мышц и длины тела меньше, а пубертатный скачок роста слабее выражен, чем у мальчиков.

### ***Гормональная регуляция полового созревания***

Хромосомные наборы мужского и женского организма различаются тем, что у женщин имеется две X-хромосомы, а у мужчин — одна X- и одна Y-хромосома.

Это различие определяет пол зародыша и возникает в момент оплодотворения.

Уже в эмбриональном периоде развитие половой сферы полностью зависит от активности гормонов.

Для того чтобы развились мужские половые органы, необходима гормональная стимуляция со стороны семенников.

Яичник зародыша не является источником гормонального воздействия на развитие половых органов.

Активность половых хромосом наблюдается на очень коротком отрезке онтогенеза - от 4-й до 6-й недели внутриутробного развития и проявляется только в активации семенников.

Никаких различий в дифференцировке других тканей тела между мальчиками и девочками нет, и если бы не гормональное влияние семенников, развитие протекало бы только по женскому типу.

Женский гипофиз работает циклически, что определяется гипоталамическими влияниями.

У мужчин гипофиз функционирует равномерно. Установлено, что в самом гипофизе нет половых различий, они заключены в нервной ткани гипоталамуса и прилежащих ядер головного мозга.

В период между 8-й и 12-й неделями внутриутробного развития семенник должен «сформировать» гипоталамус по мужскому типу с помощью андрогенов. Если этого не произойдет, у плода сохранится циклический тип секреции гонадотропинов даже при наличии мужского набора хромосом XY. Поэтому употребление беременной женщиной половых стероидов на начальных этапах беременности весьма опасно.

Мальчики рождаются с хорошо развитыми экскреторными клетками семенников (клетки Лейдига), которые, однако, деградируют на 2-й неделе после рождения.

Вновь они начинают развиваться только в период полового созревания.

Этот и некоторые другие факты позволяют предположить, что репродуктивная система человека в принципе готова к развитию уже к моменту рождения, однако под влиянием специфических нейрогуморальных факторов этот процесс затормаживается на несколько лет — до начала пубертатных перестроек в организме.

У новорожденных девочек иногда наблюдается реакция со стороны матки, появляются кровянистые выделения наподобие менструальных, а также отмечается активность молочных желез вплоть до секреции молока.

Подобная же реакция молочных желез бывает и у новорожденных мальчиков.

В крови новорожденных мальчиков содержание мужского гормона тестостерона выше, чем у девочек, но уже через неделю после рождения ни у мальчиков, ни у девочек этого гормона почти не обнаруживают.

Однако через месяц у мальчиков содержание тестостерона в крови вновь быстро увеличивается, достигая к 4–7 месяцам половины уровня взрослого мужчины, и сохраняется на таком уровне в течение 2–3 мес, после чего несколько снижается и уже не меняется до начала пубертата.

С чем связан такой инфантильный выброс тестостерона — неизвестно, но есть предположение, что в этот период формируются какие-то очень важные «мужские» свойства.

Процесс полового созревания протекает неравномерно, и его принято подразделять на определенные этапы, на каждом из которых складываются

специфические взаимоотношения между системами нервной и эндокринной регуляцией. Эти этапы английский антрополог Дж. Таннер назвал стадиями, а исследования отечественных и зарубежных физиологов и эндокринологов позволили установить, какие морфофункциональные свойства характерны для организма на каждой из этих стадий.

*Нулевая стадия* – стадия новорожденности. Эта стадия характеризуется наличием в организме ребенка сохранившихся материнских гормонов, а также постепенным регрессом деятельности собственных желез внутренней секреции, после того как родовой стресс закончится.

*Первая стадия* – стадия детства (инфантилизм).

Период от года до появления первых признаков полового созревания расценивается как этап полового инфантилизма, т. е. подразумевается, что в этот период ничего не происходит.

Однако незначительное и постепенное увеличение секреции гормонов гипофиза и гонад в этот период имеет место, и это косвенно свидетельствует о созревании диэнцефальных структур головного мозга.

Развитие половых желез в этот период не происходит потому, что оно тормозится гонадотропин-ингибирующим фактором, который вырабатывается гипофизом под воздействием гипоталамуса и другой мозговой железы — эпифиза.

Однако никакого стимулирующего действия на половые железы гонадотропин-ингибирующий фактор не оказывает.

Ведущая роль в эндокринной регуляции на этом этапе принадлежит гормонам щитовидной железы и гормону роста.

Начиная с 3 лет девочки опережают мальчиков по уровню физического развития, и это сочетается с более высоким содержанием гормона роста у них в крови.

Непосредственно перед пубертатом секреция гормона роста еще усиливается, и это вызывает ускорение ростовых процессов — *препубертатный скачок роста*.

Наружные и внутренние половые органы развиваются малозаметно, вторичных половых признаков нет. Заканчивается эта стадия у девочек в 8-10, а у мальчиков — в 10–13 лет.

Хотя мальчики растут на этой стадии чуть медленнее, чем девочки, большая длительность стадии приводит к тому, что при вступлении в пубертат мальчики оказываются крупнее девочек.

*Вторая стадия* — гипофизарная (начало пубертата).

К началу полового созревания снижается образование ингибитора гонадотропина, а также усиливается секреция гипофизом двух важнейших гонадотропных гормонов, стимулирующих развитие половых желез — фоллитропина и лютропина.

В результате железы «просыпаются» и начинается активный синтез тестостерона.

В этот момент чувствительность половых желез к гипофизарным влияниям существенно увеличивается, и постепенно налаживаются эффективные обратные связи в системе гипоталамус-гипофиз-гонады.

У девочек в этот же период наиболее высока концентрация гормона роста, у мальчиков пик ростовой активности наблюдается позже.

Первым внешним признаком начала пубертата у мальчиков служит увеличение яичек, которое как раз и происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза.

В 10 лет эти изменения можно заметить у трети мальчиков, в 11 – у двух третей, а к 12 годам – практически у всех.

У девочек первый признак пубертата — набухание молочных желез, причем часто чуть раньше начинается увеличение левой железы.

Эта стадия полового созревания заканчивается у мальчиков в 11–12, а у девочек – в 9–10 лет.

*Третья стадия* — стадия активации гонад.

На этом этапе воздействие гипофизарных гормонов на половые железы усиливается, и гонады начинают вырабатывать в больших количествах половые стероидные гормоны.

Одновременно увеличиваются и сами гонады: у мальчиков это хорошо заметно по значительному увеличению размеров яичек.

Кроме того, под суммарным воздействием гормона роста и андрогенов мальчики сильно вытягиваются в длину, растет также половой член, практически достигая к 15 годам взрослых размеров.

Высокая концентрация женских половых гормонов эстрогенов у мальчиков в этот период может приводить к набуханию молочных желез, расширению и усилению пигментации зоны соска и ареолы.

Эти изменения непродолжительны и обычно благополучно проходят без вмешательства через несколько месяцев после появления.

На этой стадии как у мальчиков, так и у девочек происходит интенсивное оволосение лобка и подмышечных впадин.

Заканчивается данная стадия у девочек в 10–11, а у мальчиков в 12–16 лет.

*Четвертая стадия* – стадия максимального стероидогенеза.

Активность гонад достигает максимума, надпочечники синтезируют большое количество половых стероидов. У мальчиков сохраняется высокий уровень гормона роста, поэтому они продолжают интенсивно расти, у девочек ростовые процессы замедляются.

Первичные и вторичные половые признаки продолжают развиваться: усиливается лобковое и подмышечное оволосение, увеличивается размер гениталий. У мальчиков именно на этой стадии происходит мутация (ломка) голоса.

*Пятая стадия* – этап окончательного формирования. Физиологически этот период характеризуется установлением сбалансированной обратной связи между гормонами гипофиза и периферическими железами.

Эта стадия начинается у девушек в 11–13 лет, у юношей – в 15–17 лет.

На этом этапе завершается формирование вторичных половых признаков.

У мальчиков это формирование «адамова яблока», оволосение лица, оволосение на лобке по мужскому типу, завершение развития подмышечного

оволосения. Волосы на лице обычно появляются в следующей последовательности: верхняя губа, подбородок, щеки, шея.

Этот признак развивается позже других и окончательно формируется к 20 годам или позже. Сперматогенез достигает своего полного развития, организм юноши готов к оплодотворению. Рост тела на этой стадии практически останавливается.

