

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ**

### **материалы учебного модуля «Анатомия и физиология ребенка» (10 часов)**

#### **Тема 1 Строение систем организма ребенка (4 часа)**

Содержание темы 1 (дидактические единицы): Опорно-двигательный аппарат. Сердечно-сосудистая система. Органы кроветворения и иммунной системы.

Анатомия скелета. Строение скелета, позвоночный столб, грудная клетка, череп, скелет конечностей. Мышечная система. Строение и функции скелетных мышц. Основные виды движений человека. Развитие двигательной функции в онтогенезе.

Сердце, физиологические свойства сердечной мышцы, проводящая система сердца, желудочки, сосуды, перикард. Нервная и гуморальная регуляция работы сердца. Кровеносные сосуды, малый и большой круг кровообращения, артерии и вены. Основные принципы гемодинамики, регуляция движения крови в сосудах. Центральные органы иммунной системы – костный мозг, тимус. Периферические органы иммунной системы – миндалины, лимфоидные узелки, аппендикс, селезенка, лимфатические узлы. Образование лимфы, механизм передвижения лимфы.

Система органов дыхания. Пищеварительная система, строение и функциональное значение. Строение и роль воздухоносных путей. Механизм вдоха и выдоха, изменение объема легких при дыхании, пневмоторакс. Транспорт газов кровью. Обмен газов в легких и тканях. Регуляция дыхания. Особенности дыхания и снабжения организма кислородом в разных условиях. Общие характеристики пищеварительных процессов. Пищеварение в полости рта, в желудке, в двенадцатиперстной кишке, в тонких кишках, в толстых кишках. Влияние разных видов деятельности на процессы пищеварения. Внутренняя секреция. Классификация и общая характеристика желез внутренней секреции. Внутренняя секреция щитовидной железы, околощитовидных желез, надпочечников, половых желез, гипофиза, эпифиза, вилочковой железы, поджелудочной железы. Тканевые гормоны. Роль гормонов в регуляции функций организма и поведения.

#### **Тема 2. Нервная система организма ребенка (4 часа)**

Содержание темы 2 (дидактические единицы): Общие понятия о строении и функциях нервной системы, о локализации основных структур периферической и центральной нервной системы. Оболочки мозга, цистерны, спинномозговая жидкость. Кровоснабжение мозга.

Гематоэнцефалический барьер. Нервная ткань – нейроны и глия. Типы межклеточных контактов. Эмбриогенез нервной системы, стадии и сроки развития. Заболевания нервной системы у детей. Особенности проявления эмоций у детей дошкольного возраста. Стресс, причины возникновения, влияние на здоровье.

#### **Тема 3. Сенсорная система организма ребенка (2 часа)**

Содержание Темы 3 (дидактические единицы): Общая характеристика деятельности сенсорных систем. Классификация рецепторов. Механизм возбуждения рецепторов. Переработка информации в сенсорных системах. Зрительная сенсорная система. Слуховая сенсорная система. Вестибулярная сенсорная система. Сомато-висцеральная сенсорная система. Вкусовая и обонятельная сенсорные системы. Основные причины и формы нарушения зрительного и слухового анализаторов. Пути компенсации нарушений анализаторов. Требования к работе с детьми с ослабленным зрением. Способы профилактики нарушения зрения в образовательном процессе.

#### **Тематика и содержание самостоятельной работы слушателей по дисциплине:**

**Задание 1.** Составьте конспект по вопросам.

*Шаги выполнения задания:*

- Значение опорно-двигательного аппарата.
- Какие функции выполняет скелет? Дайте им характеристику.

- Заполните таблицу:

Отдел скелета	Кости, входящие в состав отдела	Основные возрастные преобразования отдела скелета

- Перечислите основные способы соединения костей.
- Особенности химического состава и свойств костей детей. Роль питания в формировании костной ткани.
- Каким образом осуществляется рост костей в длину и толщину в процессе онтогенеза?
- Строение скелетных мышц, их классификация, свойства.
- Особенности формирования скелетных мышц в онтогенезе.
- Какова роль движений в физическом и психическом развитии детей и подростков.
- Влияние мышечной работы на функциональное состояние организма. Физическое утомление.
- Выделите основные этапы и особенности в развитии двигательной активности и координации движений человека.
- Заполните таблицу:

Вид осанки	Характеристика вида осанки	Причины формирования

- Мероприятия по профилактике нарушений осанки у детей.
- Плоскостопие, причины формирования и профилактика.

**Задание 2.** Составьте тезис-конспект с опорой на ключевые заданные вопросы.

*Шаги выполнения задания:*

1. Понятие о нейрогуморальной регуляции функций организма и их значении для жизнедеятельности организма.
2. Анатомия и физиология нервной системы.
3. Общий план строения и функции нервной системы. Строение и функции нейрона. Понятие о соматической и вегетативной нервной системе.
4. Функциональное значение и особенности созревания отделов ЦНС.
5. Определение рефлекса, рефлекторной дуги и рефлекторного кольца.
6. Условия, механизмы и возрастные особенности выработки и торможения условных рефлексов.
7. Значение условных рефлексов для воспитания и обучения. Динамический стереотип.
8. Первая и вторая сигнальные системы мозга. Этапы и условия становления речевой функции.
9. Физиологические основы эмоций и их развитие в постнатальном онтогенезе.
10. Классификация и характеристика типов ВНД. Особенности педагогического подхода к детям с различными типами ВНД.
11. Физиологические механизмы восприятия, памяти, внимания, мышления, их возрастные особенности. Физиологические механизмы сна.

**Задание 3.** Составление понятийной матрицы сенсорного развития детей раннего и дошкольного возраста.

*Шаги выполнения задания:*

- Найти определения ключевых понятий по теме;
- Проанализировать содержание понятий. Классифицировать понятия, выделив наиболее обобщенные из них;
- Отобрать в каждую группу сходные понятия по содержанию или по концептуальной идее, на основе которой может произойти их объединение;
- Подготовить презентацию составленной матрицы.

#### Список литературы.

1. Безруких М.М., Фарбер Д.А. «Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка» - М.: Модэк : МПСИ. 2009. 432 с.
2. Безруких М.М., Фарбер Д.А. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии. М: Модэк. 2010. 767 с. 2 3. Григорьева, Е. В. Возрастная анатомия и физиология : учебное пособие для вузов. — Москва : Издательство Юрайт / Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/474237>.
3. Дробинская, А. О. Анатомия и возрастная физиология : учебник для вузов. — Москва : Издательство Юрайт / Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468502>.
4. Введенский, Н. Е. Избранные сочинения по физиологии. В 2 ч. Часть 1 / Н. Е. Введенский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 506 с. — (Антология мысли). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453665>.
5. Григорьева, Е. В. Возрастная анатомия и физиология : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Григорьева, В. П. Мальцев, Н. А. Белоусова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534- 11443-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476163>.
6. Замараев, В. А. Анатомия: учебное пособие для вузов.— Москва : Издательство Юрайт / Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт].— URL: <https://urait.ru/bcode/471364>.
7. Кабанов, Н. А. Анатомия человека : учебник для вузов / Н. А. Кабанов. — Москва : Издательство Юрайт: Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456030>.
8. Сапин М.Р. «Анатомия и физиология человека: с возрастными особенностями детского организма», уч./ под ред. М.Р. Сапина, В.И. Сивоглазова.-М.: Академия, 2004. - 448с.
9. Щанкин, А.А. Дополнительный практикум по возрастной анатомии и физиологии человека [Электронный ресурс]: пособие / А.А. Щанкин, В.Г. Малышев. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 129 с.: ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4852-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362771>.
10. Хомская Е.Д. «Нейропсихология» - СПб: Питер, 2014 г.
11. Юдельсон Я.Б., Васькин В.З., Павлов В.А. «Исследование и оценка рефлекторных функций у детей первого года жизни» : Учебно-методическое пособие. Смоленск. СГМА,1998.
12. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. «Рост и развитие ребенка» – СПб: Питер, 2008. – 272. – (Серия «Краткий справочник»).

Материалы для самопроверки.

1. За счет чего происходит рост костей в ширину и длину?

1. Костеобразующие клетки и хрящевых прослоек

2 эпителиальных клеток

Губчатого вещества

2. Функциональной единицей нервного волокна является?

1 нейрон

2. нейрофибрил

3. ядро

3. периферическим отделом слуховой сенсорной системы является?

1. Ухо

2. барабанная перепонка

3. слуховой нерв

Методическая копилка модуля.

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА**

Изучение возрастных анатомо-физиологических изменений в организме человека правильнее начинать с рассмотрения вопросов закономерностей **онтогенеза** (от греч. *ontos* - сущее и *genesis* - происхождение) - процесса индивидуального развития организма. Такой подход способствует лучшему пониманию протекания этих процессов.

Онтогенез человека осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, изложенными ниже.

- *Целостность и фазность* (этапность) онтогенеза - объективное разделение онтогенеза на отрезки, различающиеся набором решаемых организмом задач и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).
- *Гетеросенситивность* - различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.
- *Непрерывность и неравномерность роста и развития* - рост и развитие организма протекают непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.

- *Гетерохронность* - одновременное созревание функциональных систем, причем в первую очередь созревают те из них, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития (системогенез).
  - *Нарастающая гетерогенность* - усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т.е. увеличение неоднородности клеток и тканей, повышение специфичности их функционирования.
  - *Дифференциация* - по мере созревания периферических структур происходит передача контроля функций, «полномочий», от центра на периферию и местный уровень. С возрастом увеличивается роль и вклад местных (тканевых и клеточных) процессов в регуляции функционирования организма.
  - *Экономизация функций* - уменьшение функционального ответа биологической системы на внешние воздействия. С возрастом уменьшается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем его резервных возможностей при напряжении функций.
  - *Биологическая надежность* - повышение надежности функционирования биологической системы по мере ее развития за счет совершенствования структуры, функции и их регуляции.
  - *Адаптивность* - способность организма приспосабливаться к условиям среды обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации к внешним условиям без нарушения гомеостаза.
  - *Увеличение стабильности гомеостатических констант* в онтогенезе - при действии внешних факторов показатели гомеостаза изменяются у взрослых в меньшей степени, чем у детей. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте, благодаря способности сохранять стабильность внутренней среды организма.
- Рассмотрим, как эти закономерности индивидуального развития реализуются в организме.

### 1.1. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ФАЗНОСТЬ (ЭТАПНОСТЬ) ОНТОГЕНЕЗА

В настоящее время онтогенез, т.е. жизненный цикл человека, рассматривают, с одной стороны, как *целостный*, с другой - как *фазовый* процессы. Каждая фаза, или этап, представляет собой закономерный качественный период, который осуществляется при определенных условиях. До настоящего времени нет общепринятой классификации возрастных периодов, что затрудняет единый подход к систематизации результатов исследований. Однако проблема возрастной периодизации остается актуальной не только с позиций теории, но и практики. Очень важно знать, когда, какие и на каком возрастном этапе онтогенеза наиболее эффективны и безопасны для здоровья ребенка те или иные методы педагогического воздействия.

Одни исследователи за основу периодизации берут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов, другие - уровень созревания костей или степень развития центральной нервной системы. Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периодов новорожденно-сти, ясельного, дошкольного и школьного возрастов

отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности. Значительное распространение получила схема возрастной периодизации, рекомендованная Симпозиумом по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965). По этой схеме в жизненном цикле человека выделяют 12 периодов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Возрастная периодизация жизненных циклов человека (1965)**

Возрастной период		Пол	Продолжительность периода
Новорожденные			1-10 дней
Грудной возраст			10 дней-1 год
Детство	раннее		1-3 года
	первое		4-7 лет
	второе	мальчики девочки	8-12 лет 8-11 лет
Подростковый возраст		мальчики девочки	13-16 лет 12-15 лет
Юношеский возраст		юноши девушки	17-21 год 16-20 лет
Зрелый возраст	I период	мужчины женщины	22-35 лет 21-35 лет
	II период	мужчины женщины	36-60 лет 36-55 лет
Пожилой возраст		мужчины женщины	61-74года 56-74года
Старческий возраст			75-90 лет
Долгожители			90 лет и выше

В данной классификации возрастных периодов учитываются половые особенности в развитии человека, а также связь календарного возраста с биологическим возрастом. **Календарный (хронологический, паспортный) возраст** в различных странах отсчитывается по-разному. В большинстве стран он регистрируется с момента рождения. В странах Востока (например, в Корее) дополнительно учитывается и период развития человека до рождения, и это справедливо, так как истинное «рождение» человека происходит в момент зачатия. Появление же новорожденного знаменует лишь окончание первого этапа развития. Новорожденный не является простой, уменьшенной копией взрослого, а отличается от него рядом качественных особенностей. И хотя ребенок обладает всем необходимым набором запрограммированных морфологических и функциональных свойств, обеспечивающих ему существование в условиях окружающей среды, его физиологические возможности далеко не соответствуют функциональной активности взрослого организма. Один из основоположников возрастной физиологии, немецкий врач-педиатр и физиолог Э. Гельмрейх, утверждал, что детский организм

отличается от взрослого, поскольку: ребенок - это маленький организм; ребенок - это молодой организм; ребенок - это растущий организм. Главное и очевидное отличие ребенка от взрослого - это то, что ребенок растет и развивается и, таким образом, непрерывно меняется. Это значит, что:

- ребенок - не «маленький взрослый», это качественно иной организм, функционирующий по своим законам. Поэтому задачи, поставленные перед ребенком, должны быть не легче (меньше), чем для взрослого, а другие, доступные его пониманию, уровню развития;
- ребенок не готовится к жизни, а уже живет полноценной жизнью с момента своего рождения и решает важные задачи формирования своей биологической, психической и социальной сущности;
- программа развития организма ребенка записана в его генах, но корректируется под влиянием внешних условий. Организм ребенка хорошо приспособлен к оптимальным для его возраста условиям жизни, но для развития нужны адекватные стимулы. Если внешние воздействия слишком жесткие, превышающие возможности организма, развитие ребенка может затормозиться, и он будет болеть. Если условия слишком благоприятные, не требующие никакого напряжения организма, ребенок будет расти ослабленным и плохо приспособленным к разным неблагоприятным условиям. Поэтому выбор адекватных стимулов для развития ребенка является важным фактором успешности педагогического воздействия.

**Биологический возраст** отражает степень биологического (физического, психического) и социального развития человека на каждом возрастном этапе. В разные периоды онтогенеза используют различные методики определения биологического возраста. Так, до 1 года о степени развития ребенка косвенно судят по увеличению массы тела. В последующие периоды критериями биологической зрелости может служить количество прорезавшихся постоянных зубов (табл. 1.2).

*Таблица 1.2*

**Средние темпы прорезывания постоянных зубов**  
(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

<i>Возраст, лет</i>	<i>Количество постоянных зубов</i>	
	<i>Мальчики</i>	<i>Девочки</i>
<i>5</i>	0-1	0-2
<i>5,5</i>	0-3	0-4
<i>6</i>		1-5
<i>6,5</i>	2-8	3-9
<i>7</i>	6-10	6-11

9

При меньшем количестве прорезавшихся постоянных зубов делается заключение об отставании, а при большем - об опережении биологического возраста по отношению к календарному.

Одним из критериев биологического развития является *костный* возраст, т.е. возраст замещения хрящевой ткани скелета костной. В главе 2 приведены нормативные возрастные периоды окостенения различных частей скелета. Кроме этого, в качестве критерия биологического возраста служит достижение определенных пропорций тела:

$\frac{ОГ}{L} \times 100 = L$

где ОГ - окружность головы; *L* - длина тела (табл. 1.3).

Если индивидуальные значения оказываются больше приведенных показателей, это свидетельствует об отставании, если ниже средних значений - об опережении темпов биологического развития.

Таблица 1.3

### Возрастная динамика пропорций тела

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Средние темпы развития	
	Мальчики	Девочки
5	49,4-45,0	48,1-44,5
5,5	47,9-44,3	46,7-43,2
6	46,6-43,1	45,7-42,1
6,5	45,4-41,9	44,9-41,6
7	44,7-41,3	43,9-39,7

Биологический возраст считается отстающим от паспортного, если два показателя из трех (длина тела, зубной возраст, пропорции тела) оказываются меньше средних данных.

Косвенным показателем биологической зрелости детей дошкольного возраста (5-6 лет) считается филиппинский тест (впервые был применен антропологами при обследовании большой группы детей на Филиппинах). Если ребенок пальцами правой руки, положенной на голову при ее вертикальном удержании (рис. 1.1), может дотронуться до левой мочки уха, это свидетельствует о биологической зрелости организма.

Для взрослых людей оценку биологического возраста и его соответствие календарному возрасту можно провести по ниже приведенным формулам.

БВ (биологический возраст) мужчин:

$$26,985 + 0,215 \text{ АДС} - 0,149 \text{ ЗДВ} - 0,151 \text{ СБ} + 0,723 \text{ СОЗ};$$

БВ (биологический возраст) женщин:

$$-1,463 + 0,415 \text{ АДП} - 0,140 \text{ СБ} + 0,248 \text{ МТ} + 0,694 \text{ СОЗ},$$

где АДС - артериальное давление систолическое; ЗДВ - продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, с; СБ (статическая балансировка) - длительность стояния испытуемого на левой ноге, без обуви, глаза закрыты, руки опущены вдоль туловища, с; АДП - артериальное давление пульсовое; МТ - масса тела, кг.

Оценка биологического возраста особенно важна в зрелом, пожилом и старческом периодах, поскольку различия с календарным возрастом на этих этапах онтогенеза могут быть весьма значительными и зависеть от состояния

здоровья человека, его вредных привычек, образа жизни, профессиональной деятельности и т.д.

Следует отметить, что всякая возрастная периодизация довольно условна, но необходима для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма человека. Она может быть использована для разработки научно обоснованной системы охраны здоровья человека, для создания таких приемов воспитания и обучения детей и подростков, которые были бы адекватны каждому возрасту и способствовали бы оптимальному развитию физических и психических возможностей.

Кроме вышеприведенной возрастной периодизации жизненных циклов человека, существуют и другие схемы периодизации индивидуального развития (табл. 1.8).

В наибольшей степени всем требованиям отвечает классификация возрастных периодов детства, представленная в табл. 1.9, где указан уровень развития детей на каждом этапе онтогенеза в зависимости от биологических и социальных факторов. Биологическое является предпосылкой развития социального, а социальное, в свою очередь, изменяет развитие природного, биологического начала. В качестве критерия уровня развития в данной классификации использовались: степень созревания тканей и окостенения скелета, особенности развития двигательной сферы и высшей нервной деятельности, а также социальные и педагогические аспекты. В рассматриваемой классификации уделяется большое внимание периоду внутриутробного развития.

Таблица 1.9

**Медико-биологическая классификация возрастных периодов детства**

<i>Возрастной период</i>	<i>Продолжительность возрастного периода</i>	<i>Критерии</i>	<i>Основные морфофункциональные изменения</i>
I. Внутриутробный (антенатальный)	280 дней (40 нед)	Развитие организма с момента оплодотворения, образования зиготы до родов	Формирование организма из зиготы. Быстрый рост и дифференцировка клеток и тканей, органов и систем. Питание за счет материнского организма
1. Эмбриональный	8 нед (развивающийся организм называют зародышем или эмбрионом)	Гистотрофное питание за счет слизистой матки, формирование плаценты	Отмечаются следующие критические периоды: 7-12-й день - период имплантации; 3-6-я неделя - образование зачатков органов; с 8-й недели начинает функционировать сердце

2. Плацентарный	32 нед (развивающийся организм называется плодом)	Питание через плаценту и из околоплодных вод	Критические месяцы: 3-й, когда заканчивается формирование плаценты, формируется костномозговое кроветворение, образуются зачатки коры головного мозга; 6-й - все органы в основном сформированы; к концу 9-го плод занимает постоянное положение
II. Внеутробный (постнатальный)	Период онтогенеза от рождения до смерти	Развертывание во времени программы развития и деградации	Дальнейший рост и развитие организма
1. Новорожденный	0-10 дней	Формирование легочного газообмена. Вскармливание молозивом	Адаптация к новым условиям существования сопровождается физиологической потерей веса, которая восстанавливается к концу периода, физиологической желтухой, заживлением пупочной ранки. Начинает функционировать дыхательная система, изменяется характер питания. Включаются механизмы терморегуляции. Взаимосвязь с окружающей средой осуществляется на основе безусловных рефлексов. Образуются условные рефлексы на время кормления и положение при кормлении
2. Грудной	10 дней - 1 год	Лактотрофное питание. Реализация и закрепление сидения и стояния	Интенсивный рост. Формирование изгибов позвоночника. Прорезывание первых молочных зубов. Развивается деятельность всех органов чувств в связи с миелинизацией проводящих путей. Формируются положительные эмоции. Начинается развитие внимания, памяти, мышления на основе условных рефлексов. Большая ранимость организма и низкая сопротивляемость к различным острым заболеваниям
3. Раннее детство	1-3 года	Освоение локомоторных актов (ходьба,	Интенсивно развиваются системы организма, совершенствуются движения. Формируется большое количество условных рефлексов и

		бег). Овладение речью	динамических стереотипов, но они недостаточно устойчивы из-за большой активности подкорковых отделов. Совершенствуется высшая нервная деятельность, увеличивается работоспособность, быстро развивается речь. Сопrotивляемость организма к болезнетворным воздействиям среды остается пониженной. Дети чувствительны к нарушению режима дня и питания
4. Первое детство	4—7 лет	Интенсивное развитие и высокая пластичность коры головного мозга	Замедление темпов роста, а в 6-7 лет - усиление ростовых процессов. Повышение координации движений. Начало смены молочных зубов на постоянные. Высокая пластичность анализаторных систем, обеспечивающая возможность . обучения, эстетического воспитания. Особая прочность динамических стереотипов. Дальнейшее развитие речи и становление абстрактного мышления. Основой всех функций служит игра. Легко возникают травмы вследствие большой любознательности и отсутствия собственного опыта
5. Второе детство	Девочки 8-11 лет, мальчики 8-12 лет	Адаптация организма школьному обучению. Развитие абстрактного мышления	Заканчивается смена молочных зубов на постоянные. Проявляются половые особенности в развитии. Развитие девочек более интенсивно, чем мальчиков. У девочек формируется грудной тип дыхания, у мальчиков - брюшной. Повышение силы и уравновешенности нервных процессов под тренирующим воздействием учебной нагрузки. Высокий уровень развития положительных и отрицательных условных рефлексов. Развитие внутренней речи и абстрактно-логического мышления. Эмоциональные, умственные и физические перегрузки приводят к снижению надежности организма, развитию неврозов и других нарушений здоровья

6. Подростковый период	Девочки 12-15 лет, мальчики 13-16 лет	Половое созревание, развитие вторичных половых признаков	В начале периода - интенсивный рост. Выраженные эндокринные сдвиги и изменения в деятельности нервной системы, половых желез, вегетативные расстройства, повышение возбудимости центральной нервной системы, повышение активности подкорковых структур, ослабление тонуса коры головного мозга, ухудшение образования условных рефлексов, особенно торможения, преобладание конкретного мышления по сравнению с абстрактным; лаконичность, замедленность речи, обеднение словарного запаса. Несоответствие между предъявляемыми требованиями и физиологическими возможностями приводит к утомлению
7. Юношеский	Девушки 16-20 лет, юноши 17-21 лет	Завершение развития организма и всех его систем	Замедление роста. Завершение полового развития. Гармоничное развитие коры и подкорковых отделов. Возрастание роли абстрактного мышления

### 1.1. Норма как один из критериев развития

Долгое время норма рассматривалась как среднестатистическая величина, полученная в состоянии покоя организма без учета его индивидуальных особенностей. Особенно ярко это проявилось при характеристике функциональных и биохимических показателей организма. Например, нормальным считается: кровяное давление 110-140/70-90 мм рт. ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) - 60-80 уд/мин.; концентрация Na в плазме крови - 130-150 ммоль/л и т.д. Однако в последние годы все более широкое понимание находит индивидуальная норма, т.е. тот оптимум функционирования организма, который обеспечивает его гомеостаз с учетом возраста, пола, биологического (конституционального) типа, климатогеографической зоны проживания, экологических факторов среды. Поэтому следует говорить сейчас о возрастно-половой, региональной, индивидуальной норме. Например, в 7-летнем возрасте девочки имеют более высокие показатели «школьной зрелости», т.е. уровень психофункционального развития, необходимый для обучения в школе без перенапряжения, чем большинство мальчиков того же возраста. Вместе с тем степень зрелости зависит также от региона проживания, влияния социальных

и экологических факторов. Очень важно оценивать показатели нормы в соответствии с биологическим возрастом, конституциональными особенностями индивидуума, т.е. наследственно формирующимися чертами, признаками, определяющими тип физического развития, высшей нервной деятельности, темперамент и т.д.

Например, можно прогнозировать рост ребенка по данным его родителей:  $\text{рост ребенка} = \text{рост матери} + \text{рост отца} / 2 \pm 10 \text{ см}$  (+10 см для мальчиков, -10 см для девочек).

Таким образом, понятие «нормы» должно быть комплексным и учитывать конкретные условия жизни и наследственности. Кроме «нормы покоя», которая оценивается в состоянии физиологического покоя организма при оптимальных условиях, в физиологии и медицине все более широко применяются нагрузочные пробы, позволяющие определить степень реактивности организма и его систем (т.е. *норму реагирования*) и их резервные возможности. Если в состоянии покоя, благодаря компенсации со стороны других систем и включению «резервных мощностей», нарушения могут не диагностироваться, то в условиях повышенных требований к организму, созданных нагрузкой, проявляются гомеостатические сдвиги, свидетельствующие о снижении резервных возможностей той системы, по отношению к которой использована нагрузка. По величине сдвига и длительности его сохранения можно судить о степени снижения резервов организма, т.е. уменьшении уровня здоровья. Например, содержание сахара в крови натощак в состоянии предболезни (диабета) обычно соответствует среднестатистической норме покоя, однако после применения сахарной нагрузки концентрация глюкозы в крови повышается в большей степени и на более продолжительный период времени, чем у здоровых людей. В настоящее время разработаны различные функциональные нагрузки, позволяющие оценить состояние практически всех вегетативных систем, нейроэндокринных механизмов, а также нервно-психическое состояние. Поэтому нагрузочные пробы являются очень важным диагностическим тестом уровня развития резервных возможностей организма.

Таким образом, при количественной характеристике индивидуальных особенностей и возможностей организма все показатели должны быть сопоставлены с индивидуальной нормой покоя и нормой реакции.

## **1.2. ГЕТЕРОСЕНСИТИВНОСТЬ**

Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития (или *критический период*). В целом критические периоды характеризуются повышенной чувствительностью к действию как позитивных, так и негативных факторов. Они оказывают существенное влияние на последующие этапы развития и на весь жизненный цикл человека. Периоды наибольшей чувствительности к воздействию факторов среды получили название сенситивные периоды. Они могут совпадать с критическими периодами и не совпадать. Выявление таких периодов повышенной чувствительности организма и его систем к средовым влияниям является неременным условием создания благоприятных

адекватных условий эффективного обучения и сохранения здоровья Детей. Для людей зрелого и пожилого возраста такие критические периоды чаще всего совпадают с социальными изменениями, например сменой работы, выходом на пенсию.

Факторы среды, оказывающие оптимальное воздействие на определенном этапе развития, в другие периоды могут быть нейтральными или даже оказывать отрицательное воздействие. Отмечается неодинаковая относительная значимость наследственных и средовых факторов в различные периоды роста и развития организма человека: роль наследственных влияний повышается от периода новорожденности к препубертатному, снижается в период полового созревания, затем вновь повышается; пубертатный же период - один из ярких примеров сенситивного этапа онтогенеза - характеризуется усилением влияния факторов внешней среды.

Чувствительность организма к воздействию экологических факторов - экосенситивность - различна в зависимости от периода онтогенеза. Наиболее чувствительными к этим факторам считаются эмбриональный, грудной и подростковый периоды, а у взрослых - пожилой и старческий возраст. Есть указания на повышенную чувствительность подростков к вредным факторам, в\* особенности к токсичным веществам.

В критические периоды наблюдается неустойчивое равновесие развивающихся систем, когда старые механизмы регуляции уже себя исчерпали, а новые еще не достигли определенного уровня зрелости. Степень чувствительности при этом меняется: сначала она увеличивается, достигая максимума, затем снижается, то есть существует период максимальной готовности организма и его систем к формированию ответа на внешние и внутренние воздействия.

Единого мнения о границах критических (сенситивных) периодов физического и психического развития человека до сих пор нет, так как каждая физиологическая система имеет свои наиболее чувствительные периоды развития и специалисты из разных областей наук, изучающие человека, выделяют свои границы. Тем не менее в постнатальном развитии можно выделить несколько общих границ критических периодов.

- Ранний постнатальный период (от рождения до 1 года), характеризующийся интенсивностью морфофункционального созревания, когда из-за отсутствия средовых воздействий функция может не сформироваться. Например, при отсутствии определенных зрительных стимулов в этот период восприятие их в дальнейшем не формируется.

- Парапубертатный период (2-3,5 года). В это время ребенок начинает активно двигаться. При этом резко возрастает сфера его общения с внешним миром, интенсивно формируются речь и сознание. Вместе с этим повышаются и воспитательные требования, что в совокупности приводит к напряженной работе физиологических систем его организма, а в случае слишком высоких требований - к их «поломке». Особенно ранимой оказывается нервная система, ее перенапряжение приводит к нарушению психического развития и

появлению различных нервно-психических отклонений. В этот период онтогенеза родителям и воспитателям необходимо принять все возможные меры по предупреждению детского травматизма, так как около 40% смертных случаев при детских бытовых и транспортных травмах приходится на первые 4 года жизни ребенка.

