**ЛЕКЦИЯ 2**

**Теоретические основы возрастной физиологии**

*1Закономерности онтогенетического развития.*

*2Понятие возрастной нормы.*

*3Возрастная периодизация и гетерохронность развития.*

*4Сенситивные и критические периоды развития.*

*5Акселерация эпохальная и индивидуальная, биологический и паспортный возраст*

Каждый человек имеет свои индивидуальные особенности, наличие которых определяется двумя факторами. Это наследственность — черты, унаследованные от родителей, а также результат влияния внешней среды, в которой человек растет, развивается, учится, работает.

Индивидуальное развитие, или развитие в онтогенезе, происходит во все периоды жизни — от зачатия до смерти. В онтогенезе человека выделяют два периода: до рождения (внутриутробный) и после рождения (внеутробный).

**Онтогенез человека осуществляется в соответствии со следующими закономерностями.**

Целостность и фазность (этапность) онтогенеза — объективное разделение онтогенеза на этапы, которые различаются задачами, решаемые организмом, и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).

Непрерывность и неравномерность роста и развития — рост и развитие организма человека протекает непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.

Гетерохронность роста и развития — разновременное созревание отдельных функциональных систем организма, т. е. в процессе онтогенеза в первую очередь созревают те системы, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития организма (системогенез).

Гетеросенситивность — различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем организма к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.

Нарастающая гетерогенность — усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т. е. увеличение неоднородности клеток и повышение специфичности их функционирования.

Дифференциация — по мере созревания периферических структур организма происходит передача контроля функций 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 у человека понижается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем резервных его возможностей при напряжении функций.

Биологическая надежность организма — свойство организма, характеризующееся оптимальным запасом функциональных возможностей, способных обеспечивать устойчивость и жизнеспособность при значительных внешних воздействиях.

Адаптивность — согласованность возрастных особенностей строения и функционирования организма с параметрами среды обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации (приспособления) к внешним условиям.

Увеличение жесткости (стабильности) гомеостатических констант в онтогенезе — при действии внешних факторов показатели гомеостаза изменяются в меньшей степени у взрослых, чем у детей. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте.

**ЦЕЛОСТНОСТЬ И ФАЗНОСТЬ (ЭТАПНОСТЬ) ОНТОГЕНЕЗА**

Онтогенез, с одной стороны, это целостный, с другой, — фазовый процесс. Каждая фаза, или этап, представляет собой закономерный качественный период, который протекает в определенных условиях.

Общепринятой классификации возрастных периодов нет. Одни исследователи за основу классификации возрастных периодов берут созревание половых желез, скорость роста и дифференцировки тканей и органов, другие − уровень созревания костей или степень развития ЦНС. Существующая в настоящее время возрастная периодизация с выделением периодов новорожденности, ясельного, дошкольного и школьного возрастов отражает скорее систему детских образовательных учреждений, нежели системные возрастные особенности.

Распространена также схема возрастной периодизации, рекомендованная Симпозиумом по проблеме возрастной периодизации в Москве (1965 г.) (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Возрастная периодизация жизненных циклов человека

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возрастной период | Пол | Продолжительность периода |
| Новорожденный |  | 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 | 61-74 года 56-74 года |
| Старческий возраст |  | 75-90 лет |
| Долгожители |  | 90 лет и более |

Данная классификация возрастных периодов основана на половых особенностях развития человека, а также связи календарного возраста с биологическим. Календарный (паспортный) возраст − это возраст, измеряемый по стандартному календарю. В большинстве стран календарный возраст регистрируется с момента рождения. В странах Востока дополнительно учитывается и период развития человека до рождения, там считается, что «истинное рождение» человека происходит в момент зачатия, а появление новорожденного — это лишь окончание первого этапа развития организма человека.

У новорожденного ребенка голова округлая, большая, шея и грудь короткие, живот длинный, ноги короткие, руки длинные. Окружность головы на 1−2 см больше окружности груди, мозговой отдел черепа относительно больше лицевого. Форма грудной клетки бочкообразная. Позвоночник лишен изгибов, лишь незначительно выражен мыс. Кости, образующие тазовую кость, не сращены между собой. Внутренние органы относительно крупнее, чем у взрослого человека.