У девушек на этой стадии появляется менархе. Собственно, первая менструация и является для девушек началом последней, пятой, стадии полового созревания. Затем в течение нескольких месяцев происходит становление характерного для женщин ритма овуляций и менструаций. Менструация у большинства женщин продолжается от 3 до 7 дней и повторяется каждые 24-28 дней. Цикл считается установившимся, когда менструации наступают через одинаковые промежутки времени, длятся одинаковое число дней с одинаковым распределением интенсивности по дням. Вначале менструации могут продолжаться 7–8 дней, исчезать на несколько месяцев, даже на год. Появление регулярных менструаций свидетельствует о достижении половой зрелости: яичники продуцируют готовые к оплодотворению созревшие яйцеклетки.

Рост тела в длину прекращается на этой стадии у 90 % девушек.

Описанная динамика полового созревания наглядно демонстрирует, что у девочек этот процесс происходит скачкообразно и менее растянут во времени, чем у мальчиков.

### ***Вопросы и задания***

1. В чем состоят различия нервного и гуморального механизмов передачи информации в организме?
2. Какие типы биологически активных веществ имеются в организме человека?
3. Что такое клетка (орган) — мишень для гормонов?
4. Что такое внутренняя и внешняя секреция?
5. Как осуществляется связь нервной и гуморальной регуляции в организме?
6. Перечислите важнейшие железы внутренней секреции человека и их функции.
7. В чем особенности гормонального статуса новорожденного?
8. Какими гормонами регулируются процессы роста?
9. Что такое половое созревание с точки зрения деятельности желез внутренней секреции?
10. Как гормоны участвуют в организации функций в процессе деятельности и адаптации?

## **РАЗДЕЛ 3. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА**

### **ТЕМА 5. ДОШКОЛЬНЫЙ ВОЗРАСТ**

#### ***Рост и физическое развитие***

#### ***Скорость роста.***

Интенсивность ростовых процессов после 3 лет снижается. Пропорции тела продолжают изменяться, ребенок вытягивается, его туловище постепенно становится относительно более узким.

В возрасте 4-5 лет начинают проявляться половые различия в строении тела, хотя еще слабо выраженные.

В период от 5 до 7 лет наблюдается увеличение скорости роста тела в длину (так называемый «полуростовой» скачок), **причем конечности в это время растут быстрее, чем туловище.**

На этом основан так называемый «филиппинский тест»: ребенку дают задание провести руку над головой и коснуться противоположного уха (рисунок 1).

Если полуростовой скачок еще не прошел, ребенок не может дотянуться до уха. Завершение полуростового скачка проявляется в том, что ребенок свободно дотягивается до верхнего края ушной раковины или даже до ее середины на уровне козелка.

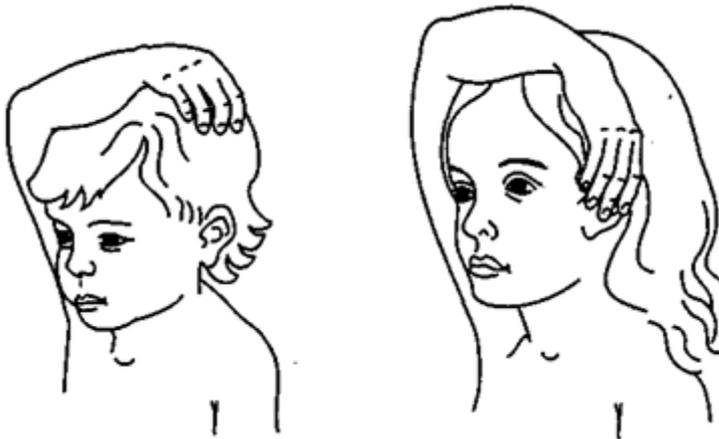


Рис. 1. Филиппинский тест

### **Скелетно-мышечная система.**

Скелет человека выполняет опорную функцию, защищает внутренние органы от различных сотрясений и ударов.

Эту же функцию выполняет череп относительно мозга. В костной ткани ребенка содержится значительное количество воды и только 13% минеральных солей. Это придает костям эластичность и предохраняет их от переломов при частых падениях и ушибах.

**Черепная коробка** достигает к этому возрасту уже 4/5 своего окончательного размера и затем растет крайне медленно.

Сильно начинают изменяться кости, составляющие каркас лица.

**Увеличиваются челюсти**, происходит смена молочных зубов на постоянные. Начало смены зубов, очередность и темп – важнейшие показатели биологического созревания организма (*зубной возраст*).

Начавшись в этом периоде, смена зубов продолжается в течение 4–5 лет, а полностью зубная система формируется к 18–20 годам, когда появляются последние коренные зубы («зубы мудрости»).

**Позвоночный столб** дошкольника состоит в основном из хрящевой ткани. Поэтому он очень податлив и может легко подвергаться искривлениям, например, **при неправильном положении тела во время сидения за столом**, если мебель не соответствует росту ребенка и т. д.

Родители должны учитывать это, чтобы обеспечить нормальное физическое развитие детей.

**Костная система детей до семи лет**, в отличие от взрослых, характеризуется незавершенностью костеобразовательного процесса.

Поэтому необходимо тщательно **оберегать развитие костного скелета, предупреждая возникновение деформаций позвоночника, грудной клетки, костей таза и конечностей.**

**Чрезмерная физическая нагрузка** отрицательно сказывается на развитии скелета, задерживает рост костей и вызывает их искривления. Умеренные по нагрузке и доступные для данного возраста физические упражнения, наоборот, стимулируют рост костей, способствуют их укреплению.

Детям 3-4 лет свойственны **общая статическая неустойчивость тела и ограниченные динамические возможности.**

У детей этого возраста сравнительно большое развитие **верхней части тела, мускулатуры плечевого пояса и мышц-сгибателей.**

В этом периоде отмечается повышенная утомляемость при длительном сохранении одной и той же позы и выполнении однотипных движений.

По-прежнему важно следить за правильной осанкой и обеспечивать профилактику **плоскостопия.**

Упражнения и массаж с использованием жестких и игольчатых покрытий и спортивных снарядов способствует активации **рефлексогенной зоны стоп**, которая оказывает мощнейшее влияние на развитие **скелетных мышц**, проходящих в этом возрасте один из важнейших этапов своего развития. Именно в этот период формируются **три типа мышечных волокон.**

Значительно увеличиваются **сила и быстрота движений** ребенка, в беге появляется **фаза полета** (дети на мгновение отрываются от земли и летят на **расстояние 50-70 см**), совершенствуются **координационные способности**, увеличивается **ловкость и гибкость.**

К моменту завершения **полуростового скачка** созревают **нервные центры, управляющие мышечной координацией**, и ребенок уже с легкостью ловит мяч средних размеров или пытается кидать маленький (теннисный) мячик в цель.

Происходит дальнейшее развитие мышц рук. К **возрасту 5-6 лет** формируются весьма тонкие координационные способности, позволяющие переходить к письму. У детей дошкольного возраста **мышечная система развита еще очень слабо.**

Прежде всего, у них **развиваются и начинают функционировать крупные мышечные группы.**

Причем **мышцы-сгибатели развиты несколько больше, чем разгибатели.** Поэтому дети **3-4 лет** довольно часто принимают неправильные позы – **голова опущена, плечи сведены вперед, спина сутулая.**

К **пяти годам** у ребенка значительно увеличивается мышечная масса (**особенно нижних конечностей**), возрастают сила и работоспособность мышц. Однако дети еще не способны к значительному мышечному напряжению и длительной физической работе.

Работа с **попеременным напряжением и расслаблением мышц** меньше утомляет ребенка по сравнению с той, которая требует **статических усилий** (удержание тела или отдельных его частей в определенном фиксированном положении). Поэтому длительное **стояние или сидение** всегда утомляет ребенка.

**Динамическая работа** способствует активному притоку крови не только к **мышцам, но и костям**, что обеспечивает их интенсивный рост.

Дети, которые **достаточно двигаются**, как правило, **лучше физически развиты** по сравнению с малоподвижными.

Однако наряду с **систематической тренировкой мышечного аппарата ребенка** следует **ограничивать** для него мышечные напряжения, связанные с **длительным сохранением неподвижного положения туловища**. Учитывая быструю утомляемость мышц у дошкольников, нужно избегать чрезмерных физических усилий при выполнении упражнений и во время подвижных игр.

#### ***Работоспособность и устойчивость к нагрузкам.***

Для организма ребенка характерны **генерализованные** физиологические реакции, т. е. в ответ на внешние воздействия организм реагирует **активацией различных физиологических систем**.

Такой способ реагирования весьма **неэкономичен**, связан с быстрым истощением резервов и поэтому не может обеспечивать нормальное функционирование в течение длительного времени. Это проявляется в **быстром утомлении при физических и умственных нагрузках**.