- Третий критический период совпадает с началом школьного обучения и приходится на возраст 6-8 лет, когда качественные перестройки морфофункционального созревания базовых мозговых процессов приходятся на период смены социальных условий. В эти годы в жизнь ребенка входят новые люди - учителя, школьные друзья. Меняется его образ жизни, появляются новые обязанности, падает двигательная активность и т.д. В этот период вновь необходимо особое, бережное отношение к ребенку со стороны учителей и родителей. Следует также учесть, что на этот критический период приходится наибольшее количество транспортных несчастных случаев, и разъяснение детям правил дорожного движения - важный фактор предупреждения транспортных трагедий.

- Пубертатный критический период связан с половым созреванием и перестройкой работы желез внутренней секреции, с изменением в организме гормонального баланса. Обычно это происходит в 11-15 лет, то есть в подростковом возрасте, который также характеризуется повышенной ранимостью нервной системы и возникновением многих нервных расстройств и проявлением психических заболеваний.

- Для взрослых критическими периодами являются периоды смены своего социального и семейного статуса (критический период зрелого возраста в 35 лет, климактерический инволюционный период в 55-60 лет). Физиологические изменения, происходящие в это время, как правило, отражаются на свойствах личности. Это связано с морфологическими и функциональными перестройками, с новыми формами интеграции внутреннего мира, в то время как прежний стереотип еще существует.

Изучение критических периодов имеет большое значение для педагогики и медицины. В эти этапы жизни у человека недостаточно энергетических ресурсов для обеспечения адаптационных процессов. Вследствие этого увеличивается риск возникновения заболеваний. Кроме того, изучение критических периодов поможет выявить сроки для оптимального достижения результатов в формировании Двигательных навыков и интеллектуальных способностей детей, обеспечить наиболее благоприятную адаптацию к новым условиям.

Программы и методики обучения должны быть приспособлены к ребенку, а не наоборот.

Учет этих периодов будет способствовать успешному применению целенаправленных педагогических воздействий и содействовать оптимизации процесса обучения и воспитания, а также формированию здоровья подрастающего поколения и сохранению его в зрелом и пожилом возрасте. Игнорирование учения о критических периодах не дает возможности решить проблему управления развитием человека как организма и личности.

Важная особенность индивидуального развития - *соподчинность периодов онтогенеза*. В каждый период формируются новые качества, которые служат базисом (фундаментом) для дальнейшего развития. От того, как протекал предыдущий период, зависит последующее развитие; это же относится и к взрослому человеку.

### **1.3. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Онтогенез осуществляется в результате двух процессов: роста и развития. Эти процессы являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки и образования зиготы, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей жизни. Понятие о росте и развитии организмов - одно из фундаментальных понятий в биологии.

Взаимодействие между процессами роста и развития столь сложно, многообразно и непрерывно, что расчленение их в известной мере искусственно. Однако для облегчения изучения оно необходимо.

Под термином «рост» в настоящее время понимается увеличение длины, объема и массы тела детей и подростков, связанное с увеличением числа клеток и количества составляющих их органических молекул, т.е. количественные изменения. В одних органах и тканях, таких как кости, легкие, рост осуществляется в основном за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма - это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей. Количественной характеристикой роста служат данные размеров человеческого тела и его частей. В результате ростовых процессов с возрастом существенно меняются пропорции и строение тела, увеличивается объем и сила мышц, что приводит к формированию взрослого организма. В пожилом и старческом возрасте в связи с уменьшением синтетических процессов и количества жидкости в организме может наблюдаться некоторое уменьшение массы костной ткани и объема мышц, что отражается на размерах тела.

Под развитием понимаются качественные изменения в организме, заключающиеся в специализации клеток, усложнении строения и функций всех тканей и органов, усложнении их взаимоотношений и процессов их регуляции. Специализация клеток для более совершенного выполнения функций обеспечивает наилучшее приспособление организма к условиям существования. Критериями развития могут считаться появление в хрящевой части скелета костной ткани, прорезывание молочных и постоянных зубов и т.д. Главным результатом процессов развития является значительное повышение эффективности всех физиологических процессов и, как следствие, повышение биологической надежности организма. В пожилом и старческом возрасте эти процессы имеют обратную направленность, что выражается в потере структурной упорядоченности клеток всех органов, их атрофии, нарушении межсистемной интеграции физиологических процессов.

Рост и развитие - две стороны единого процесса. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены и осуществляются постоянно. Они едины, но не тождественны. Рост и развитие - два процесса непрерывного скачкообразного перехода количественных накоплений в новые качественные свойства. Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста организма, приводят к проявлению у ребенка новых качественных особенностей. Например, формирование двигательных функций ребенка связано с созреванием нервно-мышечного аппарата: с увеличением мышечной массы и изменением свойств мышечной ткани, улучшением проведения нервных импульсов по нервным волокнам от головного мозга к мышцам и от мышц к головному мозгу, увеличением количества межклеточных связей в подкорковых структурах и коре головного мозга, с ростом числа связей между отдельными зонами коры головного мозга, участвующими в осуществлении двигательных функций. Поскольку рост и развитие организма происходят одновременно, и на эти процессы затрачивается энергия, то естественно, что периоды ускоренного роста и интенсивного развития не совпадают.

Качественное совершенствование двигательных функций ребенка в свою очередь способствует морфофункциональному созреванию мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно идет формирование новых связей в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

#### **1.4. ГЕТЕРОХРОННОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Рост и развитие некоторых частей тела, а также органов и физиологических систем детей и подростков происходит не одновременно и неравномерно, т.е. **гетерохронно**.

В разные периоды онтогенеза рост имеет неодинаковую интенсивность. Фазы интенсивного роста сменяются фазами с некоторым его замедлением. Для одних периодов характерен общий рост ребенка, для других - увеличение отдельных частей тела. Выделяют *три периода интенсивного роста: первый* - от рождения до 1 года, когда длина тела ребенка увеличивается на 50%, а масса тела утраивается; *второй* - полуростовой скачок - в возрасте от 6 до 8 лет, когда за 1 год длина тела может увеличиться на 6-8 см; *третий* - от 11 до 13 лет, когда увеличение длины тела за 1 год может составить 10-12 см. В эти годы снижаются защитные силы организма, функциональные резервы, возникает повышенная чувствительность к неблагоприятным факторам, уменьшается работоспособность.

Известно, что периоды интенсивного роста сменяются периодами усиленного развития, характеризующимися качественными изменениями, когда происходит формирование, созревание и интеграция различных физиологических систем и механизмов, происходит совершенствование организма, повышение его устойчивости, приобретение новых качеств. Эти периоды: от 1 года до 4 лет; 8-10 лет; 14-20 лет.

Периоды интенсивного роста совпадают с критическими периодами. В эти возрастные периоды детский организм чрезвычайно резко реагирует на

воздействие неблагоприятных внешних факторов, которые могут замедлить процессы роста и вызвать нарушения в состоянии здоровья.

Неравномерное увеличение отдельных органов и частей тела ведет к существенным изменениям его пропорций. Новорожденный ребенок имеет относительно большую голову, длинное туловище и короткие конечности (по своим пропорциям ближе к шарикю). В дальнейшем, по мере роста, длина нижних конечностей увеличивается в 5 раз, длина верхних конечностей - в 4, туловища - в 3, а головы - только в 2 раза и соответственно изменяются пропорции тела (относительно уменьшается голова, туловище и удлиняются конечности).

В организме ребенка наиболее быстро развиваются и совершенствуются те органы, интенсивное функционирование которых в данный период жизненно необходимо. Например, сердце функционирует уже на третьей неделе пренатального развития, а почки формируются значительно позднее и начинают активно функционировать только у новорожденного ребенка. Половые органы усиленно растут в период полового созревания, а лимфатическая ткань к этому возрасту уже заканчивает свое развитие и подвергается инволюции.

Причиной гетерохронности является различная скорость созревания нервных центров, регулирующих работу различных систем. Не последнюю роль играют и социальные условия среды. Смысл гетерохронности заключается в перераспределении жизненной энергии и ее мобилизации для успешного развития той функции организма, которая важна в данный возрастной период. Принцип гетерохронии развития органов и систем был сформулирован А.Н. Северцовым и детально разработан П.К. Анохиным и его многочисленными учениками и последователями в теории *системогенеза*. Суть этого учения заключается в том, что структуры, составляющие к моменту рождения ребенка функциональную систему, выполняющую жизненно важную роль, закладываются и созревают избирательно и ускоренно. Так, центры дыхания и кровообращения начинают функционировать раньше, чем центры речи. Из всех нервов руки прежде всего развиваются те, которые обеспечивают сокращение мышц, участвующих в осуществлении хватательного рефлекса. Из всех мышц лица ускоренно развиваются мышцы рта, которые обеспечивают акт сосания.

В процессе обучения ребенка письму, чтению, навыкам личной гигиены и так далее также требуется образование функциональных систем, в которые включаются разные органы. Эти функциональные системы обеспечивают ему оптимальное взаимодействие с внешней средой.

Важной биологической особенностью в развитии детей является то, что **формирование их функциональных систем происходит намного раньше, чем это им требуется.** В функциональной системе, обеспечивающей ребенку рефлекс сосания, анатомо-физиологическое формирование входящих в нее органов и самой системы происходит задолго до рождения ребенка.

Опережающее развитие органов и функциональных систем у детей и подростков - это своеобразная «страховка», которую дает природа человеку на

случай непредвиденных обстоятельств. Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный встречается с внешней средой «во всеоружии», так как он уже наделен важнейшей для его жизни функцией сосания, обеспечивающей ему питание.

Следовательно, неодновременное и опережающее развитие функций есть важнейший фактор, который подлежит обязательному учету в педагогической практике. Умелое использование гетерохронности, рациональное распределение информации, научный подход к характеру тренирующего воздействия - важное условие сохранения здоровья и залог успешного гармонического умственного и физического развития подрастающих поколений.

Угасание функций органов и систем происходит также гетерохронно: наиболее рано снижается активность тех функций, которые утрачивают свое биологическое и социальное значение. Например, репродуктивная функция снижается раньше, чем пищеварительная. Чем востребованнее в процессе жизни та или функция, тем дольше она сохраняет свою активность. При постоянной умственной деятельности интеллектуальная функция сохраняется дольше, тогда, как физические нагрузки позволяют сохранить сердечнососудистую и дыхательную системы в хорошем состоянии. Поэтому гармоничная старость во многом зависит от образа жизни человека в течение всего его онтогенеза.

Гетерохронность не только не мешает правильному гармоническому развитию, но и имеет глубокий биологический смысл, который проявляется в увеличении *биологической надежности организма*.

Наряду с типичным развитием, характерным для большинства представителей данной возрастно-половой группы, нередко встречаются отклонения, которые легко свести к двум основным типам - акселерации и ретардации.

Под акселерацией понимают ускорение, а под ретардацией - задержку физического, психического, социального развития и формирования отдельных функциональных систем организма детей и подростков.

Термин «акселерация» употребляется в основном в двух значениях: акселерация эпохальная и внутригрупповая. Эпохальная акселерация обозначает ускорение физического развития детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями. При массовых исследованиях физического развития детей различного возраста выявлено, что показатели многих функциональных систем современных детей и подростков значительно превышают таковые у детей 30-50 лет назад. Длина тела новорожденных за это время увеличилась на 2-2,5 см, а их масса - на 0,5 кг; у 15-летних соответственно - на 6-Ю см и 3-10 кг.

Сократилась продолжительность роста: в настоящее время рост девушек и юношей в среднем заканчивается к 16-19 годам, а 50 лет назад люди достигали максимального роста в возрасте 25-26 лет.

Существуют убедительные доказательства акселерации развития сердечнососудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем детей и подростков, что, возможно, привело к «омоложению» спортивных рекордов.

Акселерация показателей физического развития стимулировала и психическое развитие, поскольку между ними существует взаимосвязь.

Внутригрупповые акселерация и ретардация выявляются при рассмотрении размеров тела.

По длине тела выделяют следующие группы детей и подростков:

- высокие и выше средних - акселераты - 20%;
- средние - 60%;
- ниже средних и низкие - ретарданты - 20%.

В настоящее время увеличивается количество высокорослых и низкорослых детей, обусловленное как внешними, так и внутренними факторами. В то же время известно, что дети, развивающиеся средними темпами, отличаются большей надежностью и устойчивостью функциональных систем.

У высокорослых детей энергия в большей степени расходуется на количественное увеличение различных структур и в меньшей - на их качественное преобразование. У таких детей наблюдается отставание структурно-функционального развития мышечной ткани от скорости роста костей, что часто является причиной формирования нарушений опорно-двигательного аппарата. Для формирования гармонического развития высокорослых детей существует система мероприятий, способствующих укреплению и развитию скелетной мускулатуры.

Ускорение и замедление психического развития выявляются при изучении психофункциональных показателей: памяти, абстрактного мышления, развития речи, внимания, умственной работоспособности и т.д. По степени выраженности этих показателей выделяют три группы детей: зрелые, среднезрелые и незрелые. Процентное соотношение данных групп в различных регионах России, городах, районах, школах неодинаково.

Проблема акселерации и ретардации привлекает внимание многих специалистов всего мира: биологов, медиков, психологов, педагогов и социологов. Решение ее имеет большое практическое значение и требует пересмотра методов обучения, изменения форм полового, физического и эстетического воспитания. Так, определение степени умственного развития детей перед поступлением в школу необходимо для дифференцированного обучения, которое осуществляется в специализированных классах или в обычных с использованием индивидуальных программ, инновационных технологий.

Ребенок с ускоренным психическим развитием, испытывающий недостаток информации в школе, постепенно становится средним учеником. Ребенок, отстающий в психическом развитии, испытывает информационную перегрузку, которая ведет к нарушению деятельности нервной системы. Такой ребенок, как правило, становится неуспевающим. Эти дети нуждаются в понимании особенностей их биологического, психического развития, в индивидуальном подходе при обучении, воспитании и оздоровлении. При соблюдении этих требований они «подтягиваются» до уровня своих сверстников.

Акселерация не всегда положительным образом сказывается на функциональных возможностях детского организма. Есть доказательство, что у акселерированных детей рост и развитие сердца отстают от роста тела. В результате нарушается его нормальная деятельность, создаются предпосылки для развития сердечнососудистых заболеваний. Дети-акселеранты чаще, чем их сверстники, страдают различными нарушениями опорно-двигательного аппарата, поэтому требуется четкое выполнение ими рекомендаций по профилактике этих нарушений и адекватное развитие мышечной системы.

Биологические механизмы акселерации пока не выяснены. Выдвигается много различных гипотез о ее причинах. Наиболее существенные из них:

- широкая миграция современного населения и связанное с ней увеличение количества смешанных браков (в основе лежат законы генетики);
- урбанизация населения (увеличение городского населения) и стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического и психического развития;
- увеличение уровня радиации на земле;
- улучшение социальных условий жизни населения промышленно развитых стран.

Несмотря на то что воздействие перечисленных выше факторов сохраняется, в литературе последних лет есть сообщения о том, что процесс акселерации приостанавливается. Это относится к эпохальной акселерации, которая имеет цикличность в своем развитии. Что касается групповой акселерации, то она была, есть и будет и не замечать, игнорировать ее нельзя, так как это реальная биологическая закономерность. Рационально организованная система воспитания и обучения детей в соответствии с уровнем биологической и социальной зрелости позволит всем детям гармонично развиваться, сохранить и укрепить их здоровье.

## **1.5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Естественно, что организм, непрерывно взаимодействуя с окружающей средой, должен иметь механизмы, обеспечивающие его жизнеспособность в пределах широких колебаний окружающих условий. Поэтому в процессе филогенеза происходило широкое накопление жизненных возможностей, создание своеобразного резерва, который составляет так называемую **биологическую надежность организма**. Примером, подтверждающим высказанное положение, может служить развитие системы свертывания крови. Известно, что количество тромбина (фермента, вызывающего свертывание крови), содержащегося в 10 мл крови, достаточно для свертывания всей крови человека; в среднем в организме около 5 л крови; следовательно, тромбина одного человека вполне достаточно для превращения в сгусток крови 500 человек. Принимая во внимание, что при свертывании используется лишь часть этого фактора, нетрудно представить колоссальные резервные возможности всей системы.

Принцип надежности присущ как всему организму в целом, так и его системам (центральной нервной системе, дыхательной, пищеварительной и т.д.). Накопление биологической надежности в отдельных органах и системах идет

гетерохронно. В первую очередь максимальное увеличение-надежности происходит в системах, приобретающих на данном этапе развития решающее значение. Так, например, концентрация факторов, участвующих в свертывании крови, у новорожденного уже близка к уровню взрослого человека. В течение первых двух лет жизни их количество повышается в 2-3 раза. Это увеличение совпадает с периодом овладения ребенком навыками ходьбы и, несомненно, повышает биологическую надежность организма, подвергающегося на данном этапе развития возросшей угрозе травм и повреждений.

Биологическая надежность одних систем обеспечивается дублированием органов (парные почки, легкие, глаза и т.д.); других - взаимозаменяемостью (потеря зрения приводит к обострению слуха и тактильной чувствительности, позволяющей организму адаптироваться к жизненным условиям).

Важной особенностью биологической надежности является то, что в нормальных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. Это обусловлено наличием избыточных элементов, участвующих в осуществлении любой функции. Так, в двух почках содержится около 2 млн нефронов, тогда как для поддержания гомеостаза внутренней среды организма вполне достаточно 400-500 тыс. единиц. Не случайно поэтому при родственной трансплантации почки донор может отдать реципиенту одну почку практически без всякого ущерба для своего здоровья. В вентиляции легких участвует лишь 15% легочной ткани, а при интенсивной физической работе - 25-30%, остальная часть легочной ткани отражает наличие избыточных элементов. В коре больших полушарий активны 4-15% нервных клеток, что свидетельствует об огромных резервных возможностях нервной системы. Следовательно, увеличение количества функционирующих элементов различных систем организма за счет привлечения резервных структур - один из важных стратегических подходов к повышению его функциональных возможностей.

Одним из факторов, обеспечивающих биологическую надежность систем, является совместное участие разных процессов, органов и регуляторных механизмов в обеспечении гомеостаза. Так, обеспечение клеток кислородом достигается согласованной работой систем дыхания, кровообращения и крови. При этом перенос кислорода кровью происходит в виде физически растворенного и химически связанного соединения. Даже сердце, которое является единственным насосом, перекачивающим кровь по кровеносной системе, имеет около 600 помощников - скелетных мышц, сокращение которых способствует продвижению крови по сосудам. Не случайно умеренные физические нагрузки оказывают благотворное влияние на работу сердца. Содержание сахара в крови регулируется большой группой гормонов: одни (глюкагон, кортизол, адреналин, соматотропин) повышают концентрацию глюкозы в крови, другие (инсулин, соматостатин) - понижают. Таким образом, совместная деятельность нескольких содружественных механизмов обеспечивает большую устойчивость и надежность гомеостатических систем.

Этот принцип особенно наглядно проявляется при анализе работы функциональных систем организма. Каждая функциональная система для обеспечения полезного для организма результата избирательно объединяет тканевые элементы различного уровня, принадлежащие к разным анатомическим образованиям. В свою очередь, разные функциональные системы для достижения приспособительного результата могут использовать различные или одни и те же органы. Так, сердечная деятельность может усиливаться и для поддержания постоянного уровня артериального давления, и для форсированного газообмена, и для выполнения физической нагрузки, и для сохранения оптимальной температуры тела при перегревании, и т.д. То есть отдельные органы включаются в функциональные системы по принципу взаимодействия для совместного участия в достижении полезного приспособительного результата, поэтому имеется частичная взаимозаменяемость и компенсация при нарушении деятельности каких-либо органов.

Надежность биологической системы наследственно закреплена и позволяет расширять или снижать границы жизненных возможностей человека в зависимости от условий жизни. Так, закаливание организма расширяет резервные возможности температурной адаптации. Неблагоприятные экологические факторы среды приводят к нарушениям функций различных органов и систем, в том числе центральной нервной системы, что выражается в ухудшении здоровья, показателей поведения и способности к обучению.

С биологической надежностью тесно связана еще одна особенность онтогенетического развития - **экономизация функций**. Она заключается в том, что с возрастом в состоянии физиологического покоя снижается уровень функциональной активности всех органов, обеспечивая, таким образом, увеличение диапазона реагирования. Так, если ЧСС у новорожденного составляет 120-140 ударов в минуту, то к 10 годам она составляет 80-90, а у взрослых - 60-80. Аналогично частота дыхания у новорожденного колеблется в пределах 40-60 циклов в минуту, в 10 лет - 20, а у взрослого - 16-18. Естественно, что при интенсивной физической нагрузке увеличивается ЧСС и Дыхания, которая может достигать 170-180 ударов и 30-40 циклов в минуту. Таким образом, большой прирост ЧСС и дыхания у взрослого человека свидетельствует о больших возможностях его органов и систем, т.е. увеличении резервных возможностей.

### **1.6. АДАПТИВНОСТЬ**

**Адаптация** (прилаживание, приноравливание) - свойство организма приспособляться к действию факторов окружающей среды. Различают адаптацию биологическую и социальную. Биологическая адаптация - совокупность биохимических, функциональных, психических реакций организма на воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза (относительное физико-химическое постоянство внутренней среды организма). При длительном действии факторов среды в организме развиваются и морфологические

изменения. Социальная адаптация присуща только человеку, она обеспечивает его приспособление к социальным условиям жизни.

В настоящее время под адаптацией понимают формирование приспособительных реакций организма не только при действии неблагоприятных или экстремальных факторов среды, но и при действии обычных (не экстремальных) факторов.

Биологические механизмы адаптации изучены достаточно хорошо. Отмечено, что любые приспособительные реакции в организме осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, включающих корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы. В формировании защитных реакций организма в условиях экстремальных воздействий (стресса) особое значение отводится гипофизу и надпочечникам, синтезирующим так называемые адаптивные гормоны. Адаптация человека к условиям среды, являясь общебиологическим свойством всего живого, вместе с тем характеризуется качественной особенностью - она носит ярко выраженный социальный характер.

Ребенок прежде всего должен приспособливаться к действию факторов социальной среды и вырабатывать целесообразные поведенческие реакции для данной социальной микрогруппы: семья, ясли, детский сад, школа и т.д. Учителю и воспитателю необходимо знать, что адаптационные возможности детей и подростков существенно меньше, чем взрослого человека, поэтому их следует оберегать от резких изменений условий жизни, от действия непривычных для них раздражающих факторов. Установлено, что на ранних этапах развития практически любое новое воздействие на организм вызывает бурную генерализованную реакцию, в которую вовлекаются чуть ли не все органы и системы. Эта неспецифическая, неэкономичная реакция при низких резервных возможностях ведет к перенапряжению. Исследования процессов адаптации детей при поступлении их в ясли, детский сад свидетельствуют о напряженной деятельности всех физиологических систем детского организма, что приводит нередко к задержке физического развития, снижению резистентности организма и развитию различных заболеваний. С течением времени, по мере созревания нервных структур, адаптационный ответ становится все более локальным и специфическим, направленным на устранение конкретного фактора, на решение конкретной задачи. Наиболее значимые изменения происходят в 5-7 лет, когда вегетативные системы организма становятся способны осуществлять дифференцированные реакции в ходе его приспособления. В период полового созревания адаптационные процессы временно утрачивают свою эффективность и на непродолжительное время становятся менее специфическими. После 15-16 лет уровень адаптационных возможностей юношей и девушек становится как у взрослых. Следовательно, в критические периоды развития адаптационные возможности организма детей и подростков снижаются. Значительное влияние на ход адаптации оказывает неблагоприятный анамнез детей: патологическое течение беременности у матери, неблагоприятные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга и др.

Известно, что при поступлении детей в школу в корне меняется характер их жизни. Им приходится адаптироваться к школьной нагрузке - физической, умственной и эмоциональной. Проведение нескольких часов в день за партой в школе, за столом дома приводит к напряжению статических мышц, поддерживающих осанку. Незрелость опорно-двигательного аппарата детей младшего школьного возраста, а также недостаточное развитие координационных механизмов в коре головного мозга обуславливают несовершенство двигательной функции. Недостаточная сила нервных процессов, преобладание процессов возбуждения над процессами торможения может до некоторой степени объяснить неустойчивость внимания, ухудшение памяти и быстрое утомление. Многие школьники испытывают гиподинамию, которая ведет к ухудшению функций нервной системы, внутренних органов, костной и мышечной систем и нарушению осанки.

Адаптация первоклассников к школьной нагрузке протекает в три фазы.

- *Фаза ориентировочного приспособления* длится 2 нед и характеризуется повышением возбудимости детей, увеличением реактивности всех систем. У 40% детей наблюдается повышенная двигательная активность. Учителю необходимо реализовать эту жизненно необходимую потребность через физкультминутки и организацию перемен с максимальным пребыванием на свежем воздухе.

- \* *Фаза относительно устойчивого приспособления* длится до 6 нед. В эту фазу происходит постепенное привыкание детей к новым условиям, к школьному режиму. Однако это приспособление не стойкое. Поэтому любые перегрузки могут привести к истощению организма, особенно ранима психика ребенка. Может появляться агрессия, различные формы неврозов (боязнь школы, учителя, плохих отметок и т.д.). Установлено, что в среднем около 15% детей не могут справиться со школьной нагрузкой. На этой почве могут возникнуть различные заболевания: наиболее часто встречаются заболевания органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, инфекционные заболевания. В данном случае следует, учитывая состояние здоровья ребенка и условия жизни, перевести его на индивидуальное обучение либо повременить с обучением.

- *Фаза неполного приспособления* длится от 16 до 20 нед. Она характеризуется тренировкой всех систем организма: улучшением работоспособности, овладением навыками письма, чтения, счета. Развитие и длительность этой фазы зависят от условий, создаваемых педагогами и родителями. Рационально составленный режим дня, регулярное полноценное питание и достаточный сон облегчают адаптацию детей к школьной нагрузке. Однако необходимо помнить, что ни одна схема режима дня не может быть универсальной, пригодной для всех. В каждом конкретном случае необходимо учитывать индивидуальные особенности ребенка.

Поскольку адаптация младших школьников протекает на разных уровнях (нервно-психическом, двигательно-поведенческом, вегетативном, биохимическом и т.д.), то для оценки используют различные тесты и методики.

У многих первоклассников к концу года наблюдаются потеря веса, замедление ростовых процессов, снижение артериального давления и повышенная утомляемость. Необходимо помнить, что мерой адаптации детей к школьным нагрузкам является уровень их здоровья.

Кроме **активной адаптации**, обеспечивающей приспособление организма к условиям среды, может развиваться и **пассивная адаптация**, заключающаяся в *избегании*, уходе от воздействия факторов среды или в *подчинении* требованиям в ущерб своим возможностям и желаниям. Такое проявление адаптации является неблагоприятным фоном для дальнейшего развития ребенка и свидетельствует о необходимости коррекции условий жизни.

При старении организма снижается адаптационный потенциал, что вызывает напряжение всех функциональных систем при адаптации к новым социальным условиям, неблагоприятным экологическим факторам, смене стереотипов.

Старение - это процесс возникновения в организме возрастных изменений, ведущих к недостаточности его функций, ограничивающих физиологические резервы и адаптационные возможности. В настоящее время выделяют три основных направления теорий старения.

- Старение - генетически запрограммированный процесс, заключительная стадия генетической программы индивидуального развития, которая мало зависит от влияния среды. Современным вариантом этой теории является клеточная теория старения Л. Хейфлика, утверждающая, что каждая нормальная клетка имеет ограниченное число делений, по исчерпанию лимита которого она гибнет. Клетки человека способны к 40-60 делениям, что дает возможность продолжительности жизни около 110 лет.

- Старение - результат постепенного накопления повреждений, возникающих в процессе самой жизни, что приводит к снижению биологической надежности организма. Наиболее вероятными кандидатами на роль повреждающих факторов выступают свободные радикалы кислорода, пигмент липофусцин, токсины, которые способны при избыточном накоплении повреждать макромолекулы (ДНК, белки, липиды, коллаген) и клеточные мембраны.

- Старение определяется примерно в равной степени двумя группами факторов: генетическими и внешними: экологическими, средовыми, образом жизни. «Старение - это итог всех стрессов, которым подвергался организм в течение жизни» (Г. Селье).

Вероятно, все теории старения отражают разные стороны и механизмы этого процесса.

## **1.7. УВЕЛИЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

Сохранение целостности организма и его адаптивности к внешним условиям связано с необходимостью сохранения относительного динамического постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

*Гомеостаз* - это совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма. Большая роль в обеспечении гомеостаза принадлежит ЦНС и эндокринной системе.

В организме существуют жесткие и пластичные константы. *Жесткими константами* являются те параметры внутренней среды, которые изменяются в узких пределах, например кислотно-Щелочной состав крови, ее вязкость, концентрация глюкозы и минеральных веществ, температура и т.д. *Пластичные константы* обладают широким диапазоном изменчивости (кровенное давление).