1 2 б 12 25

Рис. Изменения пропорций отделов тела в процессе роста.

КМ — средняя линия. Цифры вверху показывают, какую часть тела составляет голова. Деления, отмеченные цифрами справа, — соответствие отделов тела детей и взрослых; цифры внизу — возраст

Так, например, масса печени новорожденного ребенка составляет '/20 массы тела, в то время как у взрослого человека — '/50. Длина кишечника в 2 раза больше длины тела, у взрослого человека — в 4-4,5 раза. Масса мозга новорожденного составляет 13-14% массы тела, а у взрослого человека лишь около 2%. Большими размерами отличаются надпочечники и тимус.

В медико-биологической классификации возрастных периодов детства, рассматривается внутриутробный период развития, а также указан уровень развития детей на каждом этапе онтогенеза в зависимости от биологических и социальных факторов.

Таблица 1.4. Медико-биологическая классификация возрастных периодов детства

|  |  |
| --- | --- |
| ВозрастнойКритериипериод | Основные морфо-функциональные изменения |
| I. Внутри­утробный (40 недель) | Оплодотворение, образование зиготы | Формирование организма из зиготы. Быстрый рост и дифференцировка клеток и тканей, органов и сис­тем. Питание за счет материнского организма |
| 1. Эмбриональный (8 недель) | Питание за счет слизистой матки, формирование плаценты | Критические периоды:7-12 день - период имплантации;3-6 неделя - образование зачатков органов;8 недель - начало функционирования сердца |
| 2. Плацентарный (32 недели) | Питание через плаценту и из околоплодных вод | Критические месяцы:3 мес. - формирование плаценты и костно-мозгового кроветворения, образуются зачатки коры головного мозга;6 мес. - все органы в основном сформированы; конец 9 мес. - плод занимает постоянное положение |
| II. Внеутробный (от рождения до смерти) | Развертывание во времени генетической программы развития и деградации с уче­том факторов внешней среды | Дальнейший рост и развитие организма |
| 1. Новорожденный (0-10 дней) | Формирование легочного газообмена. Вскармливание молозивом | Адаптация к новым условиям существования сопро­вождается физиологической потерей веса (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) | Молочное питание. Реализация и закрепление сидения и стояния | Интенсивный рост. Формирование изгибов позвоноч­ника. Прорезывание первых молочных зубов. Разви­вается деятельность всех органов чувств. Формиру­ются положительные эмоции. Начинается развитие внимания, памяти, мышления на основе условных рефлексов. Высокая 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 воз действиям внешней 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 (физиологических механизмов привычек). 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 к 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. Подростковыйпериод(девочки1. 15 лет, мальчики
2. 16 лет)
 | Половое созревание, развитие вторичных половых признаков | В начале периода - интенсивный рост. Выраженные эндокринные сдвиги и изменения в деятельности нервной системы, связанные с половым созреванием, усиление деятельности половых желез, вегетативные расстройства, повышение возбудимости ЦНС, 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 |

В грудном возрасте (10 дней − 1 год) тело ребенка растет наиболее быстро. Примерно с 6-ти месяцев начинается прорезывание молочных зубов. За первый год жизни размеры ряда органов и систем достигают размеров, характерных для взрослого (глаз, внутреннее ухо, центральная нервная система). В течение первых лет жизни быстро растут и развиваются опорно-двигательный аппарат, пищеварительная, дыхательная системы.

В период раннего детства (1−3 года) прорезываются все молочные зубы и происходит первое «округление», т.е. уве­личение массы тела опережает рост тела в длину. Быстро прогрессирует психическое развитие ребенка, речь, память. Ребенок начинает ориентироваться в пространстве. В течение 2−3-го годов жизни рост в длину преобладает над увеличением массы тела. В конце периода начинается прорезывание постоянных зубов. В связи с быстрым развитием мозга, масса которого к концу периода достигает уже 1100− 1200 г, быстро развиваются умственные способности, длительно сохраняется способность узнавания, ориентация во времени, в днях недели.