**Нетренированный ребенок** в 6-7 лет способен выдерживать **не более 5-7 мин** сравнительно небольшую физическую нагрузку, мощность которой не превышает 1,5 Вт на 1 кг массы тела – это может быть работа на велоэргометре или бег со скоростью 1,5 м/с. Еще менее устойчивы дети этого возраста к **статическим физическим нагрузкам**. Это, в частности, накладывает большие ограничения на форму учебных занятий: **необходимость неподвижно сидеть за партой, долго сохранять одно и то же положение** тела предъявляет к организму ребенка неадекватные требования.

#### ***Метаболизм и вегетативные функции***

##### ***Обменные процессы.***

Для данного возраста характерен высокий уровень обменных процессов во всех тканях организма. В покое расход энергии организмом ребенка **6 лет достигает 1,8 ккал в расчете на каждый килограмм массы тела в час** (у взрослого 1 ккал/кг/час). Этот сравнительно высокий уровень энергозатрат обеспечивается у детей более **интенсивной работой сердца и дыхания**. Так, в этом возрасте **частота дыхания составляет 25–30** дыхательных циклов в минуту (у взрослых 12–20), частота сокращений сердца 94–98 ударов в минуту (у взрослых около 70).

##### ***Дыхание.***

Отличительной особенностью детей в этом возрасте является преобладание **поверхностного дыхания**. К **седьмому году жизни** в основном заканчивается процесс формирования тканей легких и дыхательных путей.

Однако развитие легких в этом возрасте еще полностью не закончено: **носовые ходы, трахеи и бронхи сравнительно узки**, что затрудняет поступление воздуха в легкие, **грудная клетка ребенка как бы приподнята**, ребра незначительно наклонены, и они не могут **опускаться на выдохе так низко, как у взрослого**, диафрагма расположена высоко, в связи, с чем амплитуда дыхательных движений невелика.

Поэтому дети не в **состоянии делать глубоких вдохов**. Вот почему частота их дыхания значительно превышает частоту дыхания взрослых. Ребенок дышит поверхностно и значительно чаще, чем взрослый:

у детей 3-4 лет частота дыхания – 30 дыхательных циклов в минуту,

5-6 лет – 25 дыхательных циклов в минуту;

у взрослых – 12-20 дыхательных циклов в минуту.

Неглубокое дыхание у детей ведет к сравнительно плохой вентиляции легких и к некоторому застою воздуха, а растущий организм требует повышенной доставки кислорода к тканям. У дошкольников через легкие протекает значительно большее **количество крови, чем у взрослых**. Это позволяет удовлетворить потребность детского организма в кислороде, вызываемую интенсивным обменом веществ.

Повышенная **потребность детского организма в кислороде при физической нагрузке** удовлетворяется в основном за счет **частоты дыхания** и в меньшей мере – изменения **его глубины**.

С трехлетнего возраста ребенка следует приучать **дышать через нос**.

При таком дыхании воздух, прежде чем попасть в легкие, проходит через узкие носовые ходы, где очищается от пыли, микробов, а также согревается и увлажняется. Этого не происходит при дыхании через рот.

Учитывая особенности дыхательной системы дошкольников, необходимо, чтобы они как можно больше находились на свежем воздухе.

Полезны **также упражнения**, способствующие развитию дыхательного аппарата: ходьба, бег, прыжки, передвижение на лыжах и коньках, плавание и др.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) у детей 3-4 лет составляет 400- 500 см<sup>3</sup>, 5-6 лет -800-900 см<sup>3</sup>. В возрасте 6–7 лет происходит интенсивный рост ребер и изменяется их положение. Увеличивающиеся в длину ребра меняют форму грудной клетки, ее передняя часть опускается вниз.

Это оказывает огромное влияние на характер дыхания. Если раньше дыхание было в основном **«брюшное»**, т. е. определялось работой мышц диафрагмы и брюшного пресса, то с этого возраста оно становится **«грудобрюшным»**: межреберные мышцы начинают играть ведущую роль в организации входа и выхода. **Резервный объем вдоха** благодаря происходящим морфологическим перестройкам начинает заметно увеличиваться, что создает благоприятные условия для работы легких, в частности, при физической нагрузке.

**Сердечно-сосудистая система** у дошкольников хорошо приспособлена к требованиям растущего организма. **Сосуды у ребенка шире**, чем у взрослых, и кровь по ним течет значительно быстрее. **Детское сердце** обладает большей жизнеспособностью, потому что оно еще не перенесло различных болезней и лучше питается, благодаря широкому просвету сосудов. В 3-4 года ЧСС колеблется в пределах 85-105 уд/мин.

ЧСС изменяется в зависимости от физиологического состояния организма: **во время сна** уменьшается, а в период **бодрствования** (особенно при эмоциональном возбуждении) **учащается**.

**В 6-7 лет пульс** становится более устойчивым и достигает 78-99 уд/мин. Причем у девочек на **5-7 ударов** больше, чем у мальчиков.

**С целью контроля за физической нагрузкой** во время гимнастических упражнений, подвижных игр, упражнений спортивного характера необходимо

периодически **фиксировать частоту сердечных сокращений** сразу же после выполнения двигательных действий. Нагрузка считается оптимальной, если частота пульса **не превышает 150-180% по сравнению с исходными данными**. В том случае, когда **показатели пульса выше указанной нормы, физическую нагрузку следует снизить** (уменьшить количество повторений упражнений, продолжительность подвижных игр и т. п.).

При этом **кровеное давление** у детей намного ниже, чем у взрослых:

**Артериальное давление** у детей до 7 лет почти не изменяется:

**в 3-4 года** оно составляет **96/58 мм рт. ст.;**

**в 5-6 лет – 98/60 мм рт. ст.**

Систолическое давление у **6-летнего ребенка в норме не превышает 95-105 мм рт. ст.** **Во-первых**, размеры тела детей значительно меньше, следовательно, масса столба крови, давление которого должно преодолевать сердце, примерно в 2 раза ниже. **Во-вторых, периферическое сопротивление току крови** у детей значительно ниже из-за специфических особенностей сосудодвигательных реакций: **тонус сосудов** у детей более постоянен, чем у взрослых, и не может достаточно эффективно регулироваться в зависимости от функциональных потребностей организма.

**Объемная скорость кровотока** в расчете на единицу массы тела у детей примерно **в 2 раза больше**, чем у взрослых, что и обеспечивает кислородом тканевые метаболические процессы.

Продолжительные **физические и психические** напряжения могут отрицательно сказаться на деятельности сердца и привести к нарушению сердечной деятельности.

Поэтому необходимо соблюдать большую осторожность при дозировании физической нагрузки на организм ребенка.

Систематические занятия физическими упражнениями, правильно организованные и проведенные подвижные игры, сильная физическая нагрузка способствуют тренировке сердечно-сосудистой системы и укрепляют её.

Деятельность **сердечно-сосудистой системы** у дошкольников хорошо приспособлена к требованиям растущего организма, а повышенная потребность тканей в снабжении кровью удовлетворяется легко. Количество крови у ребенка относительно больше, чем у взрослого, но путь, который она должна проходить по сосудам, короче, а скорость кровообращения больше.

Нервная регуляция сердца несовершенна, поэтому оно быстро **возбуждается**, ритмичность его сокращений легко нарушается, и сердечная мышца при физической нагрузке довольно быстро утомляется.

Однако при смене деятельности сердце ребенка быстро успокаивается и восстанавливает свои силы. Вот почему во время занятий с детьми физические упражнения нужно разнообразить: чередовать подвижные игры с играми малой двигательной активности и часто давать ребенку кратковременный отдых.

### ***Терморегуляция.***

При **понижении температуры окружающей среды на несколько градусов** ниже комфортного уровня организм взрослого человека реагирует **повышением тонуса кожных сосудов (физическая терморегуляция)**. Это ограничивает ток крови по периферии тела и **уменьшает теплоотдачу с его поверхности**.

Тем самым организм **предотвращает понижение температуры «ядра тела»**, в которое входят жизненно важные органы (сердце, печень, мозг и др.)

Совсем иная реакция наблюдается в аналогичных условиях у ребенка. **Кожные сосуды** почти не изменяют свой тонус, **теплоотдача** начинает возрастать, чтобы компенсировать потери тепла, организм включает **дополнительные источники теплопродукции**. Эта реакция с энергетической точки зрения крайне неэкономична, хотя она также обеспечивает поддержание постоянства температуры внутренней среды организма.

У взрослых реакция такого типа возможна лишь в условиях резкого и длительного охлаждения и знакома каждому по появляющимся приступам мышечной дрожи.