В раннем возрасте все показатели гомеостаза имеют более широкий диапазон колебаний по сравнению с показателями взрослыми. Поэтому при адаптации к различным факторам внешней среды в организме ребенка часто наблюдаются гомеостатические сдвиги. Если выпить 2% воды от массы тела за 30 мин, то у детей до 10-11 лет уменьшится концентрация осмотически активных веществ в плазме крови, у взрослых же показатели гомеостаза практически не изменяются. Этот пример демонстрирует незрелость механизмов регуляции физиологических процессов в детском возрасте и их низкую биологическую надежность.

Для обеспечения гомеостаза организма и повышения его биологической надежности большую роль играют процессы дифференциации клеточных структур и механизмов, а также нарастающая гетерогенность. Благодаря этим процессам в онтогенезе повышается специфичность функционирования клеток и структур, происходит разграничение «полномочий» между разными механизмами контроля функций. Это позволяет сделать систему регуляции физиологических процессов многоконтурной, включающей местные и центральные нейроэндокринные механизмы.

Например, в раннем возрасте клетки скелетной мускулатуры мало дифференцированы. Постепенно в онтогенезе формируются белые и красные мышечные волокна, имеющие разный тип строения и биохимической активности, они способны выполнять различную по длительности и интенсивности работу, что формирует соответствующий тип мышечного реагирования: *спринтерский* (преимущественно белые волокна), *стайерский* (красные волокна), *смешанный* (сочетание белых и красных волокон).

Перечисленные свойства обеспечивают взрослому организму возможность нормально функционировать в различных неблагоприятных условиях более длительный промежуток времени по сравнению с ребенком. В детском возрасте некомфортные условия жизни и нагрузки быстрее вызывают нарушения внутренней среды организма и создают угрозы для здоровья.

### **Вопросы и задания**

1. Перечислите основные закономерности онтогенеза, раскройте их суть.
2. Изучите особенности различных схем возрастной периодизации жизни человека. В чем причины их отличий? Какая классификация возрастных периодов, по вашему мнению, лучше отражает биосоциальную природу человека (обсудите в группе)?
3. В чем отличие календарного и биологического возрастов? Каковы критерии их определения?
4. Что представляют собой критические и сенситивные периоды в онтогенезе?

5. Дайте понятие о процессах роста и развития организма. Как они протекают в онтогенезе? Сделайте графический рисунок.
6. В чем смысл гетерохронности и суть системогенеза?
7. Раскройте понятия акселерации и ретардации организма детей и подростков. Каковы причины этих явлений? Как эти явления необходимо учитывать в воспитании, обучении и оздоровлении детей (обсудите в группе)?
8. Расскажите об особенностях адаптации детского организма и ее видах.
9. Чем обеспечивается биологическая надежность организма и как она изменяется в процессе онтогенеза?

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА**

Изучение возрастных анатомо-физиологических изменений в организме человека правильнее начинать с рассмотрения вопросов закономерностей **онтогенеза** (от греч. *ontos* - сущее и *genesis* - происхождение) - процесса индивидуального развития организма. Такой подход способствует лучшему пониманию протекания этих процессов.

Онтогенез человека осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, изложенными ниже.

- *Целостность и фазность* (этапность) онтогенеза - объективное разделение онтогенеза на отрезки, различающиеся набором решаемых организмом задач и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).
- *Гетеросенситивность* - различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.
- *Непрерывность и неравномерность роста и развития* - рост и развитие организма протекают непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.
- *Гетерохронность* - разновременное созревание функциональных систем, причем в первую очередь созревают те из них, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития (системогенез).
- *Нарастающая гетерогенность* - усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т.е. увеличение неоднородности клеток и тканей, повышение специфичности их функционирования.
- *Дифференциация* - по мере созревания периферических структур происходит передача контроля функций, «полномочий», от центра на периферию и местный уровень. С возрастом увеличиваются роль и вклад местных (тканевых и клеточных) процессов в регуляции функционирования организма.
- *Экономизация функций* - уменьшение функционального ответа биологической системы на внешние воздействия. С возрастом уменьшается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем его резервных возможностей при напряжении функций.
- *Биологическая надежность* - повышение надежности функционирования биологической системы по мере ее развития за счет совершенствования структуры, функции и их регуляции.

- *Адаптивность* - способность организма приспосабливаться к условиям среды обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации к внешним условиям без нарушения гомеостаза.

- *Увеличение стабильности гомеостатических констант* в онтогенезе - при действии внешних факторов показатели гомеостаза изменяются у взрослых в меньшей степени, чем у детей. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте, благодаря способности сохранять стабильность внутренней среды организма.

Рассмотрим, как эти закономерности индивидуального развития реализуются в организме.

### 1.1. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ФАЗНОСТЬ (ЭТАПНОСТЬ) ОНТОГЕНЕЗА

В настоящее время онтогенез, т.е. жизненный цикл человека, рассматривают, с одной стороны, как *целостный*, с другой - как *фазовый* процессы. Каждая фаза, или этап, представляет собой закономерный качественный период, который осуществляется при определенных условиях. До настоящего времени нет общепринятой классификации возрастных периодов, что затрудняет единый подход к систематизации результатов исследований. Однако проблема возрастной периодизации остается актуальной не только с позиций теории, но и практики. Очень важно знать, когда, какие и на каком возрастном этапе онтогенеза наиболее эффективны и безопасны для здоровья ребенка те или иные методы педагогического воздействия.

Одни исследователи за основу периодизации берут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов, другие - уровень созревания костей или степень развития центральной нервной системы. Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периодов новорожденно-сти, ясельного, дошкольного и школьного возрастов отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности. Значительное распространение получила схема возрастной периодизации, рекомендованная Симпозиумом по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965). По этой схеме в жизненном цикле человека выделяют 12 периодов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

#### Возрастная периодизация жизненных циклов человека (1965)

Возрастной период	Пол	Продолжительность периода
Новорожденные		1-10 дней
Грудной возраст		10 дней-1 год
Детство	раннее	1-3 года
	первое	4-7 лет
	второе	мальчики девочки

Подростковый возраст	мальчики девочки	13-16 лет 12-15 лет	
Юношеский возраст	юноши девушки	17-21 год 16-20 лет	
Зрелый возраст	I период	мужчины женщины	22-35 лет 21-35 лет
	II период	мужчины женщины	36-60 лет 36-55 лет
Пожилой возраст	мужчины женщины	61-74года 56-74года	
Старческий возраст		75-90 лет	
Долгожители		90 лет и выше	

В данной классификации возрастных периодов учитываются половые особенности в развитии человека, а также связь календарного возраста с биологическим возрастом. **Календарный (хронологический, паспортный) возраст** в различных странах отсчитывается по-разному. В большинстве стран он регистрируется с момента рождения. В странах Востока (например, в Корее) дополнительно учитывается и период развития человека до рождения, и это справедливо, так как истинное «рождение» человека происходит в момент зачатия. Появление же новорожденного знаменует лишь окончание первого этапа развития. Новорожденный не является простой, уменьшенной копией взрослого, а отличается от него рядом качественных особенностей. И хотя ребенок обладает всем необходимым набором запрограммированных морфологических и функциональных свойств, обеспечивающих ему существование в условиях окружающей среды, его физиологические возможности далеко не соответствуют функциональной активности взрослого организма. Один из основоположников возрастной физиологии, немецкий врач-педиатр

8

и физиолог Э. Гельмрейх, утверждал, что детский организм отличается от взрослого, поскольку: ребенок - это маленький организм; ребенок - это молодой организм; ребенок - это растущий организм. Главное и очевидное отличие ребенка от взрослого - это то, что ребенок растет и развивается и, таким образом, непрерывно меняется. Это значит, что:

- ребенок - не «маленький взрослый», это качественно иной организм, функционирующий по своим законам. Поэтому задачи, поставленные перед ребенком, должны быть не легче (меньше), чем для взрослого, а другие, доступные его пониманию, уровню развития;
- ребенок не готовится к жизни, а уже живет полноценной жизнью с момента своего рождения и решает важные задачи формирования своей биологической, психической и социальной сущности;
- программа развития организма ребенка записана в его генах, но корректируется под влиянием внешних условий. Организм ребенка хорошо

приспособлен к оптимальным для его возраста условиям жизни, но для развития нужны адекватные стимулы. Если внешние воздействия слишком жесткие, превышающие возможности организма, развитие ребенка может затормозиться, и он будет болеть. Если условия слишком благоприятные, не требующие никакого напряжения организма, ребенок будет расти ослабленным и плохо приспособленным к разным неблагоприятным условиям. Поэтому выбор адекватных стимулов для развития ребенка является важным фактором успешности педагогического воздействия.

**Биологический возраст** отражает степень биологического (физического, психического) и социального развития человека на каждом возрастном этапе. В разные периоды онтогенеза используют различные методики определения биологического возраста. Так, до 1 года о степени развития ребенка косвенно судят по увеличению массы тела. В последующие периоды критериями биологической зрелости может служить количество прорезавшихся постоянных зубов (табл. 1.2).

Таблица 1.2

**Средние темпы прорезывания постоянных зубов**

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Количество постоянных зубов	
	Мальчики	Девочки
5	0-1	0-2
5,5	0-3	0-4
6		1-5
6,5	2-8	3-9
7	6-10	6-11

9

При меньшем количестве прорезавшихся постоянных зубов делается заключение об отставании, а при большем - об опережении биологического возраста по отношению к календарному.

Одним из критериев биологического развития является *костный* возраст, т.е. возраст замещения хрящевой ткани скелета костной. В главе 2 приведены нормативные возрастные периоды окостенения различных частей скелета.

Кроме этого, в качестве критерия биологического возраста служит достижение определенных пропорций тела:

$ОГ \times Юр. L$

где ОГ - окружность головы; L - длина тела (табл. 1.3).

Если индивидуальные значения оказываются больше приведенных показателей, это свидетельствует об отставании, если ниже средних значений - об опережении темпов биологического развития.

Таблица 1.3

**Возрастная динамика пропорций тела**

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Средние темпы развития	
	Мальчики	Девочки

5	49,4-45,0	48,1-44,5
5,5	47,9-44,3	46,7-43,2
6	46,6-43,1	45,7-42,1
6,5	45,4-41,9	44,9-41,6
7	44,7-41,3	43,9-39,7

Биологический возраст считается отстающим от паспортного, если два показателя из трех (длина тела, зубной возраст, пропорции тела) оказываются меньше средних данных.

Косвенным показателем биологической зрелости детей дошкольного возраста (5-6 лет) считается филиппинский тест (впервые был применен антропологами при обследовании большой группы детей на Филиппинах). Если ребенок пальцами правой руки, положенной на голову при ее вертикальном удержании (рис. 1.1), может дотронуться до левой мочки уха, это свидетельствует о биологической зрелости организма.

**Рис. 1.1.** Филиппинский тест (по Н.Ф. Лысовой, Р.И. Айзману и соавт., 2008)

У детей 11-17 лет важным критерием биологического возраста является степень полового созревания (формирование вторичных половых признаков в определенной последовательности).

Ниже приведены основные критерии полового созревания девочек (табл. 1.4) и мальчиков (табл. 1.5). В табл. 1.6 и 1.7 даны формулы для расчета степени полового развития девочек и мальчиков.

*Таблица 1.4*

**Стадии развития вторичных половых признаков у девочек**

<i>Признак</i>	<i>Стадия</i>	<i>Балл</i>
<i>Развитие молочной железы</i>		
Железы не выдаются над поверхностью грудной клетки -	Ma-0	0,0
Железы несколько выдаются: околососковый кружок вместе с соском образуют единый конус	Ma-1	1,2
Железы значительно выдаются, вместе имеют форму конуса	Ma-2	2,4
Тело железы принимает округлую форму, соски приподнимаются над околососковым кружком	Ma-3	3,6
<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие волос	P-0	0,0
Единичные волосы	P-1	0,3
Волосы на центральном участке лобка редкие, длинные	P-2	0,6
Волосы на всем треугольнике лобка длинные, вьющиеся, густые	P-3	0,9
<i>Развитие волос в подмышечной впадине</i>		
Отсутствие волос	Ax-0	0,0

Единичные волосы	Ах-1	0,4
Волосы редкие на центральном участке впадины	Ах-2	0,8
Волосы густые, длинные, вьющиеся по всей впадине	Ах-3	1,2
<i>Становление менструальной функции</i>		
Отсутствие менструаций	Ме-0	0,0
1 -2 менструации к моменту осмотра	Ме-1	2,1
Нерегулярные менструации	Ме-2	4,2
Регулярные менструации	Ме-3	6,3

Таблица 1.5

**Стадии развития вторичных половых признаков у мальчиков**

<i>Признак</i>	<i>Стадия</i>	<i>Балл</i>
<i>Оволосение подмышечных впадин</i>		
Отсутствие волос	Ах-0	0,0
Единичные волосы	Ах-1	1,0
Редкие волосы на центральном участке впадины	Ах-2	2,0
Густые прямые волосы по всей впадине	Ах-3	3,0
Густые вьющиеся волосы по всей впадине	Ах-4	4,0
<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие оволосения	Р-0	0,0
Единичные волосы	Р-1	1,1
Редкие волосы в центре лобка	Р-2	2,2
Густые прямые волосы неравномерно по всей поверхности лобка	Р-3	3,3
Густые вьющиеся волосы равномерно по всей поверхности лобка в виде треугольника	Р-4	4,4
Густые вьющиеся волосы, распространяющиеся на внутреннюю поверхность бедер и в направлении к пупку	Р-5	5,5
<i>Рост щитовидного хряща</i>		
Отсутствие признаков роста	0	0,0
Начинающееся выпячивание щитовидного хряща гортани	1	0,6
Отчетливое выпячивание (кадык)	2	1,2
<i>Изменение тембра голоса</i>		
Детский голос	0	0,0
Мутация (ломка) голоса	1	0,7
Мужской тембр голоса	2	1,4
<i>Оволосение лица</i>		
Отсутствие оволосения	0	0,0

Начинающееся оволосение над верхней губой	1	1,6
Жесткие волосы над верхней губой, появление волос на подбородке	2	3,2
Распространенное оволосение над верхней губой и в области подбородка, начало роста бакенбардов	3	4,8
Слияние зон роста волос над губой и в области подбородка, выраженный рост бакенбардов	4	6,4
Слияние всех зон оволосения	5	8,0

Таблица 1.6

**Стандарты полового созревания девочек (по Л.И. Улановой)**

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0Ma_1$	9,5-11,1	11,1	9,5
$P_1Ax_1Ma_2$	10,8-12,6	12,6	10,8
$P_2Ax_2Ma_3$	11,0-12,6	12,6	11,0
$P_3Ax_3Ma_4$	10,8-12,6	12,6	10,8
$P_4Ax_4Ma_5$	11,9-13,7	13,7	11,9
$P_5Ax_5Ma_6$	Me+12,0-13,6	13,6	12,0
$P_6Ax_6Ma_7$	Me+13,0-14,6	14,6	13,0
$P_7Ax_7Ma_8$	Me+13,5-14,7	14,7	13,5
$P_8Ax_8Ma_9$	Me+14,6-16,0	16,0	14,6

+. Таблица 1.7

**Стандарты полового созревания мальчиков (по Л.И. Улановой)**

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0$	11,9-13,3	13,3	11,9
$P_1Ax_1$	11,1-13,5	13,5	11,1
$P_2Ax_2$	12,6-13,1	13,1	12,6
$P_3Ax_3$	13,6-15,0	15,0	13,6
$P_4Ax_4$	13,6-15,0	15,0	13,6
$P_5Ax_5$	13,8-15,2	15,2	13,8
$P_6Ax_6$	14,4-16,4	16,4	14,4
$P_7Ax_7$	15,1-16,5	16,5	15,1

Для взрослых людей оценку биологического возраста и его соответствие календарному возрасту можно провести по ниже приведенным формулам.

БВ (биологический возраст) мужчин:

$26,985 + 0,215 АДС - 0,149 ЗДВ - 0,151 СБ + 0,723 СОЗ$ ;

БВ (биологический возраст) женщин:

$-1,463 + 0,415 \text{ АДП} - 0,140 \text{ СБ} + 0,248 \text{ МТ} + 0,694 \text{ СОЗ}$ ,  
 где АДС - артериальное давление систолическое; ЗДВ - продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, с; СБ (статическая балансировка) - длительность стояния испытуемого на левой ноге, без обуви, глаза закрыты, руки опущены вдоль туловища, с; АДП - артериальное давление пульсовое; МТ - масса тела, кг.

Оценка биологического возраста особенно важна в зрелом, пожилом и старческом периодах, поскольку различия с календарным возрастом на этих этапах онтогенеза могут быть весьма значительными и зависеть от состояния здоровья человека, его вредных привычек, образа жизни, профессиональной деятельности и т.д.

Следует отметить, что всякая возрастная периодизация довольно условна, но необходима для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма человека. Она может быть использована для разработки научно обоснованной системы охраны здоровья человека, для создания таких приемов воспитания и обучения детей и подростков, которые были бы адекватны каждому возрасту и способствовали бы оптимальному развитию физических и психических возможностей.

Кроме вышеприведенной возрастной периодизации жизненных циклов человека, существуют и другие схемы периодизации индивидуального развития (табл. 1.8).

В наибольшей степени всем требованиям отвечает классификация возрастных периодов детства, представленная в табл. 1.9, где указан уровень развития детей на каждом этапе онтогенеза в зависимости от биологических и социальных факторов. Биологическое является предпосылкой развития социального, а социальное, в свою очередь, изменяет развитие природного, биологического начала. В качестве критерия уровня развития в данной классификации использовались: степень созревания тканей и окостенения скелета, особенности развития двигательной сферы и высшей нервной деятельности, а также социальные и педагогические аспекты. В рассматриваемой классификации уделяется большое внимание периоду внутриутробного развития.

Таблица 1.9

**Медико-биологическая классификация возрастных периодов детства**

<i>Возрастной период</i>	<i>Продолжительность возрастного периода</i>	<i>Критерии</i>	<i>Основные морфофункциональные изменения</i>
I. Внутриутробный (антенатальный)	280 дней (40 нед)	Развитие организма с момента оплодотворения,	Формирование организма из зиготы. Быстрый рост и дифференцировка клеток и тканей, органов и систем. Питание за счет материнского организма

		образования зиготы до родов	
1. Эмбриональный	8 нед (развивающийся организм называют зародышем или эмбрионом)	Гистотрофное питание за счет слизистой матки, формирование плаценты	Отмечаются следующие критические периоды: 7-12-й день - период имплантации; 3-6-я неделя - образование зачатков органов; с 8-й недели начинает функционировать сердце
2. Плацентарный	32 нед (развивающийся организм называется плодом)	Питание через плаценту и из околоплодных вод	Критические месяцы: 3-й, когда заканчивается формирование плаценты, формируется костномозговое кроветворение, образуются зачатки коры головного мозга; 6-й - все органы в основном сформированы; к концу 9-го плод занимает постоянное положение
II. Внеутробный (постнатальный)	Период онтогенеза от рождения до смерти	Развертывание во времени программы развития и дегенерации	Дальнейший рост и развитие организма
1. Новорожденный	0-10 дней	Формирование легочного газообмена. Вскармливание молозивом	Адаптация к новым условиям существования сопровождается физиологической потерей веса, которая восстанавливается к концу периода, физиологической желтухой, заживлением пупочной ранки. Начинает функционировать дыхательная система, изменяется характер питания. Включаются механизмы терморегуляции. Взаимосвязь с окружающей средой осуществляется на основе безусловных рефлексов. Образуются условные рефлексы на время кормления и положение при кормлении

2. Грудной	10 дней -1 год	Лактотрофное питание. Реализация и закрепление сидения и стояния	Интенсивный рост. Формирование изгибов позвоночника. Прорезывание первых молочных зубов. Развивается деятельность всех органов чувств в связи с миелинизацией проводящих путей. Формируются положительные эмоции. Начинается развитие внимания, памяти, мышления на основе условных рефлексов. Большая ранимость организма и низкая сопротивляемость к различным острым заболеваниям
3. Раннее детство	1-3 года	Освоение локомоторных актов (ходьба, бег). Овладение речью	Интенсивно развиваются системы организма, совершенствуются движения. Формируется большое количество условных рефлексов и динамических стереотипов, но они недостаточно устойчивы из-за большой активности подкорковых отделов. Совершенствуется высшая нервная деятельность, увеличивается работоспособность, быстро развивается речь. Сопротивляемость организма к болезнетворным воздействиям среды остается пониженной. Дети чувствительны к нарушению режима дня и питания
4. Первое детство	4—7 лет	Интенсивное развитие и высокая пластичность коры головного мозга	Замедление темпов роста, а в 6-7 лет - усиление ростовых процессов. Повышение координации движений. Начало смены молочных зубов на постоянные. Высокая пластичность анализаторных систем, обеспечивающая возможность . обучения, эстетического воспитания. Особая прочность динамических стереотипов. Дальнейшее развитие речи и становление абстрактного мышления. Основой всех функций служит игра. Легко возникают травмы вследствие большой любознательности и отсутствия собственного опыта

5. Второе детство	Девочки 8-11 лет, мальчики 8-12 лет	Адаптация организма школьному обучению. Развитие абстрактного мышления	Заканчивается смена молочных зубов на постоянные. Проявляются половые особенности в развитии. Развитие девочек более интенсивно, чем мальчиков. У девочек формируется грудной тип дыхания, у мальчиков - брюшной. Повышение силы и уравновешенности нервных процессов под тренирующим воздействием учебной нагрузки. Высокий уровень развития положительных и отрицательных условных рефлексов. Развитие внутренней речи и абстрактно-логического мышления. Эмоциональные, умственные и физические перегрузки приводят к снижению надежности организма, развитию невротических и других нарушений здоровья
6. Подростковый период	Девочки 12-15 лет, мальчики 13-16 лет	Половое созревание, развитие вторичных половых признаков	В начале периода - интенсивный рост. Выраженные эндокринные сдвиги и изменения в деятельности нервной системы, половых желез, вегетативные расстройства, повышение возбудимости центральной нервной системы, повышение активности подкорковых структур, ослабление тонуса коры головного мозга, ухудшение образования условных рефлексов, особенно торможения, преобладание конкретного мышления по сравнению с абстрактным; лаконичность, замедленность речи, обеднение словарного запаса. Несоответствие между предъявляемыми требованиями и физиологическими возможностями приводит к утомлению
7. Юношеский	Девушки 16-20 лет, юноши 17-21 лет	Завершение развития организма и всех его систем	Замедление роста. Завершение полового развития. Гармоничное развитие коры и подкорковых отделов. Возрастание роли абстрактного мышления

## 1.1. Норма как один из критериев развития

Долгое время норма рассматривалась как среднестатистическая величина, полученная в состоянии покоя организма без учета его индивидуальных особенностей. Особенно ярко это проявилось при характеристике функциональных и биохимических показателей организма. Например, нормальным считается: кровяное давление 110-140/70-90 мм рт. ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) -60-80 уд/мин.; концентрация Na в плазме крови - 130-150 ммоль/л и т.д. Однако в последние годы все более широкое понимание находит индивидуальная норма, т.е. тот оптимум функционирования организма, который обеспечивает его гомеостаз с учетом возраста, пола, биологического (конституционального) типа, климатогеографической зоны проживания, экологических факторов среды. Поэтому следует говорить сейчас о возрастно-половой, региональной, индивидуальной норме. Например, в 7-летнем возрасте девочки имеют более высокие показатели «школьной зрелости», т.е. уровень психофункционального развития, необходимый для обучения в школе без перенапряжения, чем большинство мальчиков того же возраста. Вместе с тем степень зрелости зависит также от региона проживания, влияния социальных и экологических факторов. Очень важно оценивать показатели нормы в соответствии с биологическим возрастом, конституциональными особенностями индивидуума, т.е. наследственно формирующимися чертами, признаками, определяющими тип физического развития, высшей нервной деятельности, темперамент и т.д.

Например, можно прогнозировать рост ребенка по данным его родителей:

рост ребенка =  $\text{рост матери} + \text{рост отца} / 2 \pm 10 \text{ см}$  (+10 см для мальчиков, -10 см для девочек).

Таким образом, понятие «нормы» должно быть комплексным и учитывать конкретные условия жизни и наследственности. Кроме «нормы покоя», которая оценивается в состоянии физиологического покоя организма при оптимальных условиях, в физиологии и медицине все более широко применяются нагрузочные пробы, позволяющие определить степень реактивности организма и его систем (т.е. *норму реагирования*) и их резервные возможности. Если в состоянии покоя, благодаря компенсации со стороны других систем и включению «резервных мощностей», нарушения могут не диагностироваться, то в условиях повышенных требований к организму, созданных нагрузкой, проявляются гомеостатические сдвиги, свидетельствующие о снижении резервных возможностей той системы, по отношению к которой использована нагрузка. По величине сдвига и длительности его сохранения можно судить о степени снижения резервов организма, т.е. уменьшении уровня здоровья. Например, содержание сахара в крови натощак в состоянии предболезни (диабета) обычно соответствует среднестатистической норме покоя, однако после применения сахарной нагрузки концентрация глюкозы в крови повышается в большей степени и на более продолжительный период времени, чем у здоровых людей. В настоящее

время разработаны различные функциональные нагрузки, позволяющие оценить состояние практически всех вегетативных систем, нейроэндокринных механизмов, а также нервно-психическое состояние. Поэтому нагрузочные пробы являются очень важным диагностическим тестом уровня развития резервных возможностей организма.

Таким образом, при количественной характеристике индивидуальных особенностей и возможностей организма все показатели должны быть сопоставлены с индивидуальной нормой покоя и нормой реакции.

## **1.2. ГЕТЕРОСЕНСИТИВНОСТЬ**

Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития (или *критический период*). В целом критические периоды характеризуются повышенной чувствительностью к действию как позитивных, так и негативных факторов. Они оказывают существенное влияние на последующие этапы развития и на весь жизненный цикл человека. Периоды наибольшей чувствительности к воздействию факторов среды получили название сенситивные периоды. Они могут совпадать с критическими периодами и не совпадать. Выявление таких периодов повышенной чувствительности организма и его систем к средовым влияниям является непременным условием создания благоприятных адекватных условий эффективного обучения и сохранения здоровья Детей. Для людей зрелого и пожилого возраста такие критические периоды чаще всего совпадают с социальными изменениями, например сменой работы, выходом на пенсию.

Факторы среды, оказывающие оптимальное воздействие на определенном этапе развития, в другие периоды могут быть нейтральными или даже оказывать отрицательное воздействие. Отмечается неодинаковая относительная значимость наследственных и средовых факторов в различные периоды роста и развития организма человека: роль наследственных влияний повышается от периода новорожденности к препубертатному, снижается в период полового созревания, затем вновь повышается; пубертатный же период - один из ярких примеров сенситивного этапа онтогенеза - характеризуется усилением влияния факторов внешней среды.

Чувствительность организма к воздействию экологических факторов - экосенситивность - различна в зависимости от периода онтогенеза. Наиболее чувствительными к этим факторам считаются эмбриональный, грудной и подростковый периоды, а у взрослых - пожилой и старческий возраст. Есть указания на повышенную чувствительность подростков к вредным факторам, в\* особенности к токсичным веществам.

В критические периоды наблюдается неустойчивое равновесие развивающихся систем, когда старые механизмы регуляции уже себя исчерпали, а новые еще не достигли определенного уровня зрелости. Степень чувствительности при этом меняется: сначала она увеличивается, достигая максимума, затем снижается, то есть существует период максимальной

готовности организма и его систем к формированию ответа на внешние и внутренние воздействия.

Единого мнения о границах критических (сенситивных) периодов физического и психического развития человека до сих пор нет, так как каждая физиологическая система имеет свои наиболее чувствительные периоды развития и специалисты из разных областей наук, изучающие человека, выделяют свои границы. Тем не менее в постнатальном развитии можно выделить несколько общих границ критических периодов.

- Ранний постнатальный период (от рождения до 1 года), характеризующийся интенсивностью морфофункционального созревания, когда из-за отсутствия средовых воздействий функция может не сформироваться. Например, при отсутствии определенных зрительных стимулов в этот период восприятие их в дальнейшем не формируется.

- Парапубертатный период (2-3,5 года). В это время ребенок начинает активно двигаться. При этом резко возрастает сфера его общения с внешним миром, интенсивно формируются речь и сознание. Вместе с этим повышаются и воспитательные требования, что в совокупности приводит к напряженной работе физиологических систем его организма, а в случае слишком высоких требований - к их «поломке». Особенно ранимой оказывается нервная система, ее перенапряжение приводит к нарушению психического развития и появлению различных нервно-психических отклонений. В этот период онтогенеза родителям и воспитателям необходимо принять все возможные меры по предупреждению детского травматизма, так как около 40% смертных случаев при детских бытовых и транспортных травмах приходится на первые 4 года жизни ребенка.

- Третий критический период совпадает с началом школьного обучения и приходится на возраст 6-8 лет, когда качественные перестройки морфофункционального созревания базовых мозговых процессов приходится на период смены социальных условий. В эти годы в жизнь ребенка входят новые люди - учителя, школьные друзья. Меняется его образ жизни, появляются новые обязанности, падает двигательная активность и т.д. В этот период вновь необходимо особое, бережное отношение к ребенку со стороны учителей и родителей. Следует также учесть, что на этот критический период приходится наибольшее количество транспортных несчастных случаев, и разъяснение детям правил дорожного движения - важный фактор предупреждения транспортных трагедий.

- Пубертатный критический период связан с половым созреванием и перестройкой работы желез внутренней секреции, с изменением в организме гормонального баланса. Обычно это происходит в 11-15 лет, то есть в подростковом возрасте, который также характеризуется повышенной ранимостью нервной системы и возникновением многих нервных расстройств и проявлением психических заболеваний.