В раннем и в первом детстве (4—7 лет) половые отличия (кроме первичных половых признаков) почти не выражены,

В период второго детства (8—12 лет) вновь преобладает рост в ширину, однако в это время начинается половое созревание, а к концу периода усиливается рост тела в дли­ну, темпы которого больше у девочек.

Прогрессирует психическое развитие детей. Развивается ориентация в отношении месяцев и календарных дней. Начинается половое созревание, более раннее у девочек, что связано с усилением секреции женских половых гормонов. У девочек в 8—9 лет начинает расширяться таз и округляться бедра, увеличивается секреция сальных желез, происходит оволосение лобка. У мальчиков в 10−11 лет начинается рост гортани, яичек и полового члена, который к 12 годам увеличивается на 0,5−0,7 см.

В подростковом возрасте (12−16 лет) быстро растут и развиваются половые органы, усиливаются вторичные половые признаки. У девочек увеличивается количество волос на коже лобковой области, появляются волосы в подмышечных впадинах, увеличиваются размеры половых органов, молочных желез, щелочная реакция влагалищного секрета становится кислой, появляются менструации, увеличиваются размеры таза. У мальчиков быстро увеличиваются яички и половой член, вначале оволосение лобка раз­вивается по женскому типу, набухают грудные железы. К концу подросткового периода (15−16 лет) начинается рост волос на лице, теле, в подмышечных впадинах, а на лобке − по мужскому типу, пигментируется кожа мошонки, еще больше увеличиваются половые органы, возникают первые эякуляции (непроизвольные семяизвержения).

В подростковом возрасте развивается механическая и словесно-логическая память.

Юношеский возраст (16−21 год) совпадает с периодом созревания. В этом возрасте рост и развитие организма в основном завершается, все аппараты и системы органов практически достигают морфофункциональной зрелости.

Строение тела в зрелом возрасте (22−60 лет) изменяется мало, а в пожилом (61−74 года) и старческом (75−90 лет) прослеживаются характерные для этих возрастов перестройки, которые изучает специальная наука — геронтология. Временные границы старения варьируют в широких пределах у различных индивидуумов. В старческом возрасте происходит снижение адаптивных возможностей организма, изменение морфофунк- циональных показателей всех аппаратов и систем органов, среди которых важнейшая роль принадлежит иммунной, нервной и кровеносной системам.

Активный образ жизни, регулярные занятия физической культурой замедляют процесс старения. Однако это возможно в пределах, обусловленных наследственными факторами.

Биологический возраст отражает степень биологического и социального развития человека на каждом возрастном этапе. В разные периоды онтогенеза применяют разные методики определения биологического возраста. Например, до 1 года о степени развития ребенка косвенно судят по увеличению массы тела. В последующие периоды критериями биологической зрелости служит количество прорезавшихся постоянных зубов (табл.).

Таблица 1.2. Средние темпы прорезывания постоянных зубов

Количество постоянных зубов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Возраст (лет) | Мальчики | Девочки |
| 5 | 0-1 | 0-2 |
| 5,5 | 0-3 | 0-4 |
| 6 | 1-4 | 1-5 |
| 6,5 | 2-8 | 3-9 |
| 7 | 6-10 | 6-11 |

Таблица 1.3. Возрастная динамика пропорций тела

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

Меньшее, чем указано в табл. 1.2, количество прорезавшихся постоянных зубов свидетельствует об отставании биологическо­го возраста по отношению к календарному, а при большем — об опережении.

Критерием биологического возраста являются определенные пропорции тела: (Or/L)x100, где ОГ — окружность головы, L — длина тела (табл. 1.3).

Если индивидуальные значения пропорций тела больше приведенных в табл. 1.3 показателей, это свидетельствует об отставании темпов биологического развития, если ниже — об опережении темпов. 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, может дотронуться до левой мочки уха, то это свидетельствует о биологической зрелости организма.