С **6-летнего** возраста начинается быстрое совершенствование **сосудодвигательных** реакций периферических, в том числе кожных сосудов.

Поэтому именно в этом возрасте особенно эффективны разнообразные закаливающие процедуры.

Смысл подобных процедур заключается в том, чтобы холодовой нагрузкой на организм приучить его реагировать наиболее экономичным образом на снижение температуры окружающей среды.

Закаливающие процедуры обычно начинают с тренировки именно **сосудов рук и ног** (мытьё ног холодной водой) и лишь постепенно переходят к обливанию всего тела.

На начальных этапах закаливания температура воды должна быть **на 7-10 °С ниже термонейтральной (т. е. 20–23 °С)**, в дальнейшем, по мере развития закаленности, температуру воды можно существенно понижать.

### ***Иммунитет.***

**Поскольку в основном простудная** инфекция проникает в организм через верхние дыхательные пути, для повышения устойчивости организма очень важно, чтобы сохранялась высокая активность **лимфоцитов** – клеток крови, предназначенных для борьбы с болезнетворными микробами.

Снижение **температуры слизистой носа** нарушает нормальную активность лимфоцитов, и микробы на стадии проникновения в организм оказываются победителями в этой «войне». У **закаленного же человека** даже значительное охлаждение не снижает активности лимфоцитов, и болезнетворные микробы погибают уже на подступах к организму. В **возрасте 5-6 лет созревает неспецифический клеточный иммунитет**. Формирование собственной системы неспецифической гуморальной иммунной защиты завершается примерно на 7-м году жизни, после чего простудная заболеваемость детей заметно снижается.

### ***Двигательная деятельность.***

Развитие движений у **детей 3–7 лет** связано с созреванием мозга и всех его структур, участвующих в регуляции движений, совершенствованием связей между **двигательной зоной и другими зонами коры**, изменением **структуры и функциональных возможностей** скелетных мышц.

В период **от 3 до 6–7 лет** совершенствуется и становится более устойчивой структура локомоций и перемещений рук при игровых и бытовых ситуациях. Однако вплоть до 7 лет биодинамику движений верхних и нижних конечностей у детей отличает наличие лишних колебаний и неравномерность изменений скорости и ускорения.

В этом возрасте еще отсутствует зависимость между темпом ходьбы и длиной шага, **длина шагов непостоянна**, начинается развитие **содружественных движений рук и ног**.

С 4 лет дети сравнительно легко, без ошибок выполняют **попеременные движения ногами**. В то же время им с трудом удаются **прыжки**, предполагающие синхронную работу обеих ног.

Период 4-7 лет является этапом активного освоения и совершенствования новых инструментальных движений, в том **числе и действий карандашом и ручкой**.

В 3,5-4 года ребенок уже умеет **держатъ карандаш и довольно свободно манипулировать им**.

К этому возрасту совершенствуются **координация движений и зрительно-пространственное восприятие**, и это позволяет детям хорошо копировать. Они умеют передавать **пропорции фигур**, ограничивать протяженность линий и рисовать их относительно параллельными.

Рисунки детей этого возраста разнообразны по сюжетам; дети не только рисуют, но **пытаются писать буквы**, подписывая свои рисунки. В 5 лет хорошо выполняются **горизонтальные и вертикальные штрихи**. В 6 лет дети хорошо копируют простейшие геометрические фигуры, соблюдая их размер, пропорции.

Фактически в этом возрасте детям доступны любые **графические движения, любые штрихи и линии**. Регулярные занятия детей рисованием совершенствуют движения, **тренируют зрительную память и пространственное восприятие**, создают основу для успешного обучения письму. От 4 к 7 годам снижается число упражнений, необходимых для формирования нового двигательного действия.

В 6-7 лет начинается освоение одного из самых сложных двигательных навыков – **письма**.

Трудность формирования этого навыка связана не только со сложностью самого двигательного действия, но и с **несформированностью мелких мышц кисти и пальцев**, незавершенностью **окостенения костей запястья и фаланг пальцев**, несовершенством **нервно-мышечной регуляции**.

#### ***Структурно-функциональная организация мозга.***

Основная дифференцировка нервных клеток происходит до 3 лет и к концу **дошкольного возраста** почти заканчивается.

В период от 3 до 5-6 лет наблюдается **специализация нейронов**, их **типизация в проекционных и ассоциативных областях коры**. Самым существенным моментом структурного созревания коры больших полушарий к 5-6 годам является **усложнение системы связей по горизонтали** как между нейронами близко расположенных ансамблей, так и между **разными областями коры**.

Это происходит за **счет роста в длину и разветвления базальных дендритов** и развития боковых терминалей апикальных дендритов.

Одновременно значительные изменения претерпевают и **межполушарные связи**: к 6-7 годам **формируется мозолистое тело**, соединяющее оба полушария.

Все процессы в организме направляются и контролируются центральной нервной системой.

В соответствии с физиологическим учением И. П. Павлова процесс сложного приспособления организма к внешней среде осуществляется корой головного мозга, прежде всего через условно-рефлекторную деятельность.

Основной формой проявления деятельности высшей нервной системы является рефлекс.

Первую группу рефлекторных реакций составляют безусловные (врожденные) рефлексы. У детей это прежде всего пищевой, защитный и ориентировочный. Они обеспечивают ребенку примитивное приспособление к окружающей среде.

Важно учитывать также еще одну существенную особенность ЦНС ребенка – способность **сохранять следы тех процессов**, которые в ней происходили. Отсюда становится понятным способность детей к быстрому и легкому **запоминанию показанных им движений**.

Однако для закрепления и совершенствования усвоенного **необходимы многократные повторения**. Об этом не следует забывать при формировании у дошкольников новых **двигательных навыков**.

Большая возбудимость, реактивность, а также высокая пластичность нервной системы у детей способствует лучшему, а иногда и более быстрому, чем у взрослых, освоению довольно сложных двигательных навыков – **ходьбы на лыжах, фигурного катания на коньках, плавания и др.**

Причем правильное формирование двигательных навыков у дошкольников с самого начала имеет большое **значение, так как исправлять их очень трудно**.

Физические упражнения тонизируют организм ребенка. Благодаря им усиливается кровообращение, улучшается деятельность органов дыхания и обмен веществ.

Нервная система **в дошкольном возрасте развита лучше, чем у детей до 3 лет**. В этом периоде заканчивается **созревание нервных клеток в головном мозге**, который по внешнему виду и весу приближается к мозгу взрослого, но сама нервная система еще слаба. Поэтому надо избегать чрезмерного утомления, так как процессы **возбуждения** в этом возрасте преобладают над процессами **торможения**.

#### ***Формирование системы восприятия информации.***

В 3-4 года еще сохраняется тесное взаимодействие **зрительного восприятия и двигательных действий**. Практические манипуляции с объектом (схватывание, ощупывание), присущие младенческому возрасту, являются необходимым фактором зрительного опознания.

К концу дошкольного возраста зрительное и осязательное обследование предмета становится более организованным и систематичным.

Установлено, что у детей 3–4 лет вероятность узнавания сложных, **незнакомых ребенку предметов находится на уровне случайности (50 %)**.

В **4-5-летнем** возрасте достигаются более высокие показатели узнавания.

В **5-6 лет система** восприятия переходит на качественно иной уровень. Вероятность узнавания **объекта достигает 100 %**.

Дети при первом ознакомлении с новым предметом прослеживают по контуру всю фигуру, как бы создавая внутреннюю модель формы.

К 6-7 годам происходят существенные изменения в системной организации зрительного восприятия, отражающие прогрессивное созревание нейронного аппарата коры больших полушарий и возрастающую специализацию корковых зон.

### ***Вопросы и задания***

1. Какие изменения ростовых процессов происходят в дошкольном возрасте?
2. Охарактеризуйте особенности функционирования физиологических систем в дошкольном возрасте, обеспечивающих сохранение гомеостаза.
3. Охарактеризуйте изменения в мышечной системе в дошкольном возрасте. Как они влияют на двигательные возможности ребенка?
4. Каковы возможности дошкольников в организации и управлении движениями?
5. Какие факты свидетельствуют о существенных психофизиологических преобразованиях к концу дошкольного возраста?
6. Какие новообразования в старшем дошкольном возрасте обуславливают готовность ребенка к школе?

## **ТЕМА 6. МЛАДШИЙ ШКОЛЬНЫЙ ВОЗРАСТ**

Младший школьный возраст или второе детство: для девочек 8-11 лет, для мальчиков 8-12 лет.

В этот период организм ребенка продолжает расти и развиваться.