- Для взрослых критическими периодами являются периоды смены своего социального и семейного статуса (критический период зрелого возраста в 35 лет, климактерический инволюционный период в 55-60 лет). Физиологические

изменения, происходящие в это время, как правило, отражаются на свойствах личности. Это связано с морфологическими и функциональными перестройками, с новыми формами интеграции внутреннего мира, в то время как прежний стереотип еще существует.

Изучение критических периодов имеет большое значение для педагогики и медицины. В эти этапы жизни у человека недостаточно энергетических ресурсов для обеспечения адаптационных процессов. Вследствие этого увеличивается риск возникновения заболеваний. Кроме того, изучение критических периодов поможет выявить сроки для оптимального достижения результатов в формировании Двигательных навыков и интеллектуальных способностей детей, обеспечить наиболее благоприятную адаптацию к новым условиям.

Программы и методики обучения должны быть приспособлены к ребенку, а не наоборот.

Учет этих периодов будет способствовать успешному применению целенаправленных педагогических воздействий и содействовать оптимизации процесса обучения и воспитания, а также формированию здоровья подрастающего поколения и сохранению его в зрелом и пожилом возрасте. Игнорирование учения о критических периодах не дает возможности решить проблему управления развитием человека как организма и личности.

Важная особенность индивидуального развития - *соподчинность периодов онтогенеза*. В каждый период формируются новые качества, которые служат базисом (фундаментом) для дальнейшего развития. От того, как протекал предыдущий период, зависит последующее развитие; это же относится и к взрослому человеку.

### **1.3. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Онтогенез осуществляется в результате двух процессов: роста и развития. Эти процессы являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки и образования зиготы, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей жизни. Понятие о росте и развитии организмов - одно из фундаментальных понятий в биологии.

Взаимодействие между процессами роста и развития столь сложно, многообразно и непрерывно, что расчленение их в известной мере искусственно. Однако для облегчения изучения оно необходимо.

Под термином «рост» в настоящее время понимается увеличение длины, объема и массы тела детей и подростков, связанное с увеличением числа клеток и количества составляющих их органических молекул, т.е. количественные изменения. В одних органах и тканях, таких как кости, легкие, рост осуществляется в основном за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма - это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей. Количественной

характеристикой роста служат данные размеров человеческого тела и его частей. В результате ростовых процессов с возрастом существенно меняются пропорции и строение тела, увеличивается объем и сила мышц, что приводит к формированию взрослого организма. В пожилом и старческом возрасте в связи с уменьшением синтетических процессов и количества жидкости в организме может наблюдаться некоторое уменьшение массы костной ткани и объема мышц, что отражается на размерах тела.

Под развитием понимаются качественные изменения в организме, заключающиеся в специализации клеток, усложнении строения и функций всех тканей и органов, усложнении их взаимоотношений и процессов их регуляции. Специализация клеток для более совершенного выполнения функций обеспечивает наилучшее приспособление организма к условиям существования. Критериями развития могут считаться появление в хрящевой части скелета костной ткани, прорезывание молочных и постоянных зубов и т.д. Главным результатом процессов развития является значительное повышение эффективности всех физиологических процессов и, как следствие, повышение биологической надежности организма. В пожилом и старческом возрасте эти процессы имеют обратную направленность, что выражается в потере структурной упорядоченности клеток всех органов, их атрофии, нарушении межсистемной интеграции физиологических процессов.

Рост и развитие - две стороны единого процесса. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены и осуществляются постоянно. Они едины, но не тождественны. Рост и развитие - два процесса непрерывного скачкообразного перехода количественных накоплений в новые качественные свойства. Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста организма, приводят к проявлению у ребенка новых качественных особенностей. Например, формирование двигательных функций ребенка связано с созреванием нервно-мышечного аппарата: с увеличением мышечной массы и изменением свойств мышечной ткани, улучшением проведения нервных импульсов по нервным волокнам от головного мозга к мышцам и от мышц к головному мозгу, увеличением количества межклеточных связей в подкорковых структурах и коре головного мозга, с ростом числа связей между отдельными зонами коры головного мозга, участвующими в осуществлении двигательных функций. Поскольку рост и развитие организма происходят одновременно, и на эти процессы затрачивается энергия, то естественно, что периоды ускоренного роста и интенсивного развития не совпадают.

Качественное совершенствование двигательных функций ребенка в свою очередь способствует морфофункциональному созреванию мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно идет формирование новых связей в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

#### **1.4. ГЕТЕРОХРОННОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Рост и развитие некоторых частей тела, а также органов и физиологических систем детей и подростков происходит не одновременно и неравномерно, т.е. **гетерохронно.**

В разные периоды онтогенеза рост имеет неодинаковую интенсивность. Фазы интенсивного роста сменяются фазами с некоторым его замедлением. Для одних периодов характерен общий рост ребенка, для других - увеличение отдельных частей тела. Выделяют *три периода интенсивного роста*: *первый* - от рождения до 1 года, когда длина тела ребенка увеличивается на 50%, а масса тела утраивается; *второй* - полуростовой скачок - в возрасте от 6 до 8 лет, когда за 1 год длина тела может увеличиться на 6-8 см; *третий* - от 11 до 13 лет, когда увеличение длины тела за 1 год может составить 10-12 см. В эти годы снижаются защитные силы организма, функциональные резервы, возникает повышенная чувствительность к неблагоприятным факторам, уменьшается работоспособность.

Известно, что периоды интенсивного роста сменяются периодами усиленного развития, характеризующимися качественными изменениями, когда происходит формирование, созревание и интеграция различных физиологических систем и механизмов, происходит совершенствование организма, повышение его устойчивости, приобретение новых качеств. Эти периоды: от 1 года до 4 лет; 8-10 лет; 14-20 лет.

Периоды интенсивного роста совпадают с критическими периодами. В эти возрастные периоды детский организм чрезвычайно резко реагирует на воздействие неблагоприятных внешних факторов, которые могут замедлить процессы роста и вызвать нарушения в состоянии здоровья.

Неравномерное увеличение отдельных органов и частей тела ведет к существенным изменениям его пропорций. Новорожденный ребенок имеет относительно большую голову, длинное туловище и короткие конечности (по своим пропорциям ближе к шарикю). В дальнейшем, по мере роста, длина нижних конечностей увеличивается в 5 раз, длина верхних конечностей - в 4, туловища - в 3, а головы - только в 2 раза и соответственно изменяются пропорции тела (относительно уменьшается голова, туловище и удлиняются конечности).

В организме ребенка наиболее быстро развиваются и совершенствуются те органы, интенсивное функционирование которых в данный период жизненно необходимо. Например, сердце функционирует уже на третьей неделе пренатального развития, а почки формируются значительно позднее и начинают активно функционировать только у новорожденного ребенка. Половые органы усиленно растут в период полового созревания, а лимфатическая ткань к этому возрасту уже заканчивает свое развитие и подвергается инволюции.

Причиной гетерохронности является различная скорость созревания нервных центров, регулирующих работу различных систем. Не последнюю роль играют и социальные условия среды. Смысл гетерохронности заключается в перераспределении жизненной энергии и ее мобилизации для успешного развития той функции организма, которая важна в данный возрастной период. Принцип гетерохронии развития органов и систем был сформулирован А.Н. Северцовым и детально разработан П.К. Анохиным и его многочисленными учениками и последователями в теории *системогенеза*. Суть этого учения

заключается в том, что структуры, составляющие к моменту рождения ребенка функциональную систему, выполняющую жизненно важную роль, закладываются и созревают избирательно и ускоренно. Так, центры дыхания и кровообращения начинают функционировать раньше, чем центры речи. Из всех нервов руки прежде всего развиваются те, которые обеспечивают сокращение мышц, участвующих в осуществлении хватательного рефлекса. Из всех мышц лица ускоренно развиваются мышцы рта, которые обеспечивают акт сосания.

В процессе обучения ребенка письму, чтению, навыкам личной гигиены и так далее также требуется образование функциональных систем, в которые включаются разные органы. Эти функциональные системы обеспечивают ему оптимальное взаимодействие с внешней средой.

Важной биологической особенностью в развитии детей является то, что **формирование их функциональных систем происходит намного раньше, чем это им требуется.** В функциональной системе, обеспечивающей ребенку рефлекс сосания, анатомо-физиологическое формирование входящих в нее органов и самой системы происходит задолго до рождения ребенка.

Опережающее развитие органов и функциональных систем у детей и подростков - это своеобразная «страховка», которую дает природа человеку на случай непредвиденных обстоятельств. Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный встречается с внешней средой «во всеоружии», так как он уже наделен важнейшей для его жизни функцией сосания, обеспечивающей ему питание.

Следовательно, неодновременное и опережающее развитие функций есть важнейший фактор, который подлежит обязательному учету в педагогической практике. Умелое использование гетерохронности, рациональное распределение информации, научный подход к характеру тренирующего воздействия - важное условие сохранения здоровья и залог успешного гармонического умственного и физического развития подрастающих поколений.

Угасание функций органов и систем происходит также гетерохронно: наиболее рано снижается активность тех функций, которые утрачивают свое биологическое и социальное значение. Например, репродуктивная функция снижается раньше, чем пищеварительная. Чем востребованнее в процессе жизни та или функция, тем дольше она сохраняет свою активность. При постоянной умственной деятельности интеллектуальная функция сохраняется дольше, тогда, как физические нагрузки позволяют сохранить сердечнососудистую и дыхательную системы в хорошем состоянии. Поэтому гармоничная старость во многом зависит от образа жизни человека в течение всего его онтогенеза.

Гетерохронность не только не мешает правильному гармоническому развитию, но и имеет глубокий биологический смысл, который проявляется в увеличении *биологической надежности организма.*

Наряду с типичным развитием, характерным для большинства представителей данной возрастно-половой группы, нередко встречаются отклонения, которые легко свести к двум основным типам - акселерации и ретардации.

Под акселерацией понимают ускорение, а под ретардацией - задержку физического, психического, социального развития и формирования отдельных функциональных систем организма детей и подростков.

Термин «акселерация» употребляется в основном в двух значениях: акселерация эпохальная и внутригрупповая. Эпохальная акселерация обозначает ускорение физического развития детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями. При массовых исследованиях физического развития детей различного возраста выявлено, что показатели многих функциональных систем современных детей и подростков значительно превышают таковые у детей 30-50 лет назад. Длина тела новорожденных за это время увеличилась на 2-2,5 см, а их масса - на 0,5 кг; у 15-летних соответственно - на 6-Ю см и 3-10 кг.

Сократилась продолжительность роста: в настоящее время рост девушек и юношей в среднем заканчивается к 16-19 годам, а 50 лет назад люди достигали максимального роста в возрасте 25-26 лет.

Существуют убедительные доказательства акселерации развития сердечнососудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем детей и подростков, что, возможно, привело к «омоложению» спортивных рекордов. Акселерация показателей физического развития стимулировала и психическое развитие, поскольку между ними существует взаимосвязь.

Внутригрупповые акселерация и ретардация выявляются при рассмотрении размеров тела.

По длине тела выделяют следующие группы детей и подростков:

- высокие и выше средних - акселераты - 20%;
- средние - 60%;
- ниже средних и низкие - ретарданты - 20%.

В настоящее время увеличивается количество высокорослых и низкорослых детей, обусловленное как внешними, так и внутренними факторами. В то же время известно, что дети, развивающиеся средними темпами, отличаются большей надежностью и устойчивостью функциональных систем.

У высокорослых детей энергия в большей степени расходуется на количественное увеличение различных структур и в меньшей - на их качественное преобразование. У таких детей наблюдается отставание структурно-функционального развития мышечной ткани от скорости роста костей, что часто является причиной формирования нарушений опорно-двигательного аппарата. Для формирования гармонического развития высокорослых детей существует система мероприятий, способствующих укреплению и развитию скелетной мускулатуры.

Ускорение и замедление психического развития выявляются при изучении психофункциональных показателей: памяти, абстрактного мышления, развития речи, внимания, умственной работоспособности и т.д. По степени выраженности этих показателей выделяют три группы детей: зрелые,

среднезрелые и незрелые. Процентное соотношение данных групп в различных регионах России, городах, районах, школах неодинаково.

Проблема акселерации и ретардации привлекает внимание многих специалистов всего мира: биологов, медиков, психологов, педагогов и социологов. Решение ее имеет большое практическое значение и требует пересмотра методов обучения, изменения форм полового, физического и эстетического воспитания. Так, определение степени умственного развития детей перед поступлением в школу необходимо для дифференцированного обучения, которое осуществляется в специализированных классах или в обычных с использованием индивидуальных программ, инновационных технологий.

Ребенок с ускоренным психическим развитием, испытывающий недостаток информации в школе, постепенно становится средним учеником. Ребенок, отстающий в психическом развитии, испытывает информационную перегрузку, которая ведет к нарушению деятельности нервной системы. Такой ребенок, как правило, становится неуспевающим. Эти дети нуждаются в понимании особенностей их биологического, психического развития, в индивидуальном подходе при обучении, воспитании и оздоровлении. При соблюдении этих требований они «подтягиваются» до уровня своих сверстников.

Акселерация не всегда положительным образом сказывается на функциональных возможностях детского организма. Есть доказательство, что у акселерированных детей рост и развитие сердца отстают от роста тела. В результате нарушается его нормальная деятельность, создаются предпосылки для развития сердечнососудистых заболеваний. Дети-акселеранты чаще, чем их сверстники, страдают различными нарушениями опорно-двигательного аппарата, поэтому требуется четкое выполнение ими рекомендаций по профилактике этих нарушений и адекватное развитие мышечной системы.

Биологические механизмы акселерации пока не выяснены. Выдвигается много различных гипотез о ее причинах. Наиболее существенные из них:

- широкая миграция современного населения и связанное с ней увеличение количества смешанных браков (в основе лежат законы генетики);
- урбанизация населения (увеличение городского населения) и стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического и психического развития;
- увеличение уровня радиации на земле;
- улучшение социальных условий жизни населения промышленно развитых стран.

Несмотря на то что воздействие перечисленных выше факторов сохраняется, в литературе последних лет есть сообщения о том, что процесс акселерации приостанавливается. Это относится к эпохальной акселерации, которая имеет цикличность в своем развитии. Что касается групповой акселерации, то она была, есть и будет и не замечать, игнорировать ее нельзя, так как это реальная биологическая закономерность. Рационально организованная система воспитания и обучения детей в соответствии с уровнем биологической и

социальной зрелости позволит всем детям гармонично развиваться, сохранить и укрепить их здоровье.

### **1.5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Естественно, что организм, непрерывно взаимодействуя с окружающей средой, должен иметь механизмы, обеспечивающие его жизнеспособность в пределах широких колебаний окружающих условий. Поэтому в процессе филогенеза происходило широкое накопление жизненных возможностей, создание своеобразного резерва, который составляет так называемую **биологическую надежность организма**. Примером, подтверждающим высказанное положение, может служить развитие системы свертывания крови. Известно, что количество тромбина (фермента, вызывающего свертывание крови), содержащегося в 10 мл крови, достаточно для свертывания всей крови человека; в среднем в организме около 5 л крови; следовательно, тромбина одного человека вполне достаточно для превращения в сгусток крови 500 человек. Принимая во внимание, что при свертывании используется лишь часть этого фактора, нетрудно представить колоссальные резервные возможности всей системы.

Принцип надежности присущ как всему организму в целом, так и его системам (центральной нервной системе, дыхательной, пищеварительной и т.д.). Накопление биологической надежности в отдельных органах и системах идет гетерохронно. В первую очередь максимальное увеличение-надежности происходит в системах, приобретающих на данном этапе развития решающее значение. Так, например, концентрация факторов, участвующих в свертывании крови, у новорожденного уже близка к уровню взрослого человека. В течение первых двух лет жизни их количество повышается в 2-3 раза. Это увеличение совпадает с периодом овладения ребенком навыками ходьбы и, несомненно, повышает биологическую надежность организма, подвергающегося на данном этапе развития возросшей угрозе травм и повреждений.

Биологическая надежность одних систем обеспечивается дублированием органов (парные почки, легкие, глаза и т.д.); других - взаимозаменяемостью (потеря зрения приводит к обострению слуха и тактильной чувствительности, позволяющей организму адаптироваться к жизненным условиям).

Важной особенностью биологической надежности является то, что в нормальных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. Это обусловлено наличием избыточных элементов, участвующих в осуществлении любой функции. Так, в двух почках содержится около 2 млн нефронов, тогда как для поддержания гомеостаза внутренней среды организма вполне достаточно 400-500 тыс. единиц. Не случайно поэтому при родственной трансплантации почки донор может отдать реципиенту одну почку практически без всякого ущерба для своего здоровья. В вентиляции легких участвует лишь 15% легочной ткани, а при интенсивной физической работе - 25-30%, остальная часть легочной ткани отражает наличие избыточных элементов. В коре больших

полушарий активны 4-15% нервных клеток, что свидетельствует об огромных резервных возможностях нервной системы. Следовательно, увеличение количества функционирующих элементов различных систем организма за счет привлечения резервных структур - один из важных стратегических подходов к повышению его функциональных возможностей.

Одним из факторов, обеспечивающих биологическую надежность систем, является совместное участие разных процессов, органов и регуляторных механизмов в обеспечении гомеостаза. Так, обеспечение клеток кислородом достигается согласованной работой систем дыхания, кровообращения и крови. При этом перенос кислорода кровью происходит в виде физически растворенного и химически связанного соединения. Даже сердце, которое является единственным насосом, перекачивающим кровь по кровеносной системе, имеет около 600 помощников - скелетных мышц, сокращение которых способствует продвижению крови по сосудам. Не случайно умеренные физические нагрузки оказывают благотворное влияние на работу сердца. Содержание сахара в крови регулируется большой группой гормонов: одни (глюкагон, кортизол, адреналин, соматотропин) повышают концентрацию глюкозы в крови, другие (инсулин, соматостатин) - понижают. Таким образом, совместная деятельность нескольких содружественных механизмов обеспечивает большую устойчивость и надежность гомеостатических систем. Этот принцип особенно наглядно проявляется при анализе работы функциональных систем организма. Каждая функциональная система для обеспечения полезного для организма результата избирательно объединяет тканевые элементы различного уровня, принадлежащие к разным анатомическим образованиям. В свою очередь, разные функциональные системы для достижения приспособительного результата могут использовать различные или одни и те же органы. Так, сердечная деятельность может усиливаться и для поддержания постоянного уровня артериального давления, и для форсированного газообмена, и для выполнения физической нагрузки, и для сохранения оптимальной температуры тела при перегревании, и т.д. То есть отдельные органы включаются в функциональные системы по принципу взаимодействия для совместного участия в достижении полезного приспособительного результата, поэтому имеется частичная взаимозаменяемость и компенсация при нарушении деятельности каких-либо органов.

Надежность биологической системы наследственно закреплена и позволяет расширять или снижать границы жизненных возможностей человека в зависимости от условий жизни. Так, закаливание организма расширяет резервные возможности температурной адаптации. Неблагоприятные экологические факторы среды приводят к нарушениям функций различных органов и систем, в том числе центральной нервной системы, что выражается в ухудшении здоровья, показателей поведения и способности к обучению.

С биологической надежностью тесно связана еще одна особенность онтогенетического развития - **экономизация функций**. Она заключается в том, что с возрастом в состоянии физиологического покоя снижается уровень

функциональной активности всех органов, обеспечивая, таким образом, увеличение диапазона реагирования. Так, если ЧСС у новорожденного составляет 120-140 ударов в минуту, то к 10 годам она составляет 80-90, а у взрослых - 60-80. Аналогично частота дыхания у новорожденного колеблется в пределах 40-60 циклов в минуту, в 10 лет - 20, а у взрослого - 16-18. Естественно, что при интенсивной физической нагрузке увеличивается ЧСС и Дыхания, которая может достигать 170-180 ударов и 30-40 циклов в минуту. Таким образом, большой прирост ЧСС и дыхания у взрослого человека свидетельствует о больших возможностях его органов и систем, т.е. увеличении резервных возможностей.

### **1.6. АДАПТИВНОСТЬ**

**Адаптация** (прилаживание, приноравливание) - свойство организма приспосабливаться к действию факторов окружающей среды. Различают адаптацию биологическую и социальную. Биологическая адаптация - совокупность биохимических, функциональных, психических реакций организма на воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза (относительное физико-химическое постоянство внутренней среды организма). При длительном действии факторов среды в организме развиваются и морфологические изменения. Социальная адаптация присуща только человеку, она обеспечивает его приспособление к социальным условиям жизни.

В настоящее время под адаптацией понимают формирование приспособительных реакций организма не только при действии неблагоприятных или экстремальных факторов среды, но и при действии обычных (не экстремальных) факторов.

Биологические механизмы адаптации изучены достаточно хорошо. Отмечено, что любые приспособительные реакции в организме осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, включающих корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы. В формировании защитных реакций организма в условиях экстремальных воздействий (стресса) особое значение отводится гипофизу и надпочечникам, синтезирующим так называемые адаптивные гормоны. Адаптация человека к условиям среды, являясь общебиологическим свойством всего живого, вместе с тем характеризуется качественной особенностью - она носит ярко выраженный социальный характер.

Ребенок прежде всего должен приспособляться к действию факторов социальной среды и вырабатывать целесообразные поведенческие реакции для данной социальной микрогруппы: семья, ясли, детский сад, школа и т.д. Учителю и воспитателю необходимо знать, что адаптационные возможности детей и подростков существенно меньше, чем взрослого человека, поэтому их следует оберегать от резких изменений условий жизни, от действия непривычных для них раздражающих факторов. Установлено, что на ранних этапах развития практически любое новое воздействие на организм вызывает бурную генерализованную реакцию, в которую вовлекаются чуть ли не все органы и системы. Эта неспецифическая, неэкономичная реакция при низких

резервных возможностях ведет к перенапряжению. Исследования процессов адаптации детей при поступлении их в ясли, детский сад свидетельствуют о напряженной деятельности всех физиологических систем детского организма, что приводит нередко к задержке физического развития, снижению резистентности организма и развитию различных заболеваний. С течением времени, по мере созревания нервных структур, адаптационный ответ становится все более локальным и специфическим, направленным на устранение конкретного фактора, на решение конкретной задачи. Наиболее значимые изменения происходят в 5-7 лет, когда вегетативные системы организма становятся способны осуществлять дифференцированные реакции в ходе его приспособления. В период полового созревания адаптационные процессы временно утрачивают свою эффективность и на непродолжительное время становятся менее специфическими. После 15-16 лет уровень адаптационных возможностей юношей и девушек становится как у взрослых. Следовательно, в критические периоды развития адаптационные возможности организма детей и подростков снижаются. Значительное влияние на ход адаптации оказывает неблагоприятный анамнез детей: патологическое течение беременности у матери, неблагоприятные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга и др.

Известно, что при поступлении детей в школу в корне меняется характер их жизни. Им приходится адаптироваться к школьной нагрузке - физической, умственной и эмоциональной. Проведение нескольких часов в день за партой в школе, за столом дома приводит к напряжению статических мышц, поддерживающих осанку. Незрелость опорно-двигательного аппарата детей младшего школьного возраста, а также недостаточное развитие координационных механизмов в коре головного мозга обуславливают несовершенство двигательной функции. Недостаточная сила нервных процессов, преобладание процессов возбуждения над процессами торможения может до некоторой степени объяснить неустойчивость внимания, ухудшение памяти и быстрое утомление. Многие школьники испытывают гиподинамию, которая ведет к ухудшению функций нервной системы, внутренних органов, костной и мышечной систем и нарушению осанки.

Адаптация первоклассников к школьной нагрузке протекает в три фазы.

- *Фаза ориентировочного приспособления* длится 2 нед и характеризуется повышением возбудимости детей, увеличением реактивности всех систем. У 40% детей наблюдается повышенная двигательная активность. Учителю необходимо реализовать эту жизненно необходимую потребность через физкультминутки и организацию перемен с максимальным пребыванием на свежем воздухе.

- \* *Фаза относительно устойчивого приспособления* длится до 6 нед. В эту фазу происходит постепенное привыкание детей к новым условиям, к школьному режиму. Однако это приспособление не стойкое. Поэтому любые перегрузки могут привести к истощению организма, особенно ранима психика ребенка. Может появляться агрессия, различные формы неврозов (боязнь школы, учителя, плохих отметок и т.д.). Установлено, что в среднем около 15% детей

не могут справиться со школьной нагрузкой. На этой почве могут возникнуть различные заболевания: наиболее часто встречаются заболевания органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, инфекционные заболевания. В данном случае следует, учитывая состояние здоровья ребенка и условия жизни, перевести его на индивидуальное обучение либо повременить с обучением.

- *Фаза неполного приспособления* длится от 16 до 20 нед. Она характеризуется тренировкой всех систем организма: улучшением работоспособности, овладением навыками письма, чтения, счета. Развитие и длительность этой фазы зависят от условий, создаваемых педагогами и родителями. Рационально составленный режим дня, регулярное полноценное питание и достаточный сон облегчают адаптацию детей к школьной нагрузке. Однако необходимо помнить, что ни одна схема режима дня не может быть универсальной, пригодной для всех. В каждом конкретном случае необходимо учитывать индивидуальные особенности ребенка.

Поскольку адаптация младших школьников протекает на разных уровнях (нервно-психическом, двигательно-поведенческом, вегетативном, биохимическом и т.д.), то для оценки используют различные тесты и методики.

У многих первоклассников к концу года наблюдаются потеря веса, замедление ростовых процессов, снижение артериального давления и повышенная утомляемость. Необходимо помнить, что мерой адаптации детей к школьным нагрузкам является уровень их здоровья.

Кроме **активной адаптации**, обеспечивающей приспособление организма к условиям среды, может развиваться и **пассивная адаптация**, заключающаяся в *избегании*, уходе от воздействия факторов среды или в *подчинении* требованиям в ущерб своим возможностям и желаниям. Такое проявление адаптации является неблагоприятным фоном для дальнейшего развития ребенка и свидетельствует о необходимости коррекции условий жизни.

При старении организма снижается адаптационный потенциал, что вызывает напряжение всех функциональных систем при адаптации к новым социальным условиям, неблагоприятным экологическим факторам, смене стереотипов.

Старение - это процесс возникновения в организме возрастных изменений, ведущих к недостаточности его функций, ограничивающих физиологические резервы и адаптационные возможности. В настоящее время выделяют три основных направления теорий старения.

- Старение - генетически запрограммированный процесс, заключительная стадия генетической программы индивидуального развития, которая мало зависит от влияния среды. Современным вариантом этой теории является клеточная теория старения Л. Хейфлика, утверждающая, что каждая нормальная клетка имеет ограниченное число делений, по исчерпанию лимита которого она гибнет. Клетки человека способны к 40-60 делениям, что дает возможность продолжительности жизни около 110 лет.

- Старение - результат постепенного накопления повреждений, возникающих в процессе самой жизни, что приводит к снижению биологической надежности

организма. Наиболее вероятными кандидатами на роль повреждающих факторов выступают свободные радикалы кислорода, пигмент липофусцин, токсины, которые способны при избыточном накоплении повреждать макромолекулы (ДНК, белки, липиды, коллаген) и клеточные мембраны.

- Старение определяется примерно в равной степени двумя группами факторов: генетическими и внешними: экологическими, средовыми, образом жизни. «Старение - это итог всех стрессов, которым подвергался организм в течение жизни» (Г. Селье).

Вероятно, все теории старения отражают разные стороны и механизмы этого процесса.

### **1.7. УВЕЛИЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

Сохранение целостности организма и его адаптивности к внешним условиям связано с необходимостью сохранения относительного динамического постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

*Гомеостаз* - это совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма. Большая роль в обеспечении гомеостаза принадлежит ЦНС и эндокринной системе.

В организме существуют жесткие и пластичные константы. *Жесткими константами* являются те параметры внутренней среды, которые изменяются в узких пределах, например кислотно-Щелочной состав крови, ее вязкость, концентрация глюкозы и минеральных веществ, температура и т.д. *Пластичные константы* обладают широким диапазоном изменчивости (кровенное давление).

В раннем возрасте все показатели гомеостаза имеют более широкий диапазон колебаний по сравнению с показателями взрослыми. Поэтому при адаптации к различным факторам внешней среды в организме ребенка часто наблюдаются гомеостатические сдвиги. Если выпить 2% воды от массы тела за 30 мин, то у детей до 10-11 лет уменьшится концентрация осмотически активных веществ в плазме крови, у взрослых же показатели гомеостаза практически не изменяются. Этот пример демонстрирует незрелость механизмов регуляции физиологических процессов в детском возрасте и их низкую биологическую надежность.

Для обеспечения гомеостаза организма и повышения его биологической надежности большую роль играют процессы дифференциации клеточных структур и механизмов, а также нарастающая гетерогенность. Благодаря этим процессам в онтогенезе повышается специфичность функционирования клеток и структур, происходит разграничение «полномочий» между разными механизмами контроля функций. Это позволяет сделать систему регуляции физиологических процессов многоконтурной, включающей местные и центральные нейроэндокринные механизмы.

Например, в раннем возрасте клетки скелетной мускулатуры мало дифференцированы. Постепенно в онтогенезе формируются белые и красные мышечные волокна, имеющие разный тип строения и биохимической

активности, они способны выполнять различную по длительности и интенсивности работу, что формирует соответствующий тип мышечного реагирования: *спринтерский* (преимущественно белые волокна), *стайерский* (красные волокна), *смешанный* (сочетание белых и красных волокон).