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

Любая возрастная периодизация довольно условна, но она необходима для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма детей, разработки научно обоснованной системы охраны здоровья детей, создания таких приемов воспитания и обучения, которые соответствовали бы каждой возрастной группе.

Норма является одним из критериев развития организма. Долгое время норма рассматривалась как среднестатистическая величина, полученная в состоянии покоя организма без учета его индивидуальных особенностей, — норма покоя. Например, нормальным считается:

* кровяное давление 110-130/70-80 мм рт. ст.;
* частота сердечных сокращений — 60-80 уд./мин;
* концентрация натрия в плазме крови — 130-140 ммоль/л и т. д.

В настоящее время более распространено понятие индивидуальной нормы, т. е. то оптимальное функционирование организма, которое формирует гомеостаз с учетом возраста, пола, биологического (конституционального) типа, климатогео- графической зоны проживания, экологических факторов среды. Так, в 7-летнем возрасте 85 % девочек, проживающих в Новосибирской области, имеют более вы­сокие показатели школьной зрелости (внимание, умственная работоспособность, произвольность психических процессов и т. д.), чем большинство мальчиков того же возраста этого региона. На крайнем Севере (г. Норильск) у детей 7 лет показатели школьной зрелости ниже, чем в средней полосе Западной Сибири.

Необходимо также оценивать показатели нормы в соответствии с конституциональными особенностями индивидуума, т. е. наследственно формирующимися чертами, признаками, определяющими тип физического развития, высшей нервной деятельности, темперамент и т. д.

Например, можно спрогнозировать рост ребенка по данным его родителей: рост ребенка = (рост матери + рост отца) / 2 ± 10 см (+10 см для мальчиков, -10 см для девочек).

В физиологии и медицине все более широко применяются нагрузочные пробы для определения нормы реагирования организма и его систем, а также оценки резервных возможностей. Если в состоянии покоя, благодаря компенсации со стороны других систем и включению «резервных мощностей» организма, нарушения могут не диагностироваться, то в условиях повышенных требований к организму, созданных нагрузкой, проявляются гомеостатические сдвиги, которые свидетельствуют 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. Разработаны различные функциональные нагрузки, позволяющие оценить состояние практически всех вегетативных систем, нейроэндокринных механизмов, а также нервно-психическое состояние.

Таким образом, понятие нормы должно быть комплексным и учитывать конкретные условия жизни, наследственность, норму покоя и реагирования.

**ГЕТЕРОСЕНСИТИВНОСТЬ**

Переход от одного возрастного периода к последующему является переломным этапом индивидуального развития, или критическим периодом. В целом критические периоды характеризуются повышенной чувствительностью к действию как позитивных, так и негативных факторов. Эти периоды существенно влияют на последующие этапы развития организма и на весь жизненный цикл человека.

Периоды наибольшей чувствительности к воздействию факторов внешней среды — сенситивные периоды. Они могут совпадать и не совпадать с критическими периодами. Выявление сенситивных периодов является непременным условием со­здания благоприятных адекватных условий для эффективного обучения и сохране­ния здоровья детей.

Факторы среды, оптимально воздействующие на определенном этапе развития организма, в другие периоды могут быть нейтральными или отрицательными. Отмечается различная относительная значимость наследственных и средовых факторов в те или иные периоды роста и развития организма человека. Так, наследственные факторы играют большую роль с периода новорожденности до препубертат ного, в период полового созревания их роль снижается, затем вновь повышается. Для пубертатного периода характерно влияние факторов внешней среды.

Чувствительность организма к воздействию экологических факторов — экосенситивность — различна в зависимости от периода онтогенеза. Наиболее подвержены экосенситивности эмбриональный, грудной и подростковый периоды. Организм подростков повышенно чувствителен к вредным факторам, в особенности к токсичным веществам.

В критические периоды равновесие развивающихся систем нарушено, т. е. старые механизмы регуляции уже исчерпали себя, а новые еще не достигли опре­деленного уровня зрелости. Степень чувствительности при этом меняется: сначала она увеличивается, достигая максимума, затем снижается.

В постнатальном развитии организма выделяют **три критических периода