После завершения полуростового скачка и до начала пубертатного скачка отмечаются самые низкие темпы роста длины и массы тела, продолжает снижаться относительное содержание подкожного жира.

По пропорциям тела ребенок уже очень похож на взрослого, хотя по сравнению с полностью сформированными юношами и девушками его ноги еще относительно короче

- у мальчиков более узкие плечи,
- а у девочек – бедра.

Прирост тотальных размеров тела (роста, веса, окружности грудной клетки) в этом возрасте протекает плавно. За год длина тела увеличивается в среднем на 4-5 см,

вес – на 2-3 кг,

окружность грудной клетки – на 2-3 см.

До 10 лет мальчики и девочки растут почти одинаково.

Однако рост мальчиков с 7 лет увеличивается преимущественно за счет длины ног, а у девочек – в большей мере за счет длины туловища.

С 8 до 10 лет у девочек интенсивно увеличиваются размеры таза.

В младшем школьном возрасте продолжается развитие *скелета*.

К 7-8 годам трубчатые кости приобретают строение, свойственное взрослым. Позвоночник до 9-10 лет сохраняет очень большую гибкость (особенно в грудном отделе), которая обуславливается высокой эластичностью и относительно большой высотой межпозвоночных дисков.

Характерные изгибы позвоночника в этот период продолжают устанавливаться, и еще далеки от своего постоянства.

Поэтому в этом возрасте столь важно обращать внимание на осанку: в случае ее нарушения исправить положение дел в дальнейшем будет значительно сложнее. В этом плане очень важно удержание гигиенически правильной позы.

Развивающееся плоскостопие в этот период еще можно преодолеть с помощью специальных упражнений и массажа. Не завершено еще и окостенение.

Также у детей продолжают формироваться кости кисти и пальцев, поэтому им сложно даются мелкие и точные движения этими частями тела, работа ими их очень сильно утомляет.

Только к 9-10 годам заканчивается окостенение фаланг пальцев, а к 10-12 годам – костей запястья.

В 9-11 лет окостеневает локтевой отросток лучевой кости. Реберно-ключичный сустав появляется в 11-12 лет.

Сроки завершения процесса окостенения этих частей скелета заслуживают особого внимания, так как выполнение многих гимнастических и акробатических упражнений связано со значительной нагрузкой на руки и плечевой пояс.

Кости таза к 7-8 годам начинают только срастаться и при резких сотрясениях возможно их смещение.

В связи с этим опасны прыжки с большой высоты, особенно с приземлением на полную стопу или твердую поверхность.

Абсолютные размеры черепа практически уже не отличаются от размеров черепа взрослых, причем черепные кости полностью сращены. Продолжается смена молочных зубов на постоянные.

Первыми в возрасте 6-7 лет выпадают и меняются резцы, а также прорезывается 1-й большой моляр. Далее сменяются клыки (9-11 лет), затем малые коренные (10–11 лет), и к началу полового созревания не прорезавшимися обычно остаются только 2-й малый коренной и 2-й большой моляр.

С 8-10 лет начинается усиленное развитие *мускулатуры*.

К 8 годам вес мышц по отношению к весу тела составляет около 27%. Возрастает в этот период мышечная сила (сила мышц рук увеличивается примерно в два раза, становая сила у мальчиков на 10 – 15 %, а у девочек на 20 – 30%). Но в целом мышечная система у детей этого возраста развита еще слабо.

По своему составу, строению, сократительным свойствам мышцы младших школьников еще существенно отличаются от мышц взрослых. Мышечная ткань у детей нежнее, чем у взрослых, она богата водой и бедна белковыми веществами и жирами.

Мышцы детей более эластичны и могут в большей степени укорачиваться и удлиняться при сокращении и расслаблении. Рост мышечных волокон в эти годы происходит неравномерно: степень зрелости различных мышечных волокон в одной и той же мышце неодинакова. Быстрее развиваются крупные мышцы – мышцы нижних конечностей, туловища, плечевого пояса. Мелкие мышцы, например, мышцы кисти, развиваются позднее.

В связи с этим младшим школьникам трудно даются мелкие движения, требующие большой точности.

В возрасте 7-10 лет наблюдается ускоренное развитие *двигательного анализатора* в коре головного мозга.

В 7 лет объем корковых полей двигательного анализатора составляет около 80% от объема взрослых, а объем подкорковых образований – около 95%. Лабильность нервно-мышечной системы достигает показателей взрослого человека к 8-10 годам.

*Формирование произвольных движений.*

Возраст 7-11 лет можно считать оптимальным для формирования произвольных движений.

К 7 годам заметно расширяются связи двигательной области головного мозга с одним из важных центров регуляции движений – мозжечком и подкорковыми образованиями, в частности с красным ядром.

К этому возрасту морфологически корковый отдел двигательного анализатора ребенка соответствует взрослому человеку. Достигает значительной зрелости и рецепторный аппарат двигательной системы.

Морфологическое дозревание двигательной коры мозга завершается в период от 7 до 12-14 лет. К этому же возрасту полностью развиваются чувствительные и двигательные окончания мышечного аппарата.

Возраст 7-11 лет является новым этапом в формировании акта ходьбы. Показатели структуры шага и ходьбы близки к показателям взрослых. Темп ходьбы равномерный, длина шага стабильна, ускорение темпа связано с удлинением шага.

По мере совершенствования навыка более значимой в регуляции движений становится проприоцептивная информация.

С 7 лет проприоцепция уже играет определенную роль в текущей коррекции произвольных движений и выработке пространственной программы движения, однако зрительный контроль остается ведущим звеном коррекции. В 11 лет происходит окончательное освоение растущим организмом более совершенного физиологического механизма программирования движений, обеспечивающего возможность предварительного учета не только пространственного, но и временного фактора – механизма центральных команд.

Очень важный момент в онтогенетическом развитии центрального механизма управления движениями отмечен у 9-летних детей: появление первичных (предварительных) коррекций.

Это не просто выработка пространственной программы движения, что наблюдалось уже у детей 7-летнего возраста, а программирование движения и в пространстве, и во времени.

В 11 лет этот механизм можно считать освоенным. Например, продолжительность выполнения отдельных движений при письме сокращается почти в 3 раза.

Однако механизм центральных команд у детей этого возраста еще далек от совершенства.

*Метаболизм и вегетативные функции*

*Обменные процессы* в этом возрасте достаточно стабильны.

Обмен веществ по сравнению с предыдущим возрастом снижается и составляет 1,4 ккал на 1 кг массы тела в час в покое.

В повседневной деятельности обменные процессы протекают примерно в 2 раза быстрее, чем в покое.

За сутки организм ребенка в среднем расходует 1800 ккал.

Детальное изучение индивидуальных особенностей метаболизма и потребности в пище показывает, что у разных детей в этом возрасте потребности в энергии могут составлять от 1000–3000 ккал/сут.

Столь большие индивидуальные различия появляются после завершения полуростового скачка.

Именно на этих различиях базируется необходимость выявления рациональных норм питания.

Практика показывает, что далеко не всегда количество необходимой пищи совпадает с количеством потребляемой пищи.

Чаще всего такое несоответствие возникает как результат неадекватных пищевых привычек, возникших под влиянием взрослых.

Именно в этом возрасте начинает отчетливо проявляться избыточный вес, связанный с тем, что излишек потребляемой с пищей энергии не используется в обменных процессах, а откладывается в виде жира.

На возраст 8-9 лет приходятся важные преобразования функций пищеварительной системы, в первую очередь механизмов регуляции желудка и печени. Нарушения в режиме питания, несоблюдение основных правил при выборе пищевых продуктов и их приготовлении – все это может привести к хроническим заболеваниям желудочно-кишечного тракта.

Возрастные особенности моторики в значительной мере обуславливаются функциональными возможностями *вегетативных систем организма*.

Необходимо учитывать, что возрастное развитие двигательной и вегетативных функций происходит не параллельно. Регуляторные механизмы деятельности вегетативных органов и систем отстают в своем онтогенетическом развитии от быстро прогрессирующей с возрастом способности к произвольному управлению моторикой.

Работоспособность детей, приспособляемость их организма к физическим нагрузкам в значительной степени определяется состоянием *сердечно-сосудистой и дыхательной систем*.

Сердце и кровеносные сосуды развиваются неравномерно, их размеры относительно друг друга и организма в целом у детей иные, чем у взрослых. В 10-11 лет наблюдается наименьшая относительная величина веса сердца на 1кг веса, т.е. в этот период вес сердца особенно отстает от общего веса тела.