Перечисленные свойства обеспечивают взрослому организму возможность нормально функционировать в различных неблагоприятных условиях более длительный промежуток времени по сравнению с ребенком. В детском возрасте некомфортные условия жизни и нагрузки быстрее вызывают нарушения внутренней среды организма и создают угрозы для здоровья.

### **Вопросы и задания**

1. Перечислите основные закономерности онтогенеза, раскройте их суть.
2. Изучите особенности различных схем возрастной периодизации жизни человека. В чем причины их отличий? Какая классификация возрастных периодов, по вашему мнению, лучше отражает биосоциальную природу человека (обсудите в группе)?
3. В чем отличие календарного и биологического возрастов? Каковы критерии их определения?
4. Что представляют собой критические и сенситивные периоды в онтогенезе?
5. Дайте понятие о процессах роста и развития организма. Как они протекают в онтогенезе? Сделайте графический рисунок.
6. В чем смысл гетерохронности и суть системогенеза?
7. Раскройте понятия акселерации и ретардации организма детей и подростков. Каковы причины этих явлений? Как эти явления необходимо учитывать в воспитании, обучении и оздоровлении детей (обсудите в группе)?
8. Расскажите об особенностях адаптации детского организма и ее видах.
9. Чем обеспечивается биологическая надежность организма и как она изменяется в процессе онтогенеза?

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА**

Изучение возрастных анатомо-физиологических изменений в организме человека правильнее начинать с рассмотрения вопросов закономерностей **онтогенеза** (от греч. *ontos* - сущее и *genesis* - происхождение) - процесса индивидуального развития организма. Такой подход способствует лучшему пониманию протекания этих процессов.

Онтогенез человека осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, изложенными ниже.

- *Целостность и фазность* (этапность) онтогенеза - объективное разделение онтогенеза на отрезки, различающиеся набором решаемых организмом задач и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).
- *Гетеросенситивность* - различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.
- *Непрерывность и неравномерность роста и развития* - рост и развитие организма протекают непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.

- *Гетерохронность* - одновременное созревание функциональных систем, причем в первую очередь созревают те из них, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития (системогенез).
  - *Нарастающая гетерогенность* - усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т.е. увеличение неоднородности клеток и тканей, повышение специфичности их функционирования.
  - *Дифференциация* - по мере созревания периферических структур происходит передача контроля функций, «полномочий», от центра на периферию и местный уровень. С возрастом увеличивается роль и вклад местных (тканевых и клеточных) процессов в регуляции функционирования организма.
  - *Экономизация функций* - уменьшение функционального ответа биологической системы на внешние воздействия. С возрастом уменьшается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем его резервных возможностей при напряжении функций.
  - *Биологическая надежность* - повышение надежности функционирования биологической системы по мере ее развития за счет совершенствования структуры, функции и их регуляции.
  - *Адаптивность* - способность организма приспосабливаться к условиям среды обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации к внешним условиям без нарушения гомеостаза.
  - *Увеличение стабильности гомеостатических констант* в онтогенезе - при действии внешних факторов показатели гомеостаза изменяются у взрослых в меньшей степени, чем у детей. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте, благодаря способности сохранять стабильность внутренней среды организма.
- Рассмотрим, как эти закономерности индивидуального развития реализуются в организме.

### 1.1. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ФАЗНОСТЬ (ЭТАПНОСТЬ) ОНТОГЕНЕЗА

В настоящее время онтогенез, т.е. жизненный цикл человека, рассматривают, с одной стороны, как *целостный*, с другой - как *фазовый* процессы. Каждая фаза, или этап, представляет собой закономерный качественный период, который осуществляется при определенных условиях. До настоящего времени нет общепринятой классификации возрастных периодов, что затрудняет единый подход к систематизации результатов исследований. Однако проблема возрастной периодизации остается актуальной не только с позиций теории, но и практики. Очень важно знать, когда, какие и на каком возрастном этапе онтогенеза наиболее эффективны и безопасны для здоровья ребенка те или иные методы педагогического воздействия.

Одни исследователи за основу периодизации берут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов, другие - уровень созревания костей или степень развития центральной нервной системы. Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периодов новорожденно-сти, ясельного, дошкольного и школьного возрастов

отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности. Значительное распространение получила схема возрастной периодизации, рекомендованная Симпозиумом по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965). По этой схеме в жизненном цикле человека выделяют 12 периодов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Возрастная периодизация жизненных циклов человека (1965)**

Возрастной период		Пол	Продолжительность периода
Новорожденные			1-10 дней
Грудной возраст			10 дней-1 год
Детство	раннее		1-3 года
	первое		4-7 лет
	второе	мальчики девочки	8-12 лет 8-11 лет
Подростковый возраст		мальчики девочки	13-16 лет 12-15 лет
Юношеский возраст		юноши девушки	17-21 год 16-20 лет
Зрелый возраст	I период	мужчины женщины	22-35 лет 21-35 лет
	II период	мужчины женщины	36-60 лет 36-55 лет
Пожилой возраст		мужчины женщины	61-74года 56-74года
Старческий возраст			75-90 лет
Долгожители			90 лет и выше

В данной классификации возрастных периодов учитываются половые особенности в развитии человека, а также связь календарного возраста с биологическим возрастом. **Календарный (хронологический, паспортный) возраст** в различных странах отсчитывается по-разному. В большинстве стран он регистрируется с момента рождения. В странах Востока (например, в Корее) дополнительно учитывается и период развития человека до рождения, и это справедливо, так как истинное «рождение» человека происходит в момент зачатия. Появление же новорожденного знаменует лишь окончание первого этапа развития. Новорожденный не является простой, уменьшенной копией взрослого, а отличается от него рядом качественных особенностей. И хотя ребенок обладает всем необходимым набором запрограммированных морфологических и функциональных свойств, обеспечивающих ему существование в условиях окружающей среды, его физиологические возможности далеко не соответствуют функциональной активности взрослого организма. Один из основоположников возрастной физиологии, немецкий врач-педиатр

и физиолог Э. Гельмрейх, утверждал, что детский организм отличается от взрослого, поскольку: ребенок - это маленький организм; ребенок - это молодой организм; ребенок - это растущий организм. Главное и очевидное отличие ребенка от взрослого - это то, что ребенок растет и развивается и, таким образом, непрерывно меняется. Это значит, что:

- ребенок - не «маленький взрослый», это качественно иной организм, функционирующий по своим законам. Поэтому задачи, поставленные перед ребенком, должны быть не легче (меньше), чем для взрослого, а другие, доступные его пониманию, уровню развития;
- ребенок не готовится к жизни, а уже живет полноценной жизнью с момента своего рождения и решает важные задачи формирования своей биологической, психической и социальной сущности;
- программа развития организма ребенка записана в его генах, но корректируется под влиянием внешних условий. Организм ребенка хорошо приспособлен к оптимальным для его возраста условиям жизни, но для развития нужны адекватные стимулы. Если внешние воздействия слишком жесткие, превышающие возможности организма, развитие ребенка может затормозиться, и он будет болеть. Если условия слишком благоприятные, не требующие никакого напряжения организма, ребенок будет расти ослабленным и плохо приспособленным к разным неблагоприятным условиям. Поэтому выбор адекватных стимулов для развития ребенка является важным фактором успешности педагогического воздействия.

**Биологический возраст** отражает степень биологического (физического, психического) и социального развития человека на каждом возрастном этапе. В разные периоды онтогенеза используют различные методики определения биологического возраста. Так, до 1 года о степени развития ребенка косвенно судят по увеличению массы тела. В последующие периоды критериями биологической зрелости может служить количество прорезавшихся постоянных зубов (табл. 1.2).

*Таблица 1.2*

**Средние темпы прорезывания постоянных зубов**

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Количество постоянных зубов	
	Мальчики	Девочки
5	0-1	0-2
5,5	0-3	0-4
6		1-5
6,5	2-8	3-9
7	6-10	6-11

При меньшем количестве прорезавшихся постоянных зубов делается заключение об отставании, а при большем - об опережении биологического возраста по отношению к календарному.

Одним из критериев биологического развития является *костный* возраст, т.е. возраст замещения хрящевой ткани скелета костной. В главе 2 приведены нормативные возрастные периоды окостенения различных частей скелета. Кроме этого, в качестве критерия биологического возраста служит достижение определенных пропорций тела:

$ОГ \times Юр. L$

где ОГ - окружность головы; *L* - длина тела (табл. 1.3).

Если индивидуальные значения оказываются больше приведенных показателей, это свидетельствует об отставании, если ниже средних значений - об опережении темпов биологического развития.

Таблица 1.3

### Возрастная динамика пропорций тела

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Средние темпы развития	
	Мальчики	Девочки
5	49,4-45,0	48,1-44,5
5,5	47,9-44,3	46,7-43,2
6	46,6-43,1	45,7-42,1
6,5	45,4-41,9	44,9-41,6
7	44,7-41,3	43,9-39,7

Биологический возраст считается отстающим от паспортного, если два показателя из трех (длина тела, зубной возраст, пропорции тела) оказываются меньше средних данных.

Косвенным показателем биологической зрелости детей дошкольного возраста (5-6 лет) считается филиппинский тест (впервые был применен антропологами при обследовании большой группы детей на Филиппинах). Если ребенок пальцами правой руки, положенной на голову при ее вертикальном удержании (рис. 1.1), может дотронуться до левой мочки уха, это свидетельствует о биологической зрелости организма.

**Рис. 1.1.** Филиппинский тест (по Н.Ф. Лысовой, Р.И. Айзману и соавт., 2008)

У детей 11-17 лет важным критерием биологического возраста является степень полового созревания (формирование вторичных половых признаков в определенной последовательности).

Ниже приведены основные критерии полового созревания девочек (табл. 1.4) и мальчиков (табл. 1.5). В табл. 1.6 и 1.7 даны формулы для расчета степени полового развития девочек и мальчиков.

Таблица 1.4

### Стадии развития вторичных половых признаков у девочек

Признак	Стадия	Балл
<i>Развитие молочной железы</i>		
Железы не выдаются над поверхностью грудной клетки -	Ma-0	0,0

Железы несколько выдаются: околососковый кружок вместе с соском образуют единый конус	Ma-1	1,2
Железы значительно выдаются, вместе имеют форму конуса	Ma-2	2,4
Тело железы принимает округлую форму, соски приподнимаются над околососковым кружком	Ma-3	3,6
<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие волос	P-0	0,0
Единичные волосы	P-1	0,3
Волосы на центральном участке лобка редкие, длинные	P-2	0,6
Волосы на всем треугольнике лобка длинные, вьющиеся, густые	P-3	0,9
<i>Развитие волос в подмышечной впадине</i>		
Отсутствие волос	Ax-0	0,0
Единичные волосы	Ax-1	0,4
Волосы редкие на центральном участке впадины	Ax-2	0,8
Волосы густые, длинные, вьющиеся по всей впадине	Ax-3	1,2
<i>Становление менструальной функции</i>		
Отсутствие менструаций	Me-0	0,0
1 -2 менструации к моменту осмотра	Me-1	2,1
Нерегулярные менструации	Me-2	4,2
Регулярные менструации	Me-3	6,3

Таблица 1.5

**Стадии развития вторичных половых признаков у мальчиков**

Признак	Стадия	Балл
<i>Оволосение подмышечных впадин</i>		
Отсутствие волос	Ax-0	0,0
Единичные волосы	Ax-1	1,0
Редкие волосы на центральном участке впадины	Ax-2	2,0
Густые прямые волосы по всей впадине	Ax-3	3,0
Густые вьющиеся волосы по всей впадине	Ax-4	4,0
<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие оволосения	P-0	0,0
Единичные волосы	P-1	1,1
Редкие волосы в центре лобка	P-2	2,2
Густые прямые волосы неравномерно по всей поверхности лобка	P-3	3,3

Густые вьющиеся волосы равномерно по всей поверхности лобка в виде треугольника	P-4	4,4
Густые вьющиеся волосы, распространяющиеся на внутреннюю поверхность бедер и в направлении к пупку	P-5	5,5
<i>Рост щитовидного хряща</i>		
Отсутствие признаков роста	0	0,0
Начинающееся выпячивание щитовидного хряща гортани	1	0,6
Отчетливое выпячивание (кадык)	2	1,2
<i>Изменение тембра голоса</i>		
Детский голос	0	0,0
Мутация (ломка) голоса	1	0,7
Мужской тембр голоса	2	1,4
<i>Оволосение лица</i>		
Отсутствие оволосения	0	0,0
Начинающееся оволосение над верхней губой	1	1,6
Жесткие волосы над верхней губой, появление волос на подбородке	2	3,2
Распространенное оволосение над верхней губой и в области подбородка, начало роста бакенбардов	3	4,8
Слияние зон роста волос над губой и в области подбородка, выраженный рост бакенбардов	4	6,4
Слияние всех зон оволосения	5	8,0

Таблица 1.6

**Стандарты полового созревания девочек (по Л.И. Улановой)**

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0Ma_1$	9,5-11,1	11,1	9,5
$P_1Ax_1Ma_2$	10,8-12,6	12,6	10,8
$P_2Ax_2Ma_2$	11,0-12,6	12,6	11,0
$P_3Ax_3Ma_3$	11,9-13,7	13,7	11,9
$P_4Ax_4Ma_4$	12,8-14,6	14,6	12,8
$P_5Ax_5Ma_5$	13,7-15,5	15,5	13,7
$P_6Ax_6Ma_6$	14,6-16,4	16,4	14,6
$P_7Ax_7Ma_7$	15,5-17,3	17,3	15,5
$P_8Ax_8Ma_8$	16,4-18,2	18,2	16,4

+. Таблица 1.7

**Стандарты полового созревания мальчиков (по Л.И. Улановой)**

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0$	11,9-13,3	13,3	11,9
$P, Ax,$	11,1-13,5	13,5	11,1
$P, Ax,$	12,6-13,1	13,1	12,6
$P_2Ax_2$	13,6-15,0	15,0	13,6
— $P_3Ax,$	13,6-15,0	15,0	13,6
$P_3Ax,$	13,8-15,2	15,2	13,8
$P_3Ax_3$	14,4-16,4	16,4	14,4
$P_4Ax_3$	15,1-16,5	16,5	15,1

Для взрослых людей оценку биологического возраста и его соответствие календарному возрасту можно провести по ниже приведенным формулам.

БВ (биологический возраст) мужчин:

$$26,985 + 0,215 \text{ АДС} - 0,149 \text{ ЗДВ} - 0,151 \text{ СБ} + 0,723 \text{ СОЗ};$$

БВ (биологический возраст) женщин:

$$-1,463 + 0,415 \text{ АДП} - 0,140 \text{ СБ} + 0,248 \text{ МТ} + 0,694 \text{ СОЗ},$$

где АДС - артериальное давление систолическое; ЗДВ - продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, с; СБ (статическая балансировка) - длительность стояния испытуемого на левой ноге, без обуви, глаза закрыты, руки опущены вдоль туловища, с; АДП - артериальное давление пульсовое; МТ - масса тела, кг.

Оценка биологического возраста особенно важна в зрелом, пожилом и старческом периодах, поскольку различия с календарным возрастом на этих этапах онтогенеза могут быть весьма значительными и зависеть от состояния здоровья человека, его вредных привычек, образа жизни, профессиональной деятельности и т.д.

Следует отметить, что всякая возрастная периодизация довольно условна, но необходима для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма человека. Она может быть использована для разработки научно обоснованной системы охраны здоровья человека, для создания таких приемов воспитания и обучения детей и подростков, которые были бы адекватны каждому возрасту и способствовали бы оптимальному развитию физических и психических возможностей.

Кроме вышеприведенной возрастной периодизации жизненных циклов человека, существуют и другие схемы периодизации индивидуального развития (табл. 1.8).

В наибольшей степени всем требованиям отвечает классификация возрастных периодов детства, представленная в табл. 1.9, где указан уровень развития детей на каждом этапе онтогенеза в зависимости от биологических и социальных факторов. Биологическое является предпосылкой развития социального, а социальное, в свою очередь, изменяет развитие природного, биологического начала. В качестве критерия уровня развития в данной классификации использовались: степень созревания тканей и окостенения

скелета, особенности развития двигательной сферы и высшей нервной деятельности, а также социальные и педагогические аспекты. В рассматриваемой классификации уделяется большое внимание периоду внутриутробного развития.

Таблица 1.9

**Медико-биологическая классификация возрастных периодов детства**

<i>Возрастной период</i>	<i>Продолжительность возрастного периода</i>	<i>Критерии</i>	<i>Основные морфофункциональные изменения</i>
I. Внутриутробный (антенатальный)	280 дней (40 нед)	Развитие организма с момента оплодотворения, образования зиготы до родов	Формирование организма из зиготы. Быстрый рост и дифференцировка клеток и тканей, органов и систем. Питание за счет материнского организма
1. Эмбриональный	8 нед (развивающийся организм называют зародышем или эмбрионом)	Гистотрофное питание за счет слизистой матки, формирование плаценты	Отмечаются следующие критические периоды: 7-12-й день - период имплантации; 3-6-я неделя - образование зачатков органов; с 8-й недели начинает функционировать сердце
2. Плацентарный	32 нед (развивающийся организм называется плодом)	Питание через плаценту и из околоплодных вод	Критические месяцы: 3-й, когда заканчивается формирование плаценты, формируется костномозговое кроветворение, образуются зачатки коры головного мозга; 6-й - все органы в основном сформированы; к концу 9-го плод занимает постоянное положение
II. Внеутробный (постнатальный)	Период онтогенеза от рождения до смерти	Развертывание во времени программы развития и деградации	Дальнейший рост и развитие организма
1. Новорожденный	0-10 дней	Формирование легочного газообмена. Вскармливание молозивом	Адаптация к новым условиям существования сопровождается физиологической потерей веса, которая восстанавливается к концу периода, физиологической желтухой, заживлением пупочной ранки. Начинает функционировать

			дыхательная система, изменяется характер питания. Включаются механизмы терморегуляции. Взаимосвязь с окружающей средой осуществляется на основе безусловных рефлексов. Образуются условные рефлексы на время кормления и положение при кормлении
2. Грудной	10 дней -1 год	Лактотрофное питание. Реализация и закрепление сидения и стояния	Интенсивный рост. Формирование изгибов позвоночника. Прорезывание первых молочных зубов. Развивается деятельность всех органов чувств в связи с миелинизацией проводящих путей. Формируются положительные эмоции. Начинается развитие внимания, памяти, мышления на основе условных рефлексов. Большая ранимость организма и низкая сопротивляемость к различным острым заболеваниям
3. Раннее детство	1-3 года	Освоение локомоторных актов (ходьба, бег). Овладение речью	Интенсивно развиваются системы организма, совершенствуются движения. Формируется большое количество условных рефлексов и динамических стереотипов, но они недостаточно устойчивы из-за большой активности подкорковых отделов. Совершенствуется высшая нервная деятельность, увеличивается работоспособность, быстро развивается речь. Сопротивляемость организма к болезнетворным воздействиям среды остается пониженной. Дети чувствительны к нарушению режима дня и питания
4. Первое детство	4—7 лет	Интенсивное развитие и высокая пластичность коры головного мозга	Замедление темпов роста, а в 6-7 лет - усиление ростовых процессов. Повышение координации движений. Начало смены молочных зубов на постоянные. Высокая пластичность анализаторных систем, обеспечивающая возможность . обучения, эстетического воспитания. Особая прочность динамических стереотипов. Дальнейшее развитие речи и

			становление абстрактного мышления. Основой всех функций служит игра. Легко возникают травмы вследствие большой любознательности и отсутствия собственного опыта
5. Второе детство	Девочки 8-11 лет, мальчики 8-12 лет	Адаптация организма школьному обучению. Развитие абстрактного мышления	Заканчивается смена молочных зубов на постоянные. Проявляются половые особенности в развитии. Развитие девочек более интенсивно, чем мальчиков. У девочек формируется грудной тип дыхания, у мальчиков - брюшной. Повышение силы и уравновешенности нервных процессов под тренирующим воздействием учебной нагрузки. Высокий уровень развития положительных и отрицательных условных рефлексов. Развитие внутренней речи и абстрактно-логического мышления. Эмоциональные, умственные и физические перегрузки приводят к снижению надежности организма, развитию неврозов и других нарушений здоровья
6. Подростковый период	Девочки 12-15 лет, мальчики 13-16 лет	Половое созревание, развитие вторичных половых признаков	В начале периода - интенсивный рост. Выраженные эндокринные сдвиги и изменения в деятельности нервной системы, половых желез, вегетативные расстройства, повышение возбудимости центральной нервной системы, повышение активности подкорковых структур, ослабление тонуса коры головного мозга, ухудшение образования условных рефлексов, особенно торможения, преобладание конкретного мышления по сравнению с абстрактным; лаконичность, замедленность речи, обеднение словарного запаса. Несоответствие между предъявляемыми требованиями и физиологическими возможностями приводит к утомлению

7. Юноше- ский	Девушки 16- 20 лет, юноши 17-21 лет	Завершение развития организма и всех его систем	Замедление роста. Завершение полового развития. Гармоничное развитие коры и подкорковых отделов. Возрастание роли абстрактного мышления
----------------------	--	--	---

### 1.1. Норма как один из критериев развития

Долгое время норма рассматривалась как среднестатистическая величина, полученная в состоянии покоя организма без учета его индивидуальных особенностей. Особенно ярко это проявилось при характеристике функциональных и биохимических показателей организма. Например, нормальным считается: кровяное давление 110-140/70-90 мм рт. ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) -60-80 уд/мин.; концентрация Na в плазме крови - 130-150 ммоль/л и т.д. Однако в последние годы все более широкое понимание находит индивидуальная норма, т.е. тот оптимум функционирования организма, который обеспечивает его гомеостаз с учетом возраста, пола, биологического (конституционального) типа, климатогеографической зоны проживания, экологических факторов среды. Поэтому следует говорить сейчас о возрастно-половой, региональной, индивидуальной норме. Например, в 7-летнем возрасте девочки имеют более высокие показатели «школьной зрелости», т.е. уровень психофункционального развития, необходимый для обучения в школе без перенапряжения, чем большинство мальчиков того же возраста. Вместе с тем степень зрелости зависит также от региона проживания, влияния социальных и экологических факторов. Очень важно оценивать показатели нормы в соответствии с биологическим возрастом, конституциональными особенностями индивидуума, т.е. наследственно формирующимися чертами, признаками, определяющими тип физического развития, высшей нервной деятельности, темперамент и т.д.

Например, можно прогнозировать рост ребенка по данным его родителей:  
 $\text{рост ребенка} = \text{рост матери} + \text{рост отца} / 2 \pm 10 \text{ см}$  (+10 см для мальчиков, -10 см для девочек).

Таким образом, понятие «нормы» должно быть комплексным и учитывать конкретные условия жизни и наследственности. Кроме «нормы покоя», которая оценивается в состоянии физиологического покоя организма при оптимальных условиях, в физиологии и медицине все более широко применяются нагрузочные пробы, позволяющие определить степень реактивности организма и его систем (т.е. *норму реагирования*) и их резервные возможности. Если в состоянии покоя, благодаря компенсации со стороны других систем и включению «резервных мощностей», нарушения могут не диагностироваться, то в условиях повышенных требований к организму, созданных нагрузкой, проявляются гомеостатические сдвиги, свидетельствующие о снижении резервных возможностей той системы, по

отношению к которой использована нагрузка. По величине сдвига и длительности его сохранения можно судить о степени снижения резервов организма, т.е. уменьшении уровня здоровья. Например, содержание сахара в крови натощак в состоянии предболезни (диабета) обычно соответствует среднестатистической норме покоя, однако после применения сахарной нагрузки концентрация глюкозы в крови повышается в большей степени и на более продолжительный период времени, чем у здоровых людей. В настоящее время разработаны различные функциональные нагрузки, позволяющие оценить состояние практически всех вегетативных систем, нейроэндокринных механизмов, а также нервно-психическое состояние. Поэтому нагрузочные пробы являются очень важным диагностическим тестом уровня развития резервных возможностей организма.

Таким образом, при количественной характеристике индивидуальных особенностей и возможностей организма все показатели должны быть сопоставлены с индивидуальной нормой покоя и нормой реакции.

## **1.2. ГЕТЕРОСЕНСИТИВНОСТЬ**

Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития (или *критический период*). В целом критические периоды характеризуются повышенной чувствительностью к действию как позитивных, так и негативных факторов. Они оказывают существенное влияние на последующие этапы развития и на весь жизненный цикл человека. Периоды наибольшей чувствительности к воздействию факторов среды получили название сенситивные периоды. Они могут совпадать с критическими периодами и не совпадать. Выявление таких периодов повышенной чувствительности организма и его систем к средовым влияниям является непременным условием создания благоприятных адекватных условий эффективного обучения и сохранения здоровья Детей. Для людей зрелого и пожилого возраста такие критические периоды чаще всего совпадают с социальными изменениями, например сменой работы, выходом на пенсию.

Факторы среды, оказывающие оптимальное воздействие на определенном этапе развития, в другие периоды могут быть нейтральными или даже оказывать отрицательное воздействие. Отмечается неодинаковая относительная значимость наследственных и средовых факторов в различные периоды роста и развития организма человека: роль наследственных влияний повышается от периода новорожденности к препубертатному, снижается в период полового созревания, затем вновь повышается; пубертатный же период - один из ярких примеров сенситивного этапа онтогенеза - характеризуется усилением влияния факторов внешней среды.

Чувствительность организма к воздействию экологических факторов - экосенситивность - различна в зависимости от периода онтогенеза. Наиболее чувствительными к этим факторам считаются эмбриональный, грудной и подростковый периоды, а у взрослых - пожилой и старческий возраст. Есть

указания на повышенную чувствительность подростков к вредным факторам, в\* особенности к токсичным веществам.

В критические периоды наблюдается неустойчивое равновесие развивающихся систем, когда старые механизмы регуляции уже себя исчерпали, а новые еще не достигли определенного уровня зрелости. Степень чувствительности при этом меняется: сначала она увеличивается, достигая максимума, затем снижается, то есть существует период максимальной готовности организма и его систем к формированию ответа на внешние и внутренние воздействия.

Единого мнения о границах критических (сенситивных) периодов физического и психического развития человека до сих пор нет, так как каждая физиологическая система имеет свои наиболее чувствительные периоды развития и специалисты из разных областей наук, изучающие человека, выделяют свои границы. Тем не менее в постнатальном развитии можно выделить несколько общих границ критических периодов.

- Ранний постнатальный период (от рождения до 1 года), характеризующийся интенсивностью морфофункционального созревания, когда из-за отсутствия средовых воздействий функция может не сформироваться. Например, при отсутствии определенных зрительных стимулов в этот период восприятие их в дальнейшем не формируется.

- Парапубертатный период (2-3,5 года). В это время ребенок начинает активно двигаться. При этом резко возрастает сфера его общения с внешним миром, интенсивно формируются речь и сознание. Вместе с этим повышаются и воспитательные требования, что в совокупности приводит к напряженной работе физиологических систем его организма, а в случае слишком высоких требований - к их «поломке». Особенно ранимой оказывается нервная система, ее перенапряжение приводит к нарушению психического развития и появлению различных нервно-психических отклонений. В этот период онтогенеза родителям и воспитателям необходимо принять все возможные меры по предупреждению детского травматизма, так как около 40% смертных случаев при детских бытовых и транспортных травмах приходится на первые 4 года жизни ребенка.

- Третий критический период совпадает с началом школьного обучения и приходится на возраст 6-8 лет, когда качественные перестройки морфофункционального созревания базовых мозговых процессов приходится на период смены социальных условий. В эти годы в жизнь ребенка входят новые люди - учителя, школьные друзья. Меняется его образ жизни, появляются новые обязанности, падает двигательная активность и т.д. В этот период вновь необходимо особое, бережное отношение к ребенку со стороны учителей и родителей. Следует также учесть, что на этот критический период приходится наибольшее количество транспортных несчастных случаев, и разъяснение детям правил дорожного движения - важный фактор предупреждения транспортных трагедий.

- Пубертатный критический период связан с половым созреванием и перестройкой работы желез внутренней секреции, с изменением в организме

гормонального баланса. Обычно это происходит в 11-15 лет, то есть в подростковом возрасте, который также характеризуется повышенной ранимостью нервной системы и возникновением многих нервных расстройств и проявлением психических заболеваний.

- Для взрослых критическими периодами являются периоды смены своего социального и семейного статуса (критический период зрелого возраста в 35 лет, климактерический инволюционный период в 55-60 лет). Физиологические изменения, происходящие в это время, как правило, отражаются на свойствах личности. Это связано с морфологическими и функциональными перестройками, с новыми формами интеграции внутреннего мира, в то время как прежний стереотип еще существует.

Изучение критических периодов имеет большое значение для педагогики и медицины. В эти этапы жизни у человека недостаточно энергетических ресурсов для обеспечения адаптационных процессов. Вследствие этого увеличивается риск возникновения заболеваний. Кроме того, изучение критических периодов поможет выявить сроки для оптимального достижения результатов в формировании Двигательных навыков и интеллектуальных способностей детей, обеспечить наиболее благоприятную адаптацию к новым условиям.

Программы и методики обучения должны быть приспособлены к ребенку, а не наоборот.

Учет этих периодов будет способствовать успешному применению целенаправленных педагогических воздействий и содействовать оптимизации процесса обучения и воспитания, а также формированию здоровья подрастающего поколения и сохранению его в зрелом и пожилом возрасте. Игнорирование учения о критических периодах не дает возможности решить проблему управления развитием человека как организма и личности.