С 11-12 лет относительный вес сердца начинает увеличиваться. Иннервационный аппарат сердца к 7-8 годам морфологически уже полностью сформирован, однако сердечная мышца еще продолжает свое развитие и сила ее сокращений сравнительно невелика. При относительно небольшом ударном объеме сердца минутный объем у детей почти равен минутному объему взрослого человека.

Это достигается за счет большого числа сердечных сокращений в единицу времени (80 – 90 ударов в минуту).

Максимальная частота сокращений сердца у детей этой возрастной группы по-прежнему достигает 200–210 уд/мин.

В то же время в покое у мальчиков 7 лет она составляет 91,2 уд/мин, а к 10 годам снижается до 78,7 уд/мин.

Систолическое давление крови в 7 – 8 лет примерно равно 100 мм рт. ст.; диастолическое – 65 мм рт. ст.

В последующие годы артериальное кровяное давление повышается.

Объясняется это дальнейшим относительным сужением просвета сосудов по отношению к емкости сердца.

Большая частота сердечных сокращений и большая скорость кругооборота крови обеспечивают у детей большее кровоснабжение тканей, чем у взрослых.

Несмотря на то, что сердце ребенка способно сравнительно легко приспособливаться к различным режимам работы и относительно быстро восстанавливать свою работоспособность, деятельность его неустойчива из-за несовершенства регуляторных механизмов.

Различные факторы, в том числе и непосильные физические упражнения, легко могут стать причиной нарушения ритма сердечных сокращений, резких колебаний пульса и кровяного давления. Чрезмерные физические и психические напряжения могут привести к функциональным расстройствам сердечной деятельности, к повреждению мышцы и клапанного аппарата сердца.

Органы дыхания в младшем школьном возрасте продолжают развиваться.

Особенности строения грудной клетки

Менее наклонное положение ребер, более развернутый реберный угол, относительно слабо развитая дыхательная мускулатура, очень нежные и функционально еще незрелые ткани легких препятствуют осуществлению глубоких дыхательных движений. Дыхание у младших школьников поверхностное и относительно частое (20 – 25 дыхательных движений в минуту). Мальчики в этом возрасте имеют несколько большую жизненную емкость легких (на 0,1 – 0,2 л), чем девочки, и более высокий жизненный показатель (отношение жизненной емкости легких к весу тела).

При физической нагрузке повышенная потребность организма в кислороде удовлетворяется у детей главным образом за счет увеличения частоты дыхания при незначительном увеличении его глубины.

Малая эффективность работы дыхательного аппарата компенсируется у детей большим по сравнению с взрослыми количеством крови, протекающим через легкие за единицу времени.

Постановка правильного рационального дыхания является одной из важных задач физического воспитания младших школьников.

Лучшим средством развития дыхательного аппарата являются физические упражнения, способствующие равномерному и глубокому дыханию. К таким упражнениям, прежде всего, относятся циклические движения – ходьба, бег, а также упражнения гигиенической гимнастики.

Высокая потребность в кислороде характерна не только для мышечной ткани, но и для тканей внутренних органов и мозга.

Так, мозг ребенка в этом возрасте примерно в 2 раза интенсивнее потребляет кислород, чем мозг взрослого, и это обеспечивается соответствующим кровоснабжением. У детей выше интенсивность окислительных процессов также

в печени, желудочно-кишечном тракте, почках и других органах. Повышенная потребность органов и тканей детского организма в кислороде обуславливает своеобразную организацию функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Хотя экономичность работы кровообращения и дыхания в младшем возрасте еще не так велика, как у взрослых, их согласованность очень высока.

В младшем школьном возрасте совершенствуется и терморегуляция.

Формируются механизмы физической терморегуляции, т. е. способность организма поддерживать постоянство температуры тела не за счет производства добавочного тепла, а за счет ограничения теплоотдачи через поверхность кожи. К 11 годам у ребенка этот механизм настолько сформирован, что по своей эффективности мало отличается от подобного механизма у взрослого.

В возрасте 6-7 лет у детей происходит завершение созревания лобного отдела больших полушарий. Это создаёт возможность для осуществления целенаправленного произвольного поведения, планирования действий. К семи годам возрастает подвижность нервных процессов, но процессы возбуждения преобладают.

Это определяет такие характерные особенности детей, как непоседливость, повышенную эмоциональную возбудимость.

Ребенок открыт к воздействию неблагоприятных факторов. При этом изменяется уровень нервно-психического реагирования ребенка на различные "вредности".

В возрасте 6-11 лет есть свои особенности в организации движения. Намного проще детям выполнять размашистые, крупные движения, мелкая техника даётся им очень тяжело. Объясняется это тем, что мышечное развитие и способы управления им происходят не одновременно. Развитие крупных мышц происходит быстрее, чем развитие мелких.

Несмотря на то, что у детей растет физическая выносливость, на психологическом уровне они не могут долго концентрировать внимание на чём-то одном, не умеют ещё сосредотачиваться, в результате чего интерес быстро угасает, и они очень быстро утомляются.

Вместе с тем дети в этом возрасте очень ранимы.

Младший школьный возраст характерен тем, что педагог является авторитетом для ребенка (к примеру, в подростковом возрасте эту нишу занимают сверстники). Поэтому педагог должен тщательно взвешивать свои слова, обращенные к ребенку во избежание зарождения комплексов и обид.

Также дети 7-11 лет ещё не обладают высокой работоспособностью.

Поэтому урок не должен быть эмоционально перенасыщен, а также объём заданного материала должен быть ограничен физическими возможностями детей.

Ребенок уже может сосредоточено заниматься одним видом деятельности от 10 до 20 минут.

Формирование процесса восприятия.

У детей 6-7 лет правое полушарие, как и у взрослых, осуществляет полное описание объектов; левое полушарие в процессе категоризации функционирует подобно правому.

Механизмы, обуславливающие присущую взрослым полушарную дихотомию процесса категоризации, созревают в течение длительного периода индивидуального развития за пределами младшего школьного возраста.

В 7-8 лет механизмы произвольного и непроизвольного внимания являются незрелыми. С 9-10 лет непроизвольное внимание сформировано на уровне взрослого человека.

На протяжении младшего школьного возраста интенсивно формируются механизмы произвольного внимания.

К концу дошкольного периода по мере прогрессивного созревания лобных областей ребенок способен осуществлять простейшее планирование (ставить цели и задачи) и управлять своими действиями. Однако эта способность носит еще нестойкий характер, подобного рода деятельность, организованная с помощью внимания, легко вытесняется интересными более привлекательными занятиями.

## **ТЕМА 7. ПОДРОСТКОВЫЙ И ЮНОШЕСКИЙ ВОЗРАСТ**

Чем определяется столь значительное влияние полового созревания на организм подростка?

Запускающим звеном этого процесса является гипоталамус.

Как уже отмечалось, гипоталамус, образующий с гипофизом единую гипоталамо-гипофизарную систему, является не только важнейшей структурой регуляторной системы мозга, с которой связаны высшие нервные функции и психические процессы, но и центром нейроэндокринной регуляции физиологических систем, обеспечивающих гомеостазис.

Естественно, что резкое повышение активности гипоталамуса на начальном этапе полового созревания обуславливает резкие изменения в функционировании организма.

Чрезмерная активность гипоталамуса на начальных стадиях полового созревания заключается в специфической связи гипоталамуса с другими железами внутренней секреции.

В зрелом организме гормоны, выделяемые периферическими эндокринными железами, оказывают тормозящее влияние на высшее звено эндокринной системы.

Это так называемая отрицательная обратная связь, которая играет важную роль в эндокринной функции.

На начальных этапах полового созревания незрелость периферических половых желез и отсутствие их тормозящего влияния является основным фактором, определяющим чрезмерную активность гипоталамуса.

По мере созревания этих желез и формирования механизмов саморегуляции в эндокринной системе происходит нормализация активности гипоталамуса и соответственно исчезает его отрицательное воздействие на организм подростка.

Начало полового созревания приходится у девочек и мальчиков на разный календарный возраст:

Половое созревание подростков начинается у мальчиков в 13-16 лет, у девочек 12 – 15 лет и длится 2–3 года.

В 15–16 лет происходит усиленное развитие эндокринной системы, оказывающей влияние на функции головного мозга. Усиливается и деятельность

половых желез, а также щитовидной железы, гормоны которой являются фактором роста.

Физическое развитие в период полового созревания изменяется значительно.

Начало пубертатного периода можно заметить по изменению темпов роста и пропорций тела.

Если в предпубертатном периоде темпы роста были сравнительно низки, а удлинение тела происходило в основном за счет туловища, то с началом этого периода ускоряется.