Важная особенность индивидуального развития - *соподчинность периодов онтогенеза*. В каждый период формируются новые качества, которые служат базисом (фундаментом) для дальнейшего развития. От того, как протекал предыдущий период, зависит последующее развитие; это же относится и к взрослому человеку.

### **1.3. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Онтогенез осуществляется в результате двух процессов: роста и развития. Эти процессы являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки и образования зиготы, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей жизни. Понятие о росте и развитии организмов - одно из фундаментальных понятий в биологии.

Взаимодействие между процессами роста и развития столь сложно, многообразно и непрерывно, что расчленение их в известной мере искусственно. Однако для облегчения изучения оно необходимо.

Под термином «рост» в настоящее время понимается увеличение длины, объема и массы тела детей и подростков, связанное с увеличением числа клеток и количества составляющих их органических молекул, т.е.

количественные изменения. В одних органах и тканях, таких как кости, легкие, рост осуществляется в основном за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма - это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей. Количественной характеристикой роста служат данные размеров человеческого тела и его частей. В результате ростовых процессов с возрастом существенно меняются пропорции и строение тела, увеличивается объем и сила мышц, что приводит к формированию взрослого организма. В пожилом и старческом возрасте в связи с уменьшением синтетических процессов и количества жидкости в организме может наблюдаться некоторое уменьшение массы костной ткани и объема мышц, что отражается на размерах тела.

Под развитием понимаются качественные изменения в организме, заключающиеся в специализации клеток, усложнении строения и функций всех тканей и органов, усложнении их взаимоотношений и процессов их регуляции. Специализация клеток для более совершенного выполнения функций обеспечивает наилучшее приспособление организма к условиям существования. Критериями развития могут считаться появление в хрящевой части скелета костной ткани, прорезывание молочных и постоянных зубов и т.д. Главным результатом процессов развития является значительное повышение эффективности всех физиологических процессов и, как следствие, повышение биологической надежности организма. В пожилом и старческом возрасте эти процессы имеют обратную направленность, что выражается в потере структурной упорядоченности клеток всех органов, их атрофии, нарушении межсистемной интеграции физиологических процессов.

Рост и развитие - две стороны единого процесса. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены и осуществляются постоянно. Они едины, но не тождественны. Рост и развитие - два процесса непрерывного скачкообразного перехода количественных накоплений в новые качественные свойства. Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста организма, приводят к проявлению у ребенка новых качественных особенностей. Например, формирование двигательных функций ребенка связано с созреванием нервно-мышечного аппарата: с увеличением мышечной массы и изменением свойств мышечной ткани, улучшением проведения нервных импульсов по нервным волокнам от головного мозга к мышцам и от мышц к головному мозгу, увеличением количества межклеточных связей в подкорковых структурах и коре головного мозга, с ростом числа связей между отдельными зонами коры головного мозга, участвующими в осуществлении двигательных функций. Поскольку рост и развитие организма происходят одновременно, и на эти процессы затрачивается энергия, то естественно, что периоды ускоренного роста и интенсивного развития не совпадают.

Качественное совершенствование двигательных функций ребенка <sup>В</sup> свою очередь способствует морфофункциональному созреванию

мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно идет формирование новых связей в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

#### **1.4. ГЕТЕРОХРОННОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Рост и развитие некоторых частей тела, а также органов и физиологических систем детей и подростков происходит не одновременно и неравномерно, т.е. **гетерохронно**.

В разные периоды онтогенеза рост имеет неодинаковую интенсивность. Фазы интенсивного роста сменяются фазами с некоторым его замедлением. Для одних периодов характерен общий рост ребенка, для других - увеличение отдельных частей тела. Выделяют *три периода интенсивного роста*: *первый* - от рождения до 1 года, когда длина тела ребенка увеличивается на 50%, а масса тела утраивается; *второй* - полуростовой скачок - в возрасте от 6 до 8 лет, когда за 1 год длина тела может увеличиться на 6-8 см; *третий* - от 11 до 13 лет, когда увеличение длины тела за 1 год может составить 10-12 см. В эти годы снижаются защитные силы организма, функциональные резервы, возникает повышенная чувствительность к неблагоприятным факторам, уменьшается работоспособность.

Известно, что периоды интенсивного роста сменяются периодами усиленного развития, характеризующимися качественными изменениями, когда происходит формирование, созревание и интеграция различных физиологических систем и механизмов, происходит совершенствование организма, повышение его устойчивости, приобретение новых качеств. Эти периоды: от 1 года до 4 лет; 8-10 лет; 14-20 лет.

Периоды интенсивного роста совпадают с критическими периодами. В эти возрастные периоды детский организм чрезвычайно резко реагирует на воздействие неблагоприятных внешних факторов, которые могут замедлить процессы роста и вызвать нарушения в состоянии здоровья.

Неравномерное увеличение отдельных органов и частей тела ведет к существенным изменениям его пропорций. Новорожденный ребенок имеет относительно большую голову, длинное туловище и короткие конечности (по своим пропорциям ближе к шарикю). В дальнейшем, по мере роста, длина нижних конечностей увеличивается в 5 раз, длина верхних конечностей - в 4, туловища - в 3, а головы - только в 2 раза и соответственно изменяются пропорции тела (относительно уменьшается голова, туловище и удлиняются конечности).

В организме ребенка наиболее быстро развиваются и совершенствуются те органы, интенсивное функционирование которых в данный период жизненно необходимо. Например, сердце функционирует уже на третьей неделе пренатального развития, а почки формируются значительно позднее и начинают активно функционировать только у новорожденного ребенка. Половые органы усиленно растут в период полового созревания, а лимфатическая ткань к этому возрасту уже заканчивает свое развитие и подвергается инволюции.

Причиной гетерохронности является различная скорость созревания нервных центров, регулирующих работу различных систем. Не последнюю роль играют и социальные условия среды. Смысл гетерохронности заключается в перераспределении жизненной энергии и ее мобилизации для успешного развития той функции организма, которая важна в данный возрастной период. Принцип гетерохронии развития органов и систем был сформулирован А.Н. Северцовым и детально разработан П.К. Анохиным и его многочисленными учениками и последователями в теории *системогенеза*. Суть этого учения заключается в том, что структуры, составляющие к моменту рождения ребенка функциональную систему, выполняющую жизненно важную роль, закладываются и созревают избирательно и ускоренно. Так, центры дыхания и кровообращения начинают функционировать раньше, чем центры речи. Из всех нервов руки прежде всего развиваются те, которые обеспечивают сокращение мышц, участвующих в осуществлении хватательного рефлекса. Из всех мышц лица ускоренно развиваются мышцы рта, которые обеспечивают акт сосания.

В процессе обучения ребенка письму, чтению, навыкам личной гигиены и так далее также требуется образование функциональных систем, в которые включаются разные органы. Эти функциональные системы обеспечивают ему оптимальное взаимодействие с внешней средой.

Важной биологической особенностью в развитии детей является то, что **формирование их функциональных систем происходит намного раньше, чем это им требуется.** В функциональной системе, обеспечивающей ребенку рефлекс сосания, анатомо-физиологическое формирование входящих в нее органов и самой системы происходит задолго до рождения ребенка.

Опережающее развитие органов и функциональных систем у детей и подростков - это своеобразная «страховка», которую дает природа человеку на случай непредвиденных обстоятельств. Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный встречается с внешней средой «во всеоружии», так как он уже наделен важнейшей для его жизни функцией сосания, обеспечивающей ему питание.

Следовательно, неодновременное и опережающее развитие функций есть важнейший фактор, который подлежит обязательному учету в педагогической практике. Умелое использование гетерохронности, рациональное распределение информации, научный подход к характеру тренирующего воздействия - важное условие сохранения здоровья и залог успешного гармонического умственного и физического развития подрастающих поколений.

Угасание функций органов и систем происходит также гетерохронно: наиболее рано снижается активность тех функций, которые утрачивают свое биологическое и социальное значение. Например, репродуктивная функция снижается раньше, чем пищеварительная. Чем востребованнее в процессе жизни та или функция, тем дольше она сохраняет свою активность. При постоянной умственной деятельности интеллектуальная функция сохраняется дольше, тогда, как физические нагрузки позволяют сохранить

сердечнососудистую и дыхательную системы в хорошем состоянии. Поэтому гармоничная старость во многом зависит от образа жизни человека в течение всего его онтогенеза.

Гетерохронность не только не мешает правильному гармоническому развитию, но и имеет глубокий биологический смысл, который проявляется в увеличении *биологической надежности организма*.

Наряду с типичным развитием, характерным для большинства представителей данной возрастно-половой группы, нередко встречаются отклонения, которые легко свести к двум основным типам - акселерации и ретардации.

Под акселерацией понимают ускорение, а под ретардацией - задержку физического, психического, социального развития и формирования отдельных функциональных систем организма детей и подростков.

Термин «акселерация» употребляется в основном в двух значениях: акселерация эпохальная и внутригрупповая. Эпохальная акселерация обозначает ускорение физического развития детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями. При массовых исследованиях физического развития детей различного возраста выявлено, что показатели многих функциональных систем современных детей и подростков значительно превышают таковые у детей 30-50 лет назад. Длина тела новорожденных за это время увеличилась на 2-2,5 см, а их масса - на 0,5 кг; у 15-летних соответственно - на 6-Ю см и 3-10 кг.

Сократилась продолжительность роста: в настоящее время рост девушек и юношей в среднем заканчивается к 16-19 годам, а 50 лет назад люди достигали максимального роста в возрасте 25-26 лет.

Существуют убедительные доказательства акселерации развития сердечнососудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем детей и подростков, что, возможно, привело к «омоложению» спортивных рекордов. Акселерация показателей физического развития стимулировала и психическое развитие, поскольку между ними существует взаимосвязь.

Внутригрупповые акселерация и ретардация выявляются при рассмотрении размеров тела.

По длине тела выделяют следующие группы детей и подростков:

- высокие и выше средних - акселераты - 20%;
- средние - 60%;
- ниже средних и низкие - ретарданты - 20%.

В настоящее время увеличивается количество высокорослых и низкорослых детей, обусловленное как внешними, так и внутренними факторами. В то же время известно, что дети, развивающиеся средними темпами, отличаются большей надежностью и устойчивостью функциональных систем.

У высокорослых детей энергия в большей степени расходуется на количественное увеличение различных структур и в меньшей - на их качественное преобразование. У таких детей наблюдается отставание структурно-функционального развития мышечной ткани от скорости роста костей, что часто является причиной формирования нарушений опорно-двигательного аппарата. Для формирования гармонического развития

высокорослых детей существует система мероприятий, способствующих укреплению и развитию скелетной мускулатуры.

Ускорение и замедление психического развития выявляются при изучении психофункциональных показателей: памяти, абстрактного мышления, развития речи, внимания, умственной работоспособности и т.д. По степени выраженности этих показателей выделяют три группы детей: зрелые, среднезрелые и незрелые. Процентное соотношение данных групп в различных регионах России, городах, районах, школах неодинаково.

Проблема акселерации и ретардации привлекает внимание многих специалистов всего мира: биологов, медиков, психологов, педагогов и социологов. Решение ее имеет большое практическое значение и требует пересмотра методов обучения, изменения форм полового, физического и эстетического воспитания. Так, определение степени умственного развития детей перед поступлением в школу необходимо для дифференцированного обучения, которое осуществляется в специализированных классах или в обычных с использованием индивидуальных программ, инновационных технологий.

Ребенок с ускоренным психическим развитием, испытывающий недостаток информации в школе, постепенно становится средним учеником. Ребенок, отстающий в психическом развитии, испытывает информационную перегрузку, которая ведет к нарушению деятельности нервной системы. Такой ребенок, как правило, становится неуспевающим. Эти дети нуждаются в понимании особенностей их биологического, психического развития, в индивидуальном подходе при обучении, воспитании и оздоровлении. При соблюдении этих требований они «подтягиваются» до уровня своих сверстников.

Акселерация не всегда положительным образом сказывается на функциональных возможностях детского организма. Есть доказательство, что у акселерированных детей рост и развитие сердца отстают от роста тела. В результате нарушается его нормальная деятельность, создаются предпосылки для развития сердечнососудистых заболеваний. Дети-акселеранты чаще, чем их сверстники, страдают различными нарушениями опорно-двигательного аппарата, поэтому требуется четкое выполнение ими рекомендаций по профилактике этих нарушений и адекватное развитие мышечной системы.

Биологические механизмы акселерации пока не выяснены. Выдвигается много различных гипотез о ее причинах. Наиболее существенные из них:

- широкая миграция современного населения и связанное с ней увеличение количества смешанных браков (в основе лежат законы генетики);
- урбанизация населения (увеличение городского населения) и стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического и психического развития;
- увеличение уровня радиации на земле;
- улучшение социальных условий жизни населения промышленно развитых стран.

Несмотря на то что воздействие перечисленных выше факторов сохраняется, в литературе последних лет есть сообщения о том, что процесс акселерации приостанавливается. Это относится к эпохальной акселерации, которая имеет цикличность в своем развитии. Что касается групповой акселерации, то она была, есть и будет и не замечать, игнорировать ее нельзя, так как это реальная биологическая закономерность. Рационально организованная система воспитания и обучения детей в соответствии с уровнем биологической и социальной зрелости позволит всем детям гармонично развиваться, сохранить и укрепить их здоровье.

### **1.5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Естественно, что организм, непрерывно взаимодействуя с окружающей средой, должен иметь механизмы, обеспечивающие его жизнеспособность в пределах широких колебаний окружающих условий. Поэтому в процессе филогенеза происходило широкое накопление жизненных возможностей, создание своеобразного резерва, который составляет так называемую **биологическую надежность организма**. Примером, подтверждающим высказанное положение, может служить развитие системы свертывания крови. Известно, что количество тромбина (фермента, вызывающего свертывание крови), содержащегося в 10 мл крови, достаточно для свертывания всей крови человека; в среднем в организме около 5 л крови; следовательно, тромбина одного человека вполне достаточно для превращения в сгусток крови 500 человек. Принимая во внимание, что при свертывании используется лишь часть этого фактора, нетрудно представить колоссальные резервные возможности всей системы.

Принцип надежности присущ как всему организму в целом, так и его системам (центральной нервной системе, дыхательной, пищеварительной и т.д.). Накопление биологической надежности в отдельных органах и системах идет гетерохронно. В первую очередь максимальное увеличение-надежности происходит в системах, приобретающих на данном этапе развития решающее значение. Так, например, концентрация факторов, участвующих в свертывании крови, у новорожденного уже близка к уровню взрослого человека. В течение первых двух лет жизни их количество повышается в 2-3 раза. Это увеличение совпадает с периодом овладения ребенком навыками ходьбы и, несомненно, повышает биологическую надежность организма, подвергающегося на данном этапе развития возросшей угрозе травм и повреждений.

Биологическая надежность одних систем обеспечивается дублированием органов (парные почки, легкие, глаза и т.д.); других - взаимозаменяемостью (потеря зрения приводит к обострению слуха и тактильной чувствительности, позволяющей организму адаптироваться к жизненным условиям).

Важной особенностью биологической надежности является то, что в нормальных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. Это обусловлено наличием избыточных элементов, участвующих в осуществлении любой

функции. Так, в двух почках содержится около 2 млн нефронов, тогда как для поддержания гомеостаза внутренней среды организма вполне достаточно 400-500 тыс. единиц. Не случайно поэтому при родственной трансплантации почки донор может отдать реципиенту одну почку практически без всякого ущерба для своего здоровья. В вентиляции легких участвует лишь 15% легочной ткани, а при интенсивной физической работе - 25-30%, остальная часть легочной ткани отражает наличие избыточных элементов. В коре больших полушарий активны 4-15% нервных клеток, что свидетельствует об огромных резервных возможностях нервной системы. Следовательно, увеличение количества функционирующих элементов различных систем организма за счет привлечения резервных структур - один из важных стратегических подходов к повышению его функциональных возможностей.

Одним из факторов, обеспечивающих биологическую надежность систем, является совместное участие разных процессов, органов и регуляторных механизмов в обеспечении гомеостаза. Так, обеспечение клеток кислородом достигается согласованной работой систем дыхания, кровообращения и крови. При этом перенос кислорода кровью происходит в виде физически растворенного и химически связанного соединения. Даже сердце, которое является единственным насосом, перекачивающим кровь по кровеносной системе, имеет около 600 помощников - скелетных мышц, сокращение которых способствует продвижению крови по сосудам. Не случайно умеренные физические нагрузки оказывают благотворное влияние на работу сердца. Содержание сахара в крови регулируется большой группой гормонов: одни (глюкагон, кортизол, адреналин, соматотропин) повышают концентрацию глюкозы в крови, другие (инсулин, соматостатин) - понижают. Таким образом, совместная деятельность нескольких содружественных механизмов обеспечивает большую устойчивость и надежность гомеостатических систем. Этот принцип особенно наглядно проявляется при анализе работы функциональных систем организма. Каждая функциональная система для обеспечения полезного для организма результата избирательно объединяет тканевые элементы различного уровня, принадлежащие к разным анатомическим образованиям. В свою очередь, разные функциональные системы для достижения приспособительного результата могут использовать различные или одни и те же органы. Так, сердечная деятельность может усиливаться и для поддержания постоянного уровня артериального давления, и для форсированного газообмена, и для выполнения физической нагрузки, и для сохранения оптимальной температуры тела при перегревании, и т.д. То есть отдельные органы включаются в функциональные системы по принципу взаимодействия для совместного участия в достижении полезного приспособительного результата, поэтому имеется частичная взаимозаменяемость и компенсация при нарушении деятельности каких-либо органов.

Надежность биологической системы наследственно закреплена и позволяет расширять или снижать границы жизненных возможностей человека в зависимости от условий жизни. Так, закаливание организма расширяет

резервные возможности температурной адаптации. Неблагоприятные экологические факторы среды приводят к нарушениям функций различных органов и систем, в том числе центральной нервной системы, что выражается в ухудшении здоровья, показателей поведения и способности к обучению.

С биологической надежностью тесно связана еще одна особенность онтогенетического развития - **экономизация функций**. Она заключается в том, что с возрастом в состоянии физиологического покоя снижается уровень функциональной активности всех органов, обеспечивая, таким образом, увеличение диапазона реагирования. Так, если ЧСС у новорожденного составляет 120-140 ударов в минуту, то к 10 годам она составляет 80-90, а у взрослых - 60-80. Аналогично частота дыхания у новорожденного колеблется в пределах 40-60 циклов в минуту, в 10 лет - 20, а у взрослого - 16-18. Естественно, что при интенсивной физической нагрузке увеличивается ЧСС и Дыхания, которая может достигать 170-180 ударов и 30-40 циклов в минуту. Таким образом, большой прирост ЧСС и дыхания у взрослого человека свидетельствует о больших возможностях его органов и систем, т.е. увеличении резервных возможностей.

### **1.6. АДАПТИВНОСТЬ**

**Адаптация** (прилаживание, приноравливание) - свойство организма приспосабливаться к действию факторов окружающей среды. Различают адаптацию биологическую и социальную. Биологическая адаптация - совокупность биохимических, функциональных, психических реакций организма на воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза (относительное физико-химическое постоянство внутренней среды организма). При длительном действии факторов среды в организме развиваются и морфологические изменения. Социальная адаптация присуща только человеку, она обеспечивает его приспособление к социальным условиям жизни.

В настоящее время под адаптацией понимают формирование приспособительных реакций организма не только при действии неблагоприятных или экстремальных факторов среды, но и при действии обычных (не экстремальных) факторов.

Биологические механизмы адаптации изучены достаточно хорошо. Отмечено, что любые приспособительные реакции в организме осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, включающих корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы. В формировании защитных реакций организма в условиях экстремальных воздействий (стресса) особое значение отводится гипофизу и надпочечникам, синтезирующим так называемые адаптивные гормоны. Адаптация человека к условиям среды, являясь общебиологическим свойством всего живого, вместе с тем характеризуется качественной особенностью - она носит ярко выраженный социальный характер.

Ребенок прежде всего должен приспособляться к действию факторов социальной среды и вырабатывать целесообразные поведенческие реакции для данной социальной микрогруппы: семья, ясли, детский сад, школа и т.д.

Учителю и воспитателю необходимо знать, что адаптационные возможности детей и подростков существенно меньше, чем взрослого человека, поэтому их следует оберегать от резких изменений условий жизни, от действия непривычных для них раздражающих факторов. Установлено, что на ранних этапах развития практически любое новое воздействие на организм вызывает бурную генерализованную реакцию, в которую вовлекаются чуть ли не все органы и системы. Эта неспецифическая, неэкономичная реакция при низких резервных возможностях ведет к перенапряжению. Исследования процессов адаптации детей при поступлении их в ясли, детский сад свидетельствуют о напряженной деятельности всех физиологических систем детского организма, что приводит нередко к задержке физического развития, снижению резистентности организма и развитию различных заболеваний. С течением времени, по мере созревания нервных структур, адаптационный ответ становится все более локальным и специфическим, направленным на устранение конкретного фактора, на решение конкретной задачи. Наиболее значимые изменения происходят в 5-7 лет, когда вегетативные системы организма становятся способны осуществлять дифференцированные реакции в ходе его приспособления. В период полового созревания адаптационные процессы временно утрачивают свою эффективность и на непродолжительное время становятся менее специфическими. После 15-16 лет уровень адаптационных возможностей юношей и девушек становится как у взрослых. Следовательно, в критические периоды развития адаптационные возможности организма детей и подростков снижаются. Значительное влияние на ход адаптации оказывает неблагоприятный анамнез детей: патологическое течение беременности у матери, неблагоприятные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга и др.

Известно, что при поступлении детей в школу в корне меняется характер их жизни. Им приходится адаптироваться к школьной нагрузке - физической, умственной и эмоциональной. Проведение нескольких часов в день за партой в школе, за столом дома приводит к напряжению статических мышц, поддерживающих осанку. Незрелость опорно-двигательного аппарата детей младшего школьного возраста, а также недостаточное развитие координационных механизмов в коре головного мозга обуславливают несовершенство двигательной функции. Недостаточная сила нервных процессов, преобладание процессов возбуждения над процессами торможения может до некоторой степени объяснить неустойчивость внимания, ухудшение памяти и быстрое утомление. Многие школьники испытывают гиподинамию, которая ведет к ухудшению функций нервной системы, внутренних органов, костной и мышечной систем и нарушению осанки.

Адаптация первоклассников к школьной нагрузке протекает в три фазы.

- *Фаза ориентировочного приспособления* длится 2 нед и характеризуется повышением возбудимости детей, увеличением реактивности всех систем. У 40% детей наблюдается повышенная двигательная активность. Учителю необходимо реализовать эту жизненно необходимую потребность через

физкультминутки и организацию перемен с максимальным пребыванием на свежем воздухе.

\* *Фаза относительно устойчивого приспособления* длится до 6 нед. В эту фазу происходит постепенное привыкание детей к новым условиям, к школьному режиму. Однако это приспособление не стойкое. Поэтому любые перегрузки могут привести к истощению организма, особенно ранима психика ребенка. Может появляться агрессия, различные формы неврозов (боязнь школы, учителя, плохих отметок и т.д.). Установлено, что в среднем около 15% детей не могут справиться со школьной нагрузкой. На этой почве могут возникнуть различные заболевания: наиболее часто встречаются заболевания органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, инфекционные заболевания. В данном случае следует, учитывая состояние здоровья ребенка и условия жизни, перевести его на индивидуальное обучение либо повременить с обучением.

• *Фаза неполного приспособления* длится от 16 до 20 нед. Она характеризуется тренировкой всех систем организма: улучшением работоспособности, овладением навыками письма, чтения, счета. Развитие и длительность этой фазы зависят от условий, создаваемых педагогами и родителями. Рационально составленный режим дня, регулярное полноценное питание и достаточный сон облегчают адаптацию детей к школьной нагрузке. Однако необходимо помнить, что ни одна схема режима дня не может быть универсальной, пригодной для всех. В каждом конкретном случае необходимо учитывать индивидуальные особенности ребенка.

Поскольку адаптация младших школьников протекает на разных уровнях (нервно-психическом, двигательном-поведенческом, вегетативном, биохимическом и т.д.), то для оценки используют различные тесты и методики.

У многих первоклассников к концу года наблюдаются потеря веса, замедление ростовых процессов, снижение артериального давления и повышенная утомляемость. Необходимо помнить, что мерой адаптации детей к школьным нагрузкам является уровень их здоровья.

Кроме **активной адаптации**, обеспечивающей приспособление организма к условиям среды, может развиваться и **пассивная адаптация**, заключающаяся в *избегании*, уходе от воздействия факторов среды или в *подчинении* требованиям в ущерб своим возможностям и желаниям. Такое проявление адаптации является неблагоприятным фоном для дальнейшего развития ребенка и свидетельствует о необходимости коррекции условий жизни.

При старении организма снижается адаптационный потенциал, что вызывает напряжение всех функциональных систем при адаптации к новым социальным условиям, неблагоприятным экологическим факторам, смене стереотипов.

Старение - это процесс возникновения в организме возрастных изменений, ведущих к недостаточности его функций, ограничивающих физиологические резервы и адаптационные возможности. В настоящее время выделяют три основных направления теорий старения.

- Старение - генетически запрограммированный процесс, заключительная стадия генетической программы индивидуального развития, которая мало зависит от влияния среды. Современным вариантом этой теории является клеточная теория старения Л. Хейфлика, утверждающая, что каждая нормальная клетка имеет ограниченное число делений, по исчерпанию лимита которого она гибнет. Клетки человека способны к 40-60 делениям, что дает возможность продолжительности жизни около 110 лет.
- Старение - результат постепенного накопления повреждений, возникающих в процессе самой жизни, что приводит к снижению биологической надежности организма. Наиболее вероятными кандидатами на роль повреждающих факторов выступают свободные радикалы кислорода, пигмент липофусцин, токсины, которые способны при избыточном накоплении повреждать макромолекулы (ДНК, белки, липиды, коллаген) и клеточные мембраны.
- Старение определяется примерно в равной степени двумя группами факторов: генетическими и внешними: экологическими, средовыми, образом жизни. «Старение - это итог всех стрессов, которым подвергался организм в течение жизни» (Г. Селье).

Вероятно, все теории старения отражают разные стороны и механизмы этого процесса.

### **1.7. УВЕЛИЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

Сохранение целостности организма и его адаптивности к внешним условиям связано с необходимостью сохранения относительного динамического постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

*Гомеостаз* - это совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма. Большая роль в обеспечении гомеостаза принадлежит ЦНС и эндокринной системе.

В организме существуют жесткие и пластичные константы. *Жесткими константами* являются те параметры внутренней среды, которые изменяются в узких пределах, например кислотно-Щелочной состав крови, ее вязкость, концентрация глюкозы и минеральных веществ, температура и т.д. *Пластичные константы* обладают широким диапазоном изменчивости (кровенное давление).

В раннем возрасте все показатели гомеостаза имеют более широкий диапазон колебаний по сравнению с показателями взрослыми. Поэтому при адаптации к различным факторам внешней среды в организме ребенка часто наблюдаются гомеостатические сдвиги. Если выпить 2% воды от массы тела за 30 мин, то у детей до 10-11 лет уменьшится концентрация осмотически активных веществ в плазме крови, у взрослых же показатели гомеостаза практически не изменяются. Этот пример демонстрирует незрелость механизмов регуляции физиологических процессов в детском возрасте и их низкую биологическую надежность.

Для обеспечения гомеостаза организма и повышения его биологической надежности большую роль играют процессы дифференциации клеточных

структур и механизмов, а также нарастающая гетерогенность. Благодаря этим процессам в онтогенезе повышается специфичность функционирования клеток и структур, происходит разграничение «полномочий» между разными механизмами контроля функций. Это позволяет сделать систему регуляции физиологических процессов многоконтурной, включающей местные и центральные нейроэндокринные механизмы.

Например, в раннем возрасте клетки скелетной мускулатуры мало дифференцированы. Постепенно в онтогенезе формируются белые и красные мышечные волокна, имеющие разный тип строения и биохимической активности, они способны выполнять различную по длительности и интенсивности работу, что формирует соответствующий тип мышечного реагирования: *спринтерский* (преимущественно белые волокна), *стайерский* (красные волокна), *смешанный* (сочетание белых и красных волокон).

Перечисленные свойства обеспечивают взрослому организму возможность нормально функционировать в различных неблагоприятных условиях более длительный промежуток времени по сравнению с ребенком. В детском возрасте некомфортные условия жизни и нагрузки быстрее вызывают нарушения внутренней среды организма и создают угрозы для здоровья.

### **Вопросы и задания**

1. Перечислите основные закономерности онтогенеза, раскройте их суть.
2. Изучите особенности различных схем возрастной периодизации жизни человека. В чем причины их отличий? Какая классификация возрастных периодов, по вашему мнению, лучше отражает биосоциальную природу человека (обсудите в группе)?
3. В чем отличие календарного и биологического возрастов? Каковы критерии их определения?
4. Что представляют собой критические и сенситивные периоды в онтогенезе?
5. Дайте понятие о процессах роста и развития организма. Как они протекают в онтогенезе? Сделайте графический рисунок.
6. В чем смысл гетерохронности и суть системогенеза?
7. Раскройте понятия акселерации и ретардации организма детей и подростков. Каковы причины этих явлений? Как эти явления необходимо учитывать в воспитании, обучении и оздоровлении детей (обсудите в группе)?
8. Расскажите об особенностях адаптации детского организма и ее видах.
9. Чем обеспечивается биологическая надежность организма и как она изменяется в процессе онтогенеза?