В первую очередь увеличивается длина рук, затем ног.

С 13–14 лет происходит активный рост в длину. Годичные прибавки роста достигают 8 см, а в отдельных случаях 12–15 см.

Вес также увеличивается (до 14–15 лет на 1–2 кг, а затем до 18 лет на 8 кг и более в год).

С возрастом увеличивается число миофибрилл, составляющих мышцы.

У новорожденных в каждом мышечном волокне содержится 50–120 миофибрилл.

К 7 годам их количество возрастает в 15–20 раз. Бурно возрастает мышечная масса между 15 и 17 годами – более, чем на 10 %.

Мышцы удлиняются и утолщаются одновременно в основном за счет увеличения диаметра существовавших волокон – гипертрофии (90%) и образования новых – гиперплазии (10 %).

В дальнейшем мышцы увеличиваются в зависимости от интенсивности и объема двигательной активности.

К 15 годам вес мышц достигает 32,6% общего веса, значительно возрастает сила мышц рук.

Костная система особенно интенсивно развивается в связи с ростом тела в длину.

Более всего растут кости нижних конечностей.

Увеличение темпов роста продольных размеров тела обусловлено тем, что главная железа внутренней секреции – гипофиз наряду с гонадотропинами начинает в большом количестве секретировать гормон роста – соматотропин.

Этот гормон активизирует ростовые процессы и энергетическое обеспечение организма.

Под его действием увеличивается использование жировых депо для энергетических нужд:

подросток худеет, толщина подкожного жирового слоя у мальчиков заметно уменьшается.

Это проявляется даже у подростков, имеющих избыточное жиросложение.

В этот период наиболее эффективны разнообразные корректирующие воздействия, направленные на нормализацию жирового обмена и снижение избыточного веса.

Однако количество жировых клеток при этом не изменяется, они только теряют часть накопленного жира и уменьшаются в объеме.

Поэтому не следует обольщаться успехом тех мер, которые принимаются для нормализации массы тела в этом возрасте: они могут быть временными.

Если внимание к этому в дальнейшем будет ослаблено, то жировые депо по завершении полового созревания вновь быстро будут заполняться жиром, и проблема избыточного веса встанет с новой силой.

Чтобы этого не допустить, необходимо раннее и обязательно систематическое проведение мероприятий, не допускающих избыточного жираотложения (рациональная диета, регулярные физические нагрузки, закаливание).

Наступают изменения и в сердечно-сосудистой системе.

Начиная с 12–14 лет повышается двигательная деятельность, вызывая усиленное развитие сердца.

Увеличение размеров туловища сопряжено с повышением темпов роста грудной и брюшной полостей.

Быстро растут сердце и легкие, увеличиваются жизненная емкость легких и ударный объем сердца.

Несмотря на снижение частоты сокращений сердца почти до уровня взрослых (70 уд/мин), объемная скорость кровотока в этот период увеличивается.

Это создает возможность для снабжения органов и тканей кислородом при их напряженной работе.

Так, именно в эти годы при мышечной работе отмечаются самые высокие значения максимального потребления кислорода (в расчете на 1 кг массы тела) за весь период индивидуального развития.

Продолжается развитие легких, их жизненная емкость приближается к уровню таковой у взрослых.

Увеличивается диаметр и длина трахеи и бронхов. Существенные изменения происходят у мальчиков в строении гортани: развивается система гортанных хрящей и голосовых связок.

У них эта перестройка выражена гораздо сильнее, чем у девочек, так как важнейшим регулятором ростовых процессов в гортани является мужской половой гормон — тестостерон.

Результат этих морфологических изменений заметен по мутации голоса:

у мальчиков-подростков появляются низкие обертоны и постепенно вытесняются высокие детские тоны.

К 15 годам сердце увеличивается почти в 15 раз по сравнению с сердцем новорожденных.

В период полового созревания темп роста сердца превышает темп роста кровеносных сосудов.

Артериальное давление повышается в результате сопротивления относительно узких сосудов.

В 12 лет систолическое АД равно в среднем 103 мм рт. ст.,

диастолическое – 62 мм рт. ст., а в 15 лет соответственно 110 и 70 мм рт. ст.

Один из показателей сердечной деятельности – частота сердечных сокращений (ЧСС).

С возрастом и в результате занятий спортом ЧСС уменьшается.

Так, в 13 лет пульс равен в среднем 80 уд/мин,

к 14–15 годам снижается до 70–75 и к 16–17 годам – до 65–75 уд/мин, к 16–17 годам до 65.

Обратно пропорционально изменяется ударный объем крови, количество крови, выбрасываемой за одно сокращение сердца.

Так, если в 7 лет он равен 23 мл,

а в 12 лет – 41 мл,

то у взрослого – 60–70 мл, поэтому следует учитывать, что функциональные резервы сердца у подростков и многих юношей меньше, чем у взрослых.

У подростков нередко происходят нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы. Такие нарушения могут быть вызваны несоответствием между массой тела, длиной кровеносных сосудов и размерами сердца.

Нарушения эти нередко обуславливаются высокой подвижностью и быстрой утомляемостью центральной нервной системы подростков. Неустойчивость сердечно-сосудистой системы подростков и различные функциональные нарушения в деятельности сердца требуют осторожного подхода к выбору упражнений и величины нагрузки в ходе учебно-тренировочного процесса.

Состав крови у подростков иной, чем у взрослых: меньше гемоглобина (73–84%), больше лейкоцитов и лимфоцитов.

ЧД у подростков составляет в среднем 19–20 в минуту. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) нарастает с 1900 см<sup>3</sup> в 12 лет до 2700 см<sup>3</sup> в 15 лет.

Увеличение объемной скорости кровотока приводит к усилению тока крови через кожные сосуды.

При этом заметно повышается температура кожи, особенно конечностей.

Однако расширение сосудов кожи снижает возможности физической терморегуляции, и для поддержания постоянства температуры тела необходимо увеличение производства тепла, т. е. использование химической терморегуляции.

Этот способ поддержания температурного баланса организма менее экономичен, и в регуляции температурного гомеостаза происходит регресс, что в свою очередь ограничивает эффективность закалывающих процедур и может привести к более частому возникновению простудных заболеваний.

Глубокие перестройки, происходящие в сердечно-сосудистой системе, повышают риск появления вегетососудистых дистоний и подростковой гипертонии. Это необходимо учитывать при определении школьной нагрузки подростков.

Окостенение скелета подростков далеко не закончено; из-за податливости костей усилия, постоянно действующие на скелет при выполнении физических упражнений, могут деформировать его и привести к нарушениям осанки.

Процесс окостенения протекает неравномерно. Формирование костной ткани завершается только к 20–25 годам.

Нужно ограничить те упражнения, которые способствуют чрезмерному развитию силы, так как это может задержать рост костей в длину.

Преподаватель должен стремиться устранить сутулость юных спортсменов, пользуясь специальными упражнениями для исправления осанки.

В возрасте 15–16 лет дыхание бывает более поверхностным, поэтому надо содействовать увеличению его глубины.

Изменения скорости, силы, выносливости, ловкости в процессе развития организма не происходят параллельно.

В детском, подростковом возрастах особенно интенсивно развивается скорость, а в зрелом – выносливость и сила. На их развитие влияют занятия спортом.

Скорость движений с возрастом нарастает постепенно, но неравномерно. В 8-9 лет нарастание ее очень медленное, в 10-12 лет более интенсивное, а в 13-14 лет опять замедляется. Наибольший темп нарастания скорости бывает в 15–16 лет и достигает максимума к 20-25 годам. Приступать к тренировкам на скорость можно по достижении хорошей общей физической подготовленности.

При систематических тренировках скорость возрастает в среднем на 30-60% и только в отдельных случаях на 100%.

Приспособляемость организма подростков и юношей к упражнениям на выносливость недостаточна: она гораздо меньше, чем у взрослых.

Нарастание силы происходит постепенно. Значительный прирост отмечается в конце периода полового созревания, когда за 2–3 года сила увеличивается на 12%.

Ловкость развивается и становится достаточно выраженной к периоду полового созревания.

К концу завершения интенсивного роста тела в длину налаживаются координационные связи коры головного мозга с двигательным аппаратом и восстанавливается ловкость.

Разносторонняя тренировка приводит к лучшим результатам в развитии скорости, силы и выносливости, чем односторонняя тренировка, направленная, например, на достижение выносливости.

Согласно современной возрастной классификации юношеский возраст определяется временной нишей в пределах от 17 лет до 21 года.

Этот период следует непосредственно за подростковым, который является критическим, и характеризуется интенсивными морфофункциональными и психофизиологическими перестройками организма и адаптационными проблемами.