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА**

Изучение возрастных анатомо-физиологических изменений в организме человека правильнее начинать с рассмотрения вопросов закономерностей **онтогенеза** (от греч. *ontos* - сущее и *genesis* - происхождение) - процесса индивидуального развития организма. Такой подход способствует лучшему пониманию протекания этих процессов.

Онтогенез человека осуществляется в соответствии с определенными закономерностями, изложенными ниже.

- *Целостность и фазность* (этапность) онтогенеза - объективное разделение онтогенеза на отрезки, различающиеся набором решаемых организмом задач и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).
  - *Гетеросенситивность* - различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.
  - *Непрерывность и неравномерность роста и развития* - рост и развитие организма протекают непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.
  - *Гетерохронность* - разновременное созревание функциональных систем, причем в первую очередь созревают те из них, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития (системогенез).
  - *Нарастающая гетерогенность* - усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т.е. увеличение неоднородности клеток и тканей, повышение специфичности их функционирования.
  - *Дифференциация* - по мере созревания периферических структур происходит передача контроля функций, «полномочий», от центра на периферию и местный уровень. С возрастом увеличиваются роль и вклад местных (тканевых и клеточных) процессов в регуляции функционирования организма.
  - *Экономизация функций* - уменьшение функционального ответа биологической системы на внешние воздействия. С возрастом уменьшается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем его резервных возможностей при напряжении функций.
  - *Биологическая надежность* - повышение надежности функционирования биологической системы по мере ее развития за счет совершенствования структуры, функции и их регуляции.
  - *Адаптивность* - способность организма приспосабливаться к условиям среды обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации к внешним условиям без нарушения гомеостаза.
  - *Увеличение стабильности гомеостатических констант* в онтогенезе - при действии внешних факторов показатели гомеостаза изменяются у взрослых в меньшей степени, чем у детей. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте, благодаря способности сохранять стабильность внутренней среды организма.
- Рассмотрим, как эти закономерности индивидуального развития реализуются в организме.

### 1.1. ЦЕЛОСТНОСТЬ И ФАЗНОСТЬ (ЭТАПНОСТЬ) ОНТОГЕНЕЗА

В настоящее время онтогенез, т.е. жизненный цикл человека, рассматривают, с одной стороны, как *целостный*, с другой - как *фазовый* процессы. Каждая фаза, или этап, представляет собой закономерный качественный период, который осуществляется при определенных условиях. До настоящего времени нет общепринятой классификации возрастных периодов, что затрудняет единый подход к систематизации результатов исследований. Однако проблема

возрастной периодизации остается актуальной не только с позиций теории, но и практики. Очень важно знать, когда, какие и на каком возрастном этапе онтогенеза наиболее эффективны и безопасны для здоровья ребенка те или иные методы педагогического воздействия.

Одни исследователи за основу периодизации берут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов, другие - уровень созревания костей или степень развития центральной нервной системы. Распространенная в настоящее время возрастная периодизация с выделением периодов новорожденно-сти, ясельного, дошкольного и школьного возрастов отражает скорее существующую систему детских учреждений, нежели системные возрастные особенности. Значительное распространение получила схема возрастной периодизации, рекомендованная Симпозиумом по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965). По этой схеме в жизненном цикле человека выделяют 12 периодов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Возрастная периодизация жизненных циклов человека (1965)**

Возрастной период		Пол	Продолжительность периода
Новорожденные			1-10 дней
Грудной возраст			10 дней-1 год
Детство	раннее		1-3 года
	первое		4-7 лет
	второе	мальчики девочки	8-12 лет 8-11 лет
Подростковый возраст		мальчики девочки	13-16 лет 12-15 лет
Юношеский возраст		юноши девушки	17-21 год 16-20 лет
Зрелый возраст	I период	мужчины женщины	22-35 лет 21-35 лет
	II период	мужчины женщины	36-60 лет 36-55 лет
Пожилой возраст		мужчины женщины	61-74года 56-74года
Старческий возраст			75-90 лет
Долгожители			90 лет и выше

В данной классификации возрастных периодов учитываются половые особенности в развитии человека, а также связь календарного возраста с биологическим возрастом. **Календарный (хронологический, паспортный) возраст** в различных странах отсчитывается по-разному. В большинстве стран он регистрируется с момента рождения. В странах Востока (например, в Корее) дополнительно учитывается и период развития человека до рождения, и это справедливо, так как истинное «рождение» человека происходит в

момент зачатия. Появление же новорожденного знаменует лишь окончание первого этапа развития. Новорожденный не является простой, уменьшенной копией взрослого, а отличается от него рядом качественных особенностей. И хотя ребенок обладает всем необходимым набором запрограммированных морфологических и функциональных свойств, обеспечивающих ему существование в условиях окружающей среды, его физиологические возможности далеко не соответствуют функциональной активности взрослого организма. Один из основоположников возрастной физиологии, немецкий врач-педиатр

8

и физиолог Э. Гельмрейх, утверждал, что детский организм отличается от взрослого, поскольку: ребенок - это маленький организм; ребенок - это молодой организм; ребенок - это растущий организм. Главное и очевидное отличие ребенка от взрослого - это то, что ребенок растет и развивается и, таким образом, непрерывно меняется. Это значит, что:

- ребенок - не «маленький взрослый», это качественно иной организм, функционирующий по своим законам. Поэтому задачи, поставленные перед ребенком, должны быть не легче (меньше), чем для взрослого, а другие, доступные его пониманию, уровню развития;
- ребенок не готовится к жизни, а уже живет полноценной жизнью с момента своего рождения и решает важные задачи формирования своей биологической, психической и социальной сущности;
- программа развития организма ребенка записана в его генах, но корректируется под влиянием внешних условий. Организм ребенка хорошо приспособлен к оптимальным для его возраста условиям жизни, но для развития нужны адекватные стимулы. Если внешние воздействия слишком жесткие, превышающие возможности организма, развитие ребенка может затормозиться, и он будет болеть. Если условия слишком благоприятные, не требующие никакого напряжения организма, ребенок будет расти ослабленным и плохо приспособленным к разным неблагоприятным условиям. Поэтому выбор адекватных стимулов для развития ребенка является важным фактором успешности педагогического воздействия.

**Биологический возраст** отражает степень биологического (физического, психического) и социального развития человека на каждом возрастном этапе. В разные периоды онтогенеза используют различные методики определения биологического возраста. Так, до 1 года о степени развития ребенка косвенно судят по увеличению массы тела. В последующие периоды критериями биологической зрелости может служить количество прорезавшихся постоянных зубов (табл. 1.2).

*Таблица 1.2*

**Средние темпы прорезывания постоянных зубов**

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Количество постоянных зубов	
	Мальчики	Девочки
5	0-1	0-2

5,5	0-3	0-4
6		1-5
6,5	2-8	3-9
7	6-10	6-11

9

При меньшем количестве прорезавшихся постоянных зубов делается заключение об отставании, а при большем - об опережении биологического возраста по отношению к календарному.

Одним из критериев биологического развития является *костный* возраст, т.е. возраст замещения хрящевой ткани скелета костной. В главе 2 приведены нормативные возрастные периоды окостенения различных частей скелета.

Кроме этого, в качестве критерия биологического возраста служит достижение определенных пропорций тела:

$ОГ \times Юр. L$

где ОГ - окружность головы; L - длина тела (табл. 1.3).

Если индивидуальные значения оказываются больше приведенных показателей, это свидетельствует об отставании, если ниже средних значений - об опережении темпов биологического развития.

Таблица 1.3

### Возрастная динамика пропорций тела

(по В.А. Доскину и соавт., 1997)

Возраст, лет	Средние темпы развития	
	Мальчики	Девочки
5	49,4-45,0	48,1-44,5
5,5	47,9-44,3	46,7-43,2
6	46,6-43,1	45,7-42,1
6,5	45,4-41,9	44,9-41,6
7	44,7-41,3	43,9-39,7

Биологический возраст считается отстающим от паспортного, если два показателя из трех (длина тела, зубной возраст, пропорции тела) оказываются меньше средних данных.

Косвенным показателем биологической зрелости детей дошкольного возраста (5-6 лет) считается филиппинский тест (впервые был применен антропологами при обследовании большой группы детей на Филиппинах). Если ребенок пальцами правой руки, положенной на голову при ее вертикальном удержании (рис. 1.1), может дотронуться до левой мочки уха, это свидетельствует о биологической зрелости организма.

**Рис. 1.1.** Филиппинский тест (по Н.Ф. Лысовой, Р.И. Айзману и соавт., 2008)

У детей 11-17 лет важным критерием биологического возраста является степень полового созревания (формирование вторичных половых признаков в определенной последовательности).

Ниже приведены основные критерии полового созревания девочек (табл. 1.4) и мальчиков (табл. 1.5). В табл. 1.6 и 1.7 даны формулы для расчета степени полового развития девочек и мальчиков.

Таблица 1.4

**Стадии развития вторичных половых признаков у девочек**

Признак	Стадия	Балл
<i>Развитие молочной железы</i>		
Железы не выдаются над поверхностью грудной клетки -	Ma-0	0,0
Железы несколько выдаются: околососковый кружок вместе с соском образуют единый конус	Ma-1	1,2
Железы значительно выдаются, вместе имеют форму конуса	Ma-2	2,4
Тело железы принимает округлую форму, соски приподнимаются над околососковым кружком	Ma-3	3,6
<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие волос	P-0	0,0
Единичные волосы	P-1	0,3
Волосы на центральном участке лобка редкие, длинные	P-2	0,6
Волосы на всем треугольнике лобка длинные, вьющиеся, густые	P-3	0,9
<i>Развитие волос в подмышечной впадине</i>		
Отсутствие волос	Ax-0	0,0
Единичные волосы	Ax-1	0,4
Волосы редкие на центральном участке впадины	Ax-2	0,8
Волосы густые, длинные, вьющиеся по всей впадине	Ax-3	1,2
<i>Становление менструальной функции</i>		
Отсутствие менструаций	Me-0	0,0
1 -2 менструации к моменту осмотра	Me-1	2,1
Нерегулярные менструации	Me-2	4,2
Регулярные менструации	Me-3	6,3

Таблица 1.5

**Стадии развития вторичных половых признаков у мальчиков**

Признак	Стадия	Балл
<i>Оволосение подмышечных впадин</i>		
Отсутствие волос	Ax-0	0,0
Единичные волосы	Ax-1	1,0
Редкие волосы на центральном участке впадины	Ax-2	2,0
Густые прямые волосы по всей впадине	Ax-3	3,0
Густые вьющиеся волосы по всей впадине	Ax-4	4,0

<i>Оволосение лобка</i>		
Отсутствие оволосения	P-0	0,0
Единичные волосы	P-1	1,1
Редкие волосы в центре лобка	P-2	2,2
Густые прямые волосы неравномерно по всей поверхности лобка	P-3	3,3
Густые вьющиеся волосы равномерно по всей поверхности лобка в виде треугольника	P-4	4,4
Густые вьющиеся волосы, распространяющиеся на внутреннюю поверхность бедер и в направлении к пупку	P-5	5,5
<i>Рост щитовидного хряща</i>		
Отсутствие признаков роста	0	0,0
Начинающееся выпячивание щитовидного хряща гортани	1	0,6
Отчетливое выпячивание (кадык)	2	1,2
<i>Изменение тембра голоса</i>		
Детский голос	0	0,0
Мутация (ломка) голоса	1	0,7
Мужской тембр голоса	2	1,4
<i>Оволосение лица</i>		
Отсутствие оволосения	0	0,0
Начинающееся оволосение над верхней губой	1	1,6
Жесткие волосы над верхней губой, появление волос на подбородке	2	3,2
Распространенное оволосение над верхней губой и в области подбородка, начало роста бакенбардов	3	4,8
Слияние зон роста волос над губой и в области подбородка, выраженный рост бакенбардов	4	6,4
Слияние всех зон оволосения	5	8,0

Таблица 1.6

**Стандарты полового созревания девочек (по Л.И. Улановой)**

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0Ma_0$	9,5-11,1	11,1	9,5
$P_1Ax_1Ma_1$	10,8-12,6	12,6	10,8
$P_2Ax_2Ma_2$	11,0-12,6	12,6	11,0
$P_3Ax_3Ma_3$	10,8-12,6	12,6	10,8
$P_4Ax_4Ma_4$	11,9-13,7	13,7	11,9

$P_2Ax_2Ma_{3,4}$	Me+12,0-13,6	13,6	12,0
$P_2Ax_2Ma_{3,4}$	Me+13,0-14,6	14,6	13,0
$P_3Ax_3Ma_{3,4}$	Me+13,5-14,7	14,7	13,5
$P_3Ax_3Ma_{3,4}$	Me+14,6-16,0	16,0	14,6

+ Таблица 1.7

### Стандарты полового созревания мальчиков (по Л.И. Улановой)

Формула	Норма, лет и мес	Отставание, после	Опережение, ранее
$P_0Ax_0$	11,9-13,3	13,3	11,9
$P, Ax,$	11,1-13,5	13,5	11,1
$P, Ax,$	12,6-13,1	13,1	12,6
$P_2Ax_2$	13,6-15,0	15,0	13,6
— $P_3Ax,$	13,6-15,0	15,0	13,6
$P_3Ax,$	13,8-15,2	15,2	13,8
$P_3Ax_3$	14,4-16,4	16,4	14,4
$P_4Ax_3$	15,1-16,5	16,5	15,1

Для взрослых людей оценку биологического возраста и его соответствие календарному возрасту можно провести по ниже приведенным формулам.

БВ (биологический возраст) мужчин:

$$26,985 + 0,215 \text{ АДС} - 0,149 \text{ ЗДВ} - 0,151 \text{ СБ} + 0,723 \text{ СОЗ};$$

БВ (биологический возраст) женщин:

$$-1,463 + 0,415 \text{ АДП} - 0,140 \text{ СБ} + 0,248 \text{ МТ} + 0,694 \text{ СОЗ},$$

где АДС - артериальное давление систолическое; ЗДВ - продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха, с; СБ (статическая балансировка) - длительность стояния испытуемого на левой ноге, без обуви, глаза закрыты, руки опущены вдоль туловища, с; АДП - артериальное давление пульсовое; МТ - масса тела, кг.

Оценка биологического возраста особенно важна в зрелом, пожилом и старческом периодах, поскольку различия с календарным возрастом на этих этапах онтогенеза могут быть весьма значительными и зависеть от состояния здоровья человека, его вредных привычек, образа жизни, профессиональной деятельности и т.д.

Следует отметить, что всякая возрастная периодизация довольно условна, но необходима для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма человека. Она может быть использована для разработки научно обоснованной системы охраны здоровья человека, для создания таких приемов воспитания и обучения детей и подростков, которые были бы адекватны каждому возрасту и способствовали бы оптимальному развитию физических и психических возможностей.

Кроме вышеприведенной возрастной периодизации жизненных циклов человека, существуют и другие схемы периодизации индивидуального развития (табл. 1.8).

В наибольшей степени всем требованиям отвечает классификация возрастных периодов детства, представленная в табл. 1.9, где указан уровень развития детей на каждом этапе онтогенеза в зависимости от биологических и социальных факторов. Биологическое является предпосылкой развития социального, а социальное, в свою очередь, изменяет развитие природного, биологического начала. В качестве критерия уровня развития в данной классификации использовались: степень созревания тканей и окостенения скелета, особенности развития двигательной сферы и высшей нервной деятельности, а также социальные и педагогические аспекты. В рассматриваемой классификации уделяется большое внимание периоду внутриутробного развития.

Таблица 1.9

**Медико-биологическая классификация возрастных периодов детства**

<i>Возрастной период</i>	<i>Продолжительность возрастного периода</i>	<i>Критерии</i>	<i>Основные морфофункциональные изменения</i>
I. Внутриутробный (антенатальный)	280 дней (40 нед)	Развитие организма с момента оплодотворения, образования зиготы до родов	Формирование организма из зиготы. Быстрый рост и дифференцировка клеток и тканей, органов и систем. Питание за счет материнского организма
1. Эмбриональный	8 нед (развивающийся организм называют зародышем или эмбрионом)	Гистотрофное питание за счет слизистой матки, формирование плаценты	Отмечаются следующие критические периоды: 7-12-й день - период имплантации; 3-6-я неделя - образование зачатков органов; с 8-й недели начинает функционировать сердце
2. Плацентарный	32 нед (развивающийся организм называется плодом)	Питание через плаценту и из околоплодных вод	Критические месяцы: 3-й, когда заканчивается формирование плаценты, формируется костномозговое кроветворение, образуются зачатки коры головного мозга; 6-й - все органы в основном сформированы; к концу 9-го плод занимает постоянное положение
II. Внеутробный (постнатальный)	Период онтогенеза от рождения до смерти	Развертывание во времени программы развития и дегенерации	Дальнейший рост и развитие организма

1. Новорожденный	0-10 дней	Формирование легочного газообмена. Вскармливание молозивом	Адаптация к новым условиям существования сопровождается физиологической потерей веса, которая восстанавливается к концу периода, физиологической желтухой, заживлением пупочной ранки. Начинает функционировать дыхательная система, изменяется характер питания. Включаются механизмы терморегуляции. Взаимосвязь с окружающей средой осуществляется на основе безусловных рефлексов. Образуются условные рефлексы на время кормления и положение при кормлении
2. Грудной	10 дней - 1 год	Лактотрофное питание. Реализация и закрепление сидения и стояния	Интенсивный рост. Формирование изгибов позвоночника. Прорезывание первых молочных зубов. Развивается деятельность всех органов чувств в связи с миелинизацией проводящих путей. Формируются положительные эмоции. Начинается развитие внимания, памяти, мышления на основе условных рефлексов. Большая ранимость организма и низкая сопротивляемость к различным острым заболеваниям
3. Раннее детство	1-3 года	Освоение локомоторных актов (ходьба, бег). Овладение речью	Интенсивно развиваются системы организма, совершенствуются движения. Формируется большое количество условных рефлексов и динамических стереотипов, но они недостаточно устойчивы из-за большой активности подкорковых отделов. Совершенствуется высшая нервная деятельность, увеличивается работоспособность, быстро развивается речь. Сопротивляемость организма к болезнетворным воздействиям среды остается пониженной. Дети чувствительны к нарушению режима дня и питания

4. Первое детство	4—7 лет	Интенсивное развитие и высокая пластичность коры головного мозга	Замедление темпов роста, а в 6-7 лет - усиление ростовых процессов. Повышение координации движений. Начало смены молочных зубов на постоянные. Высокая пластичность анализаторных систем, обеспечивающая возможность . обучения, эстетического воспитания. Особая прочность динамических стереотипов. Дальнейшее развитие речи и становление абстрактного мышления. Основой всех функций служит игра. Легко возникают травмы вследствие большой любознательности и отсутствия собственного опыта
5. Второе детство	Девочки 8-11 лет, мальчики 8-12 лет	Адаптация организма школьному обучению. Развитие абстрактного мышления	Заканчивается смена молочных зубов на постоянные. Проявляются половые особенности в развитии. Развитие девочек более интенсивно, чем мальчиков. У девочек формируется грудной тип дыхания, у мальчиков - брюшной. Повышение силы и уравновешенности нервных процессов под тренирующим воздействием учебной нагрузки. Высокий уровень развития положительных и отрицательных условных рефлексов. Развитие внутренней речи и абстрактно-логического мышления. Эмоциональные, умственные и физические перегрузки приводят к снижению надежности организма, развитию неврозов и других нарушений здоровья

6. Подростковый период	Девочки 12-15 лет, мальчики 13-16 лет	Половое созревание, развитие вторичных половых признаков	В начале периода - интенсивный рост. Выраженные эндокринные сдвиги и изменения в деятельности нервной системы, половых желез, вегетативные расстройства, повышение возбудимости центральной нервной системы, повышение активности подкорковых структур, ослабление тонуса коры головного мозга, ухудшение образования условных рефлексов, особенно торможения, преобладание конкретного мышления по сравнению с абстрактным; лаконичность, замедленность речи, обеднение словарного запаса. Несоответствие между предъявляемыми требованиями и физиологическими возможностями приводит к утомлению
7. Юношеский	Девушки 16-20 лет, юноши 17-21 лет	Завершение развития организма и всех его систем	Замедление роста. Завершение полового развития. Гармоничное развитие коры и подкорковых отделов. Возрастание роли абстрактного мышления

### 1.1. Норма как один из критериев развития

Долгое время норма рассматривалась как среднестатистическая величина, полученная в состоянии покоя организма без учета его индивидуальных особенностей. Особенно ярко это проявилось при характеристике функциональных и биохимических показателей организма. Например, нормальным считается: кровяное давление 110-140/70-90 мм рт. ст.; частота сердечных сокращений (ЧСС) - 60-80 уд/мин.; концентрация Na в плазме крови - 130-150 ммоль/л и т.д. Однако в последние годы все более широкое понимание находит индивидуальная норма, т.е. тот оптимум функционирования организма, который обеспечивает его гомеостаз с учетом возраста, пола, биологического (конституционального) типа, климатогеографической зоны проживания, экологических факторов среды. Поэтому следует говорить сейчас о возрастно-половой, региональной, индивидуальной норме. Например, в 7-летнем возрасте девочки имеют более высокие показатели «школьной зрелости», т.е. уровень психофункционального развития, необходимый для обучения в школе без перенапряжения, чем большинство мальчиков того же возраста. Вместе с тем степень зрелости зависит также от региона проживания, влияния социальных

и экологических факторов. Очень важно оценивать показатели нормы в соответствии с биологическим возрастом, конституциональными особенностями индивидуума, т.е. наследственно формирующимися чертами, признаками, определяющими тип физического развития, высшей нервной деятельности, темперамент и т.д.

Например, можно прогнозировать рост ребенка по данным его родителей:  $\text{рост ребенка} = \text{рост матери} + \text{рост отца} / 2 \pm 10 \text{ см}$  (+10 см для мальчиков, -10 см для девочек).

Таким образом, понятие «нормы» должно быть комплексным и учитывать конкретные условия жизни и наследственности. Кроме «нормы покоя», которая оценивается в состоянии физиологического покоя организма при оптимальных условиях, в физиологии и медицине все более широко применяются нагрузочные пробы, позволяющие определить степень реактивности организма и его систем (т.е. *норму реагирования*) и их резервные возможности. Если в состоянии покоя, благодаря компенсации со стороны других систем и включению «резервных мощностей», нарушения могут не диагностироваться, то в условиях повышенных требований к организму, созданных нагрузкой, проявляются гомеостатические сдвиги, свидетельствующие о снижении резервных возможностей той системы, по отношению к которой использована нагрузка. По величине сдвига и длительности его сохранения можно судить о степени снижения резервов организма, т.е. уменьшении уровня здоровья. Например, содержание сахара в крови натощак в состоянии предболезни (диабета) обычно соответствует среднестатистической норме покоя, однако после применения сахарной нагрузки концентрация глюкозы в крови повышается в большей степени и на более продолжительный период времени, чем у здоровых людей. В настоящее время разработаны различные функциональные нагрузки, позволяющие оценить состояние практически всех вегетативных систем, нейроэндокринных механизмов, а также нервно-психическое состояние. Поэтому нагрузочные пробы являются очень важным диагностическим тестом уровня развития резервных возможностей организма.

Таким образом, при количественной характеристике индивидуальных особенностей и возможностей организма все показатели должны быть сопоставлены с индивидуальной нормой покоя и нормой реакции.

## **1.2. ГЕТЕРОСЕНСИТИВНОСТЬ**

Переход от одного возрастного периода к последующему обозначают как переломный этап индивидуального развития (или *критический период*). В целом критические периоды характеризуются повышенной чувствительностью к действию как позитивных, так и негативных факторов. Они оказывают существенное влияние на последующие этапы развития и на весь жизненный цикл человека. Периоды наибольшей чувствительности к воздействию факторов среды получили название сенситивные периоды. Они могут совпадать с критическими периодами и не совпадать. Выявление таких периодов повышенной чувствительности организма и его систем к средовым влияниям является неременным условием создания благоприятных

адекватных условий эффективного обучения и сохранения здоровья Детей. Для людей зрелого и пожилого возраста такие критические периоды чаще всего совпадают с социальными изменениями, например сменой работы, выходом на пенсию.

Факторы среды, оказывающие оптимальное воздействие на определенном этапе развития, в другие периоды могут быть нейтральными или даже оказывать отрицательное воздействие. Отмечается неодинаковая относительная значимость наследственных и средовых факторов в различные периоды роста и развития организма человека: роль наследственных влияний повышается от периода новорожденности к препубертатному, снижается в период полового созревания, затем вновь повышается; пубертатный же период - один из ярких примеров сенситивного этапа онтогенеза - характеризуется усилением влияния факторов внешней среды.

Чувствительность организма к воздействию экологических факторов - экосенситивность - различна в зависимости от периода онтогенеза. Наиболее чувствительными к этим факторам считаются эмбриональный, грудной и подростковый периоды, а у взрослых - пожилой и старческий возраст. Есть указания на повышенную чувствительность подростков к вредным факторам, в\* особенности к токсичным веществам.

В критические периоды наблюдается неустойчивое равновесие развивающихся систем, когда старые механизмы регуляции уже себя исчерпали, а новые еще не достигли определенного уровня зрелости. Степень чувствительности при этом меняется: сначала она увеличивается, достигая максимума, затем снижается, то есть существует период максимальной готовности организма и его систем к формированию ответа на внешние и внутренние воздействия.

Единого мнения о границах критических (сенситивных) периодов физического и психического развития человека до сих пор нет, так как каждая физиологическая система имеет свои наиболее чувствительные периоды развития и специалисты из разных областей наук, изучающие человека, выделяют свои границы. Тем не менее в постнатальном развитии можно выделить несколько общих границ критических периодов.

- Ранний постнатальный период (от рождения до 1 года), характеризующийся интенсивностью морфофункционального созревания, когда из-за отсутствия средовых воздействий функция может не сформироваться. Например, при отсутствии определенных зрительных стимулов в этот период восприятие их в дальнейшем не формируется.
- Парапубертатный период (2-3,5 года). В это время ребенок начинает активно двигаться. При этом резко возрастает сфера его общения с внешним миром, интенсивно формируются речь и сознание. Вместе с этим повышаются и воспитательные требования, что в совокупности приводит к напряженной работе физиологических систем его организма, а в случае слишком высоких требований - к их «поломке». Особенно ранимой оказывается нервная система, ее перенапряжение приводит к нарушению психического развития и

появлению различных нервно-психических отклонений. В этот период онтогенеза родителям и воспитателям необходимо принять все возможные меры по предупреждению детского травматизма, так как около 40% смертных случаев при детских бытовых и транспортных травмах приходится на первые 4 года жизни ребенка.

- Третий критический период совпадает с началом школьного обучения и приходится на возраст 6-8 лет, когда качественные перестройки морфофункционального созревания базовых мозговых процессов приходятся на период смены социальных условий. В эти годы в жизнь ребенка входят новые люди - учителя, школьные друзья. Меняется его образ жизни, появляются новые обязанности, падает двигательная активность и т.д. В этот период вновь необходимо особое, бережное отношение к ребенку со стороны учителей и родителей. Следует также учесть, что на этот критический период приходится наибольшее количество транспортных несчастных случаев, и разъяснение детям правил дорожного движения - важный фактор предупреждения транспортных трагедий.

- Пубертатный критический период связан с половым созреванием и перестройкой работы желез внутренней секреции, с изменением в организме гормонального баланса. Обычно это происходит в 11-15 лет, то есть в подростковом возрасте, который также характеризуется повышенной ранимостью нервной системы и возникновением многих нервных расстройств и проявлением психических заболеваний.

- Для взрослых критическими периодами являются периоды смены своего социального и семейного статуса (критический период зрелого возраста в 35 лет, климактерический инволюционный период в 55-60 лет). Физиологические изменения, происходящие в это время, как правило, отражаются на свойствах личности. Это связано с морфологическими и функциональными перестройками, с новыми формами интеграции внутреннего мира, в то время как прежний стереотип еще существует.

Изучение критических периодов имеет большое значение для педагогики и медицины. В эти этапы жизни у человека недостаточно энергетических ресурсов для обеспечения адаптационных процессов. Вследствие этого увеличивается риск возникновения заболеваний. Кроме того, изучение критических периодов поможет выявить сроки для оптимального достижения результатов в формировании Двигательных навыков и интеллектуальных способностей детей, обеспечить наиболее благоприятную адаптацию к новым условиям.

Программы и методики обучения должны быть приспособлены к ребенку, а не наоборот.

Учет этих периодов будет способствовать успешному применению целенаправленных педагогических воздействий и содействовать оптимизации процесса обучения и воспитания, а также формированию здоровья подрастающего поколения и сохранению его в зрелом и пожилом возрасте. Игнорирование учения о критических периодах не дает возможности решить проблему управления развитием человека как организма и личности.

Важная особенность индивидуального развития - *соподчинность периодов онтогенеза*. В каждый период формируются новые качества, которые служат базисом (фундаментом) для дальнейшего развития. От того, как протекал предыдущий период, зависит последующее развитие; это же относится и к взрослому человеку.

### **1.3. НЕПРЕРЫВНОСТЬ И НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Онтогенез осуществляется в результате двух процессов: роста и развития. Эти процессы являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки и образования зиготы, представляют собой непрерывный поступательный процесс, протекающий в течение всей жизни. Понятие о росте и развитии организмов - одно из фундаментальных понятий в биологии.

Взаимодействие между процессами роста и развития столь сложно, многообразно и непрерывно, что расчленение их в известной мере искусственно. Однако для облегчения изучения оно необходимо.

Под термином «рост» в настоящее время понимается увеличение длины, объема и массы тела детей и подростков, связанное с увеличением числа клеток и количества составляющих их органических молекул, т.е. количественные изменения. В одних органах и тканях, таких как кости, легкие, рост осуществляется в основном за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) преобладают процессы увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жиротложением или задержкой воды. Более точный показатель роста организма - это повышение в нем общего количества белка и увеличение размеров костей. Количественной характеристикой роста служат данные размеров человеческого тела и его частей. В результате ростовых процессов с возрастом существенно меняются пропорции и строение тела, увеличивается объем и сила мышц, что приводит к формированию взрослого организма. В пожилом и старческом возрасте в связи с уменьшением синтетических процессов и количества жидкости в организме может наблюдаться некоторое уменьшение массы костной ткани и объема мышц, что отражается на размерах тела.

Под развитием понимаются качественные изменения в организме, заключающиеся в специализации клеток, усложнении строения и функций всех тканей и органов, усложнении их взаимоотношений и процессов их регуляции. Специализация клеток для более совершенного выполнения функций обеспечивает наилучшее приспособление организма к условиям существования. Критериями развития могут считаться появление в хрящевой части скелета костной ткани, прорезывание молочных и постоянных зубов и т.д. Главным результатом процессов развития является значительное повышение эффективности всех физиологических процессов и, как следствие, повышение биологической надежности организма. В пожилом и старческом возрасте эти процессы имеют обратную направленность, что выражается в потере структурной упорядоченности клеток всех органов, их атрофии, нарушении межсистемной интеграции физиологических процессов.

Рост и развитие - две стороны единого процесса. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены и осуществляются постоянно. Они едины, но не тождественны. Рост и развитие - два процесса непрерывного скачкообразного перехода количественных накоплений в новые качественные свойства. Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста организма, приводят к проявлению у ребенка новых качественных особенностей. Например, формирование двигательных функций ребенка связано с созреванием нервно-мышечного аппарата: с увеличением мышечной массы и изменением свойств мышечной ткани, улучшением проведения нервных импульсов по нервным волокнам от головного мозга к мышцам и от мышц к головному мозгу, увеличением количества межклеточных связей в подкорковых структурах и коре головного мозга, с ростом числа связей между отдельными зонами коры головного мозга, участвующими в осуществлении двигательных функций. Поскольку рост и развитие организма происходят одновременно, и на эти процессы затрачивается энергия, то естественно, что периоды ускоренного роста и интенсивного развития не совпадают.

Качественное совершенствование двигательных функций ребенка в свою очередь способствует морфофункциональному созреванию мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно идет формирование новых связей в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

#### **1.4. ГЕТЕРОХРОННОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Рост и развитие некоторых частей тела, а также органов и физиологических систем детей и подростков происходит не одновременно и неравномерно, т.е. **гетерохронно**.

В разные периоды онтогенеза рост имеет неодинаковую интенсивность. Фазы интенсивного роста сменяются фазами с некоторым его замедлением. Для одних периодов характерен общий рост ребенка, для других - увеличение отдельных частей тела. Выделяют *три периода интенсивного роста: первый* - от рождения до 1 года, когда длина тела ребенка увеличивается на 50%, а масса тела утраивается; *второй* - полуростовой скачок - в возрасте от 6 до 8 лет, когда за 1 год длина тела может увеличиться на 6-8 см; *третий* - от 11 до 13 лет, когда увеличение длины тела за 1 год может составить 10-12 см. В эти годы снижаются защитные силы организма, функциональные резервы, возникает повышенная чувствительность к неблагоприятным факторам, уменьшается работоспособность.

Известно, что периоды интенсивного роста сменяются периодами усиленного развития, характеризующимися качественными изменениями, когда происходит формирование, созревание и интеграция различных физиологических систем и механизмов, происходит совершенствование организма, повышение его устойчивости, приобретение новых качеств. Эти периоды: от 1 года до 4 лет; 8-10 лет; 14-20 лет.

Периоды интенсивного роста совпадают с критическими периодами. В эти возрастные периоды детский организм чрезвычайно резко реагирует на

воздействие неблагоприятных внешних факторов, которые могут замедлить процессы роста и вызвать нарушения в состоянии здоровья.

Неравномерное увеличение отдельных органов и частей тела ведет к существенным изменениям его пропорций. Новорожденный ребенок имеет относительно большую голову, длинное туловище и короткие конечности (по своим пропорциям ближе к шарикю). В дальнейшем, по мере роста, длина нижних конечностей увеличивается в 5 раз, длина верхних конечностей - в 4, туловища - в 3, а головы - только в 2 раза и соответственно изменяются пропорции тела (относительно уменьшается голова, туловище и удлиняются конечности).

В организме ребенка наиболее быстро развиваются и совершенствуются те органы, интенсивное функционирование которых в данный период жизненно необходимо. Например, сердце функционирует уже на третьей неделе пренатального развития, а почки формируются значительно позднее и начинают активно функционировать только у новорожденного ребенка. Половые органы усиленно растут в период полового созревания, а лимфатическая ткань к этому возрасту уже заканчивает свое развитие и подвергается инволюции.

Причиной гетерохронности является различная скорость созревания нервных центров, регулирующих работу различных систем. Не последнюю роль играют и социальные условия среды. Смысл гетерохронности заключается в перераспределении жизненной энергии и ее мобилизации для успешного развития той функции организма, которая важна в данный возрастной период. Принцип гетерохронии развития органов и систем был сформулирован А.Н. Северцовым и детально разработан П.К. Анохиным и его многочисленными учениками и последователями в теории *системогенеза*. Суть этого учения заключается в том, что структуры, составляющие к моменту рождения ребенка функциональную систему, выполняющую жизненно важную роль, закладываются и созревают избирательно и ускоренно. Так, центры дыхания и кровообращения начинают функционировать раньше, чем центры речи. Из всех нервов руки прежде всего развиваются те, которые обеспечивают сокращение мышц, участвующих в осуществлении хватательного рефлекса. Из всех мышц лица ускоренно развиваются мышцы рта, которые обеспечивают акт сосания.

В процессе обучения ребенка письму, чтению, навыкам личной гигиены и так далее также требуется образование функциональных систем, в которые включаются разные органы. Эти функциональные системы обеспечивают ему оптимальное взаимодействие с внешней средой.

Важной биологической особенностью в развитии детей является то, что **формирование их функциональных систем происходит намного раньше, чем это им требуется.** В функциональной системе, обеспечивающей ребенку рефлекс сосания, анатомо-физиологическое формирование входящих в нее органов и самой системы происходит задолго до рождения ребенка.

Опережающее развитие органов и функциональных систем у детей и подростков - это своеобразная «страховка», которую дает природа человеку на

случай непредвиденных обстоятельств. Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный встречается с внешней средой «во всеоружии», так как он уже наделен важнейшей для его жизни функцией сосания, обеспечивающей ему питание.

Следовательно, неодновременное и опережающее развитие функций есть важнейший фактор, который подлежит обязательному учету в педагогической практике. Умелое использование гетерохронности, рациональное распределение информации, научный подход к характеру тренирующего воздействия - важное условие сохранения здоровья и залог успешного гармонического умственного и физического развития подрастающих поколений.

Угасание функций органов и систем происходит также гетерохронно: наиболее рано снижается активность тех функций, которые утрачивают свое биологическое и социальное значение. Например, репродуктивная функция снижается раньше, чем пищеварительная. Чем востребованнее в процессе жизни та или функция, тем дольше она сохраняет свою активность. При постоянной умственной деятельности интеллектуальная функция сохраняется дольше, тогда, как физические нагрузки позволяют сохранить сердечнососудистую и дыхательную системы в хорошем состоянии. Поэтому гармоничная старость во многом зависит от образа жизни человека в течение всего его онтогенеза.

Гетерохронность не только не мешает правильному гармоническому развитию, но и имеет глубокий биологический смысл, который проявляется в увеличении *биологической надежности организма*.

Наряду с типичным развитием, характерным для большинства представителей данной возрастно-половой группы, нередко встречаются отклонения, которые легко свести к двум основным типам - акселерации и ретардации.

Под акселерацией понимают ускорение, а под ретардацией - задержку физического, психического, социального развития и формирования отдельных функциональных систем организма детей и подростков.

Термин «акселерация» употребляется в основном в двух значениях: акселерация эпохальная и внутригрупповая. Эпохальная акселерация обозначает ускорение физического развития детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями. При массовых исследованиях физического развития детей различного возраста выявлено, что показатели многих функциональных систем современных детей и подростков значительно превышают таковые у детей 30-50 лет назад. Длина тела новорожденных за это время увеличилась на 2-2,5 см, а их масса - на 0,5 кг; у 15-летних соответственно - на 6-Ю см и 3-10 кг.

Сократилась продолжительность роста: в настоящее время рост девушек и юношей в среднем заканчивается к 16-19 годам, а 50 лет назад люди достигали максимального роста в возрасте 25-26 лет.

Существуют убедительные доказательства акселерации развития сердечнососудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем детей и подростков, что, возможно, привело к «омоложению» спортивных рекордов.

Акселерация показателей физического развития стимулировала и психическое развитие, поскольку между ними существует взаимосвязь.

Внутригрупповые акселерация и ретардация выявляются при рассмотрении размеров тела.

По длине тела выделяют следующие группы детей и подростков:

- высокие и выше средних - акселераты - 20%;
- средние - 60%;
- ниже средних и низкие - ретарданты - 20%.

В настоящее время увеличивается количество высокорослых и низкорослых детей, обусловленное как внешними, так и внутренними факторами. В то же время известно, что дети, развивающиеся средними темпами, отличаются большей надежностью и устойчивостью функциональных систем.

У высокорослых детей энергия в большей степени расходуется на количественное увеличение различных структур и в меньшей - на их качественное преобразование. У таких детей наблюдается отставание структурно-функционального развития мышечной ткани от скорости роста костей, что часто является причиной формирования нарушений опорно-двигательного аппарата. Для формирования гармонического развития высокорослых детей существует система мероприятий, способствующих укреплению и развитию скелетной мускулатуры.

Ускорение и замедление психического развития выявляются при изучении психофункциональных показателей: памяти, абстрактного мышления, развития речи, внимания, умственной работоспособности и т.д. По степени выраженности этих показателей выделяют три группы детей: зрелые, среднезрелые и незрелые. Процентное соотношение данных групп в различных регионах России, городах, районах, школах неодинаково.

Проблема акселерации и ретардации привлекает внимание многих специалистов всего мира: биологов, медиков, психологов, педагогов и социологов. Решение ее имеет большое практическое значение и требует пересмотра методов обучения, изменения форм полового, физического и эстетического воспитания. Так, определение степени умственного развития детей перед поступлением в школу необходимо для дифференцированного обучения, которое осуществляется в специализированных классах или в обычных с использованием индивидуальных программ, инновационных технологий.

Ребенок с ускоренным психическим развитием, испытывающий недостаток информации в школе, постепенно становится средним учеником. Ребенок, отстающий в психическом развитии, испытывает информационную перегрузку, которая ведет к нарушению деятельности нервной системы. Такой ребенок, как правило, становится неуспевающим. Эти дети нуждаются в понимании особенностей их биологического, психического развития, в индивидуальном подходе при обучении, воспитании и оздоровлении. При соблюдении этих требований они «подтягиваются» до уровня своих сверстников.

Акселерация не всегда положительным образом сказывается на функциональных возможностях детского организма. Есть доказательство, что у акселерированных детей рост и развитие сердца отстают от роста тела. В результате нарушается его нормальная деятельность, создаются предпосылки для развития сердечнососудистых заболеваний. Дети-акселеранты чаще, чем их сверстники, страдают различными нарушениями опорно-двигательного аппарата, поэтому требуется четкое выполнение ими рекомендаций по профилактике этих нарушений и адекватное развитие мышечной системы.

Биологические механизмы акселерации пока не выяснены. Выдвигается много различных гипотез о ее причинах. Наиболее существенные из них:

- широкая миграция современного населения и связанное с ней увеличение количества смешанных браков (в основе лежат законы генетики);
- урбанизация населения (увеличение городского населения) и стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического и психического развития;
- увеличение уровня радиации на земле;
- улучшение социальных условий жизни населения промышленно развитых стран.

Несмотря на то что воздействие перечисленных выше факторов сохраняется, в литературе последних лет есть сообщения о том, что процесс акселерации приостанавливается. Это относится к эпохальной акселерации, которая имеет цикличность в своем развитии. Что касается групповой акселерации, то она была, есть и будет и не замечать, игнорировать ее нельзя, так как это реальная биологическая закономерность. Рационально организованная система воспитания и обучения детей в соответствии с уровнем биологической и социальной зрелости позволит всем детям гармонично развиваться, сохранить и укрепить их здоровье.

## **1.5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Естественно, что организм, непрерывно взаимодействуя с окружающей средой, должен иметь механизмы, обеспечивающие его жизнеспособность в пределах широких колебаний окружающих условий. Поэтому в процессе филогенеза происходило широкое накопление жизненных возможностей, создание своеобразного резерва, который составляет так называемую **биологическую надежность организма**. Примером, подтверждающим высказанное положение, может служить развитие системы свертывания крови. Известно, что количество тромбина (фермента, вызывающего свертывание крови), содержащегося в 10 мл крови, достаточно для свертывания всей крови человека; в среднем в организме около 5 л крови; следовательно, тромбина одного человека вполне достаточно для превращения в сгусток крови 500 человек. Принимая во внимание, что при свертывании используется лишь часть этого фактора, нетрудно представить колоссальные резервные возможности всей системы.

Принцип надежности присущ как всему организму в целом, так и его системам (центральной нервной системе, дыхательной, пищеварительной и т.д.). Накопление биологической надежности в отдельных органах и системах идет

гетерохронно. В первую очередь максимальное увеличение-надежности происходит в системах, приобретающих на данном этапе развития решающее значение. Так, например, концентрация факторов, участвующих в свертывании крови, у новорожденного уже близка к уровню взрослого человека. В течение первых двух лет жизни их количество повышается в 2-3 раза. Это увеличение совпадает с периодом овладения ребенком навыками ходьбы и, несомненно, повышает биологическую надежность организма, подвергающегося на данном этапе развития возросшей угрозе травм и повреждений.

Биологическая надежность одних систем обеспечивается дублированием органов (парные почки, легкие, глаза и т.д.); других - взаимозаменяемостью (потеря зрения приводит к обострению слуха и тактильной чувствительности, позволяющей организму адаптироваться к жизненным условиям).

Важной особенностью биологической надежности является то, что в нормальных условиях организм и все его системы функционируют не на пределе своих возможностей, а сохраняют определенный резерв, который может быть использован в экстремальных ситуациях. Это обусловлено наличием избыточных элементов, участвующих в осуществлении любой функции. Так, в двух почках содержится около 2 млн нефронов, тогда как для поддержания гомеостаза внутренней среды организма вполне достаточно 400-500 тыс. единиц. Не случайно поэтому при родственной трансплантации почки донор может отдать реципиенту одну почку практически без всякого ущерба для своего здоровья. В вентиляции легких участвует лишь 15% легочной ткани, а при интенсивной физической работе - 25-30%, остальная часть легочной ткани отражает наличие избыточных элементов. В коре больших полушарий активны 4-15% нервных клеток, что свидетельствует об огромных резервных возможностях нервной системы. Следовательно, увеличение количества функционирующих элементов различных систем организма за счет привлечения резервных структур - один из важных стратегических подходов к повышению его функциональных возможностей.

Одним из факторов, обеспечивающих биологическую надежность систем, является совместное участие разных процессов, органов и регуляторных механизмов в обеспечении гомеостаза. Так, обеспечение клеток кислородом достигается согласованной работой систем дыхания, кровообращения и крови. При этом перенос кислорода кровью происходит в виде физически растворенного и химически связанного соединения. Даже сердце, которое является единственным насосом, перекачивающим кровь по кровеносной системе, имеет около 600 помощников - скелетных мышц, сокращение которых способствует продвижению крови по сосудам. Не случайно умеренные физические нагрузки оказывают благотворное влияние на работу сердца. Содержание сахара в крови регулируется большой группой гормонов: одни (глюкагон, кортизол, адреналин, соматотропин) повышают концентрацию глюкозы в крови, другие (инсулин, соматостатин) - понижают. Таким образом, совместная деятельность нескольких содружественных механизмов обеспечивает большую устойчивость и надежность гомеостатических систем.

Этот принцип особенно наглядно проявляется при анализе работы функциональных систем организма. Каждая функциональная система для обеспечения полезного для организма результата избирательно объединяет тканевые элементы различного уровня, принадлежащие к разным анатомическим образованиям. В свою очередь, разные функциональные системы для достижения приспособительного результата могут использовать различные или одни и те же органы. Так, сердечная деятельность может усиливаться и для поддержания постоянного уровня артериального давления, и для форсированного газообмена, и для выполнения физической нагрузки, и для сохранения оптимальной температуры тела при перегревании, и т.д. То есть отдельные органы включаются в функциональные системы по принципу взаимодействия для совместного участия в достижении полезного приспособительного результата, поэтому имеется частичная взаимозаменяемость и компенсация при нарушении деятельности каких-либо органов.

Надежность биологической системы наследственно закреплена и позволяет расширять или снижать границы жизненных возможностей человека в зависимости от условий жизни. Так, закаливание организма расширяет резервные возможности температурной адаптации. Неблагоприятные экологические факторы среды приводят к нарушениям функций различных органов и систем, в том числе центральной нервной системы, что выражается в ухудшении здоровья, показателей поведения и способности к обучению.

С биологической надежностью тесно связана еще одна особенность онтогенетического развития - **экономизация функций**. Она заключается в том, что с возрастом в состоянии физиологического покоя снижается уровень функциональной активности всех органов, обеспечивая, таким образом, увеличение диапазона реагирования. Так, если ЧСС у новорожденного составляет 120-140 ударов в минуту, то к 10 годам она составляет 80-90, а у взрослых - 60-80. Аналогично частота дыхания у новорожденного колеблется в пределах 40-60 циклов в минуту, в 10 лет - 20, а у взрослого - 16-18. Естественно, что при интенсивной физической нагрузке увеличивается ЧСС и Дыхания, которая может достигать 170-180 ударов и 30-40 циклов в минуту. Таким образом, большой прирост ЧСС и дыхания у взрослого человека свидетельствует о больших возможностях его органов и систем, т.е. увеличении резервных возможностей.

### **1.6. АДАПТИВНОСТЬ**

**Адаптация** (прилаживание, приноравливание) - свойство организма приспособляться к действию факторов окружающей среды. Различают адаптацию биологическую и социальную. Биологическая адаптация - совокупность биохимических, функциональных, психических реакций организма на воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза (относительное физико-химическое постоянство внутренней среды организма). При длительном действии факторов среды в организме развиваются и морфологические

изменения. Социальная адаптация присуща только человеку, она обеспечивает его приспособление к социальным условиям жизни.

В настоящее время под адаптацией понимают формирование приспособительных реакций организма не только при действии неблагоприятных или экстремальных факторов среды, но и при действии обычных (не экстремальных) факторов.

Биологические механизмы адаптации изучены достаточно хорошо. Отмечено, что любые приспособительные реакции в организме осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, включающих корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы. В формировании защитных реакций организма в условиях экстремальных воздействий (стресса) особое значение отводится гипофизу и надпочечникам, синтезирующим так называемые адаптивные гормоны. Адаптация человека к условиям среды, являясь общебиологическим свойством всего живого, вместе с тем характеризуется качественной особенностью - она носит ярко выраженный социальный характер.

Ребенок прежде всего должен приспособливаться к действию факторов социальной среды и вырабатывать целесообразные поведенческие реакции для данной социальной микрогруппы: семья, ясли, детский сад, школа и т.д. Учителю и воспитателю необходимо знать, что адаптационные возможности детей и подростков существенно меньше, чем взрослого человека, поэтому их следует оберегать от резких изменений условий жизни, от действия непривычных для них раздражающих факторов. Установлено, что на ранних этапах развития практически любое новое воздействие на организм вызывает бурную генерализованную реакцию, в которую вовлекаются чуть ли не все органы и системы. Эта неспецифическая, неэкономичная реакция при низких резервных возможностях ведет к перенапряжению. Исследования процессов адаптации детей при поступлении их в ясли, детский сад свидетельствуют о напряженной деятельности всех физиологических систем детского организма, что приводит нередко к задержке физического развития, снижению резистентности организма и развитию различных заболеваний. С течением времени, по мере созревания нервных структур, адаптационный ответ становится все более локальным и специфическим, направленным на устранение конкретного фактора, на решение конкретной задачи. Наиболее значимые изменения происходят в 5-7 лет, когда вегетативные системы организма становятся способны осуществлять дифференцированные реакции в ходе его приспособления. В период полового созревания адаптационные процессы временно утрачивают свою эффективность и на непродолжительное время становятся менее специфическими. После 15-16 лет уровень адаптационных возможностей юношей и девушек становится как у взрослых. Следовательно, в критические периоды развития адаптационные возможности организма детей и подростков снижаются. Значительное влияние на ход адаптации оказывает неблагополучный анамнез детей: патологическое течение беременности у матери, неблагоприятные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга и др.

Известно, что при поступлении детей в школу в корне меняется характер их жизни. Им приходится адаптироваться к школьной нагрузке - физической, умственной и эмоциональной. Проведение нескольких часов в день за партой в школе, за столом дома приводит к напряжению статических мышц, поддерживающих осанку. Незрелость опорно-двигательного аппарата детей младшего школьного возраста, а также недостаточное развитие координационных механизмов в коре головного мозга обуславливают несовершенство двигательной функции. Недостаточная сила нервных процессов, преобладание процессов возбуждения над процессами торможения может до некоторой степени объяснить неустойчивость внимания, ухудшение памяти и быстрое утомление. Многие школьники испытывают гиподинамию, которая ведет к ухудшению функций нервной системы, внутренних органов, костной и мышечной систем и нарушению осанки.

Адаптация первоклассников к школьной нагрузке протекает в три фазы.

- *Фаза ориентировочного приспособления* длится 2 нед и характеризуется повышением возбудимости детей, увеличением реактивности всех систем. У 40% детей наблюдается повышенная двигательная активность. Учителю необходимо реализовать эту жизненно необходимую потребность через физкультминутки и организацию перемен с максимальным пребыванием на свежем воздухе.

- \* *Фаза относительно устойчивого приспособления* длится до 6 нед. В эту фазу происходит постепенное привыкание детей к новым условиям, к школьному режиму. Однако это приспособление не стойкое. Поэтому любые перегрузки могут привести к истощению организма, особенно ранима психика ребенка. Может появляться агрессия, различные формы неврозов (боязнь школы, учителя, плохих отметок и т.д.). Установлено, что в среднем около 15% детей не могут справиться со школьной нагрузкой. На этой почве могут возникнуть различные заболевания: наиболее часто встречаются заболевания органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, инфекционные заболевания. В данном случае следует, учитывая состояние здоровья ребенка и условия жизни, перевести его на индивидуальное обучение либо повременить с обучением.

- *Фаза неполного приспособления* длится от 16 до 20 нед. Она характеризуется тренировкой всех систем организма: улучшением работоспособности, овладением навыками письма, чтения, счета. Развитие и длительность этой фазы зависят от условий, создаваемых педагогами и родителями. Рационально составленный режим дня, регулярное полноценное питание и достаточный сон облегчают адаптацию детей к школьной нагрузке. Однако необходимо помнить, что ни одна схема режима дня не может быть универсальной, пригодной для всех. В каждом конкретном случае необходимо учитывать индивидуальные особенности ребенка.

Поскольку адаптация младших школьников протекает на разных уровнях (нервно-психическом, двигательно-поведенческом, вегетативном, биохимическом и т.д.), то для оценки используют различные тесты и методики.

У многих первоклассников к концу года наблюдаются потеря веса, замедление ростовых процессов, снижение артериального давления и повышенная утомляемость. Необходимо помнить, что мерой адаптации детей к школьным нагрузкам является уровень их здоровья.

Кроме **активной адаптации**, обеспечивающей приспособление организма к условиям среды, может развиваться и **пассивная адаптация**, заключающаяся в *избегании*, уходе от воздействия факторов среды или в *подчинении* требованиям в ущерб своим возможностям и желаниям. Такое проявление адаптации является неблагоприятным фоном для дальнейшего развития ребенка и свидетельствует о необходимости коррекции условий жизни.

При старении организма снижается адаптационный потенциал, что вызывает напряжение всех функциональных систем при адаптации к новым социальным условиям, неблагоприятным экологическим факторам, смене стереотипов.

Старение - это процесс возникновения в организме возрастных изменений, ведущих к недостаточности его функций, ограничивающих физиологические резервы и адаптационные возможности. В настоящее время выделяют три основных направления теорий старения.

- Старение - генетически запрограммированный процесс, заключительная стадия генетической программы индивидуального развития, которая мало зависит от влияния среды. Современным вариантом этой теории является клеточная теория старения Л. Хейфлика, утверждающая, что каждая нормальная клетка имеет ограниченное число делений, по исчерпанию лимита которого она гибнет. Клетки человека способны к 40-60 делениям, что дает возможность продолжительности жизни около 110 лет.

- Старение - результат постепенного накопления повреждений, возникающих в процессе самой жизни, что приводит к снижению биологической надежности организма. Наиболее вероятными кандидатами на роль повреждающих факторов выступают свободные радикалы кислорода, пигмент липофусцин, токсины, которые способны при избыточном накоплении повреждать макромолекулы (ДНК, белки, липиды, коллаген) и клеточные мембраны.

- Старение определяется примерно в равной степени двумя группами факторов: генетическими и внешними: экологическими, средовыми, образом жизни. «Старение - это итог всех стрессов, которым подвергался организм в течение жизни» (Г. Селье).

Вероятно, все теории старения отражают разные стороны и механизмы этого процесса.

## **1.7. УВЕЛИЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

Сохранение целостности организма и его адаптивности к внешним условиям связано с необходимостью сохранения относительного динамического постоянства внутренней среды организма - гомеостаза.

*Гомеостаз* - это совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма. Большая роль в обеспечении гомеостаза принадлежит ЦНС и эндокринной системе.

В организме существуют жесткие и пластичные константы. *Жесткими константами* являются те параметры внутренней среды, которые изменяются в узких пределах, например кислотно-Щелочной состав крови, ее вязкость, концентрация глюкозы и минеральных веществ, температура и т.д. *Пластичные константы* обладают широким диапазоном изменчивости (кровенное давление).

В раннем возрасте все показатели гомеостаза имеют более широкий диапазон колебаний по сравнению с показателями взрослыми. Поэтому при адаптации к различным факторам внешней среды в организме ребенка часто наблюдаются гомеостатические сдвиги. Если выпить 2% воды от массы тела за 30 мин, то у детей до 10-11 лет уменьшится концентрация осмотически активных веществ в плазме крови, у взрослых же показатели гомеостаза практически не изменяются. Этот пример демонстрирует незрелость механизмов регуляции физиологических процессов в детском возрасте и их низкую биологическую надежность.

Для обеспечения гомеостаза организма и повышения его биологической надежности большую роль играют процессы дифференциации клеточных структур и механизмов, а также нарастающая гетерогенность. Благодаря этим процессам в онтогенезе повышается специфичность функционирования клеток и структур, происходит разграничение «полномочий» между разными механизмами контроля функций. Это позволяет сделать систему регуляции физиологических процессов многоконтурной, включающей местные и центральные нейроэндокринные механизмы.

Например, в раннем возрасте клетки скелетной мускулатуры мало дифференцированы. Постепенно в онтогенезе формируются белые и красные мышечные волокна, имеющие разный тип строения и биохимической активности, они способны выполнять различную по длительности и интенсивности работу, что формирует соответствующий тип мышечного реагирования: *спринтерский* (преимущественно белые волокна), *стайерский* (красные волокна), *смешанный* (сочетание белых и красных волокон).

Перечисленные свойства обеспечивают взрослому организму возможность нормально функционировать в различных неблагоприятных условиях более длительный промежуток времени по сравнению с ребенком. В детском возрасте некомфортные условия жизни и нагрузки быстрее вызывают нарушения внутренней среды организма и создают угрозы для здоровья.

### **Вопросы и задания**

1. Перечислите основные закономерности онтогенеза, раскройте их суть.
2. Изучите особенности различных схем возрастной периодизации жизни человека. В чем причины их отличий? Какая классификация возрастных периодов, по вашему мнению, лучше отражает биосоциальную природу человека (обсудите в группе)?
3. В чем отличие календарного и биологического возрастов? Каковы критерии их определения?
4. Что представляют собой критические и сенситивные периоды в онтогенезе?

5. Дайте понятие о процессах роста и развития организма. Как они протекают в онтогенезе? Сделайте графический рисунок.
6. В чем смысл гетерохронности и суть системогенеза?
7. Раскройте понятия акселерации и ретардации организма детей и подростков. Каковы причины этих явлений? Как эти явления необходимо учитывать в воспитании, обучении и оздоровлении детей (обсудите в группе)?
8. Расскажите об особенностях адаптации детского организма и ее видах.
9. Чем обеспечивается биологическая надежность организма и как она изменяется в процессе онтогенеза?