Многие биологические и социальные проблемы подросткового возраста переходят в «наследство» к представителям юношеского возраста.

**Особенности физического развития.**

К периоду юношеского возраста скелет достигает размеров, приближающихся к размеру скелета взрослого человека.

Но его развитие в этот период продолжается и заканчивается к 20-24 годам у мужчин и на 2-3 года раньше у женщин.

Эти особенности развития прежде всего касаются позвоночника.

Фиксация естественных изгибов позвоночника происходит в 12-14 лет, а окончательное окостенение позвонков завершается к 20-23 годам.

Грудная клетка у юношей и девушек к 17-20 годам достигает размеров грудной клетки взрослого человека.

В процессе развития организма скелетные мышцы, как и кости, к которым они прикрепляются, растут неравномерно.

Резкий скачок в росте массы мышц наблюдается в подростковом возрасте, в период полового созревания.

В этот период особенно интенсивно происходит удлинение мышц и сухожилий, мышцы становятся длинными и тонкими, что связано с удлинением трубчатых костей конечностей.

Обычно подростки и выглядят длинноногими и длиннорукими.

До 25-30 лет рост мышц продолжается, но в большей степени это касается их поперечника.

Мышечная масса и сила особенно интенсивно увеличиваются в подростковом и раннем юношеском возрасте (до 18 лет).

С 18 лет рост силы замедляется и к 25-26 годам заканчивается.

Но практика показывает, что при правильно организованной физической тренировке этот процесс не ограничен.

К 20-30 годам скорость мышечных движений и частота их повторяемости достигают наибольшей величины.

Это связано с созреванием не только мышц, но и нервной системы, а также с совершенствованием механизмов передачи возбуждения с нерва на мышцу в нервно-мышечном синапсе.

И так, к началу юношеского возраста и на первых его этапах продолжают морфологические и функциональные преобразования опорно-двигательного аппарата.

К 18 годам формирование скелета и мышечной системы полностью завершается, и они достигают уровня зрелости. Ростовые процессы и наращивание функциональных резервов продолжаются до 25 лет.

Указанные преобразования тесно связаны с изменениями функций эндокринной и нервной систем и их взаимоотношений.

В подростковом возрасте в механизмах регуляции функций опорно-двигательного аппарата гормональные влияния преобладают над нервными.

В юношеском периоде устанавливаются новые взаимоотношения между этими сферами.

Особенности полового развития.

Считается, что в среднем к 15-17 годам (в зависимости от типа телосложения и пола) половое созревание завершается, что знаменует переход к следующему этапу – юношескому возрасту.

К этому возрасту у мальчиков (юношей) окончательно развиваются половые органы и вторичные половые признаки (низкий голос, выраженное оволосение лица, подмышечное и лобковое оволосение).

У девочек (девушек) речь идет о развитии молочных желез и лобковом оволосении; на этой стадии у них стабилизируются менструации, что свидетельствует о начале половой зрелости (яичники уже продуцируют готовые к оплодотворению созревшие яйцеклетки).

В раннем юношеском возрасте (16-17 лет) созревают практически все структуры нервной системы, определяющие восприятие, переработку и хранение поступающей информации.

Это касается как периферической, так и центральной нервной системы.

В юношеском возрасте все функции системы крови в своем развитии достигают уровня взрослого человека.

Кровь может выполнять жизненно необходимые функции только при условии непрерывного движения. Эту функцию выполняет система кровообращения.

Регуляторные механизмы системы кровообращения стабилизируются уже к середине юношеского возраста.

К юношескому периоду развития все функциональные показатели системы кровообращения приближаются к «взрослым» (уровень кровяного давления, частота сердечных сокращений, ударный и минутные объемы сердца).

На стадии раннего юношества (16-17 лет) основные морфологические и функциональные показатели системы дыхания достигают величин, характерных для взрослого человека.

Нервная и гуморальная регуляции совершенствуются, что способствует экономной деятельности дыхательного аппарата.

По мере созревания коры больших полушарий мозга совершенствуется способность произвольно изменять дыхание – подавлять дыхательные движения или производить максимальную вентиляцию легких.

В раннем юношеском возрасте (17-18 лет) происходит созревание системы пищеварения, совершенствование и стабилизация ее регуляторных механизмов.

В этот возрастной период выделительная система по показателям роста и развития достигает уровня, характерного для взрослого человека.

В итоге к концу периода ранней юности завершается созревание всех жизненно важных систем – крови, кровообращения, дыхания, пищеварения и выделения.

Особенности развития эндокринной системы.

Становление гипофиза происходит в течение периода детства, достигает уровня, характерного для взрослого человека, к 15-16 годам.

Щитовидная железа, в своем развитии достигает уровня, характерного для взрослого человека, к 15-16 годам.

Вилонковая железа находится в грудной полости.

После 15 лет наблюдается ее инволюция (обратное развитие). С деятельностью железы связан период наиболее интенсивного роста организма. Кроме того, она является центральным органом иммунитета. Нарушение ее приводит к серьезным отклонениям в обмене веществ.

Созревание поджелудочной железы наступает рано, к 10 годам она по всем показателям достигает уровня, характерного для взрослого человека.

Наибольший скачок в развитии надпочечников отмечается в период полового созревания. Достигают уровня, характерного для взрослого человека, к 15—16 годам.

Наибольшего развития половые железы достигают в подростковом возрасте.

В период ранней юности (16-17 лет) их развитие достигает пика. Считается, что к этому периоду половые железы созрели, а организм подготовлен к детородной функции.

Эпифиз (шишковидная железа) является частью промежуточного мозга. Наибольшего развития она достигает в 6-7 лет.

Далее начинается ее обратное развитие. В подростково-юношеском возрасте функции эпифиза резко снижены.

Итак, становление эндокринной системы в онтогенезе – процесс длительный и сложный.

Критическим периодом для него является подростковый, когда происходит резкая активизация развития всех желез внутренней секреции, ответственных за половое созревание. Это прежде всего касается гипофиза, эпифиза, половых желез, щитовидной железы и надпочечников. Все они в совокупности обеспечивают созревание детородной функции и соответствующие преобразования в организме, связанные с ней.

Процесс активизации эндокринной системы касается и ранней юности: ее созревание полностью завершается лишь к 17-18 годам, когда устанавливается баланс взаимоотношений эндокринной и нервной систем, и стабилизируются регуляторные процессы в организме.

Таким образом, юношеский возраст характеризуется полной физической, половой и интеллектуальной зрелостью.

### Энергетика.

Изменения, происходящие в морфофункциональном статусе организма, и прежде всего увеличение массы тела, сказываются и на процессах обеспечения организма энергией, что приводит к заметному возрастанию суточной потребности в пище.

В среднем она составляет (2900 ккал). Однако индивидуальные колебания достаточно велики – от 1900 до 3800 ккал.

Это зависит от многих факторов, и в первую очередь от массы тела и уровня основного обмена на единицу массы, т. е. тех неизменных затрат энергии, которые обязательны для поддержания устойчивой работы постоянно функционирующих органов.

Не все ткани организма с равной скоростью расходуют энергию:

для печени, мозга, почек и некоторых других органов характерен сравнительно интенсивный обмен;

мышцы, а также кожа и некоторые другие ткани в состоянии покоя расходуют мало энергии;

доля энергетических затрат жировых клеток и костной ткани относительно всех энергетических затрат организма незначительна.

У представителей торакального типа телосложения относительно велики размеры печени, легких и других органов с высоким уровнем энергетического обмена – для них характерен и более высокий уровень основного обмена.

У подростков с дигестивным типом телосложения значительную часть массы тела составляет метаболически инертный жир, у них величина основного обмена на единицу массы тела значительно ниже.

Уже одного этого различия в телосложении достаточно, чтобы величины основного обмена у подростков с разным типом телосложения различались на 20-30 %.

в женском организме всегда количество жира в 1,5-2 раза больше, чем в мужском при одинаковых росте и массе тела.

Потребление пищи должно соответствовать минимальным потребностям человека с учетом его телосложения и двигательной активности.

Особое внимание следует уделять тем подросткам, которые имеют избыточный вес.

Это бывает связано с гормональными нарушениями, но чаще всего они вторичны, а первично – нарушение пищевого поведения (подросток привыкает много есть и при этом мало двигается).

Жировые депо в этом возрасте характеризуются большой динамичностью: идет интенсивный *липолиз* (распад жиров) и новый их синтез.

При терморегуляционном термогенезе, вызванном длительным воздействием низких температур, активируется окисление жиров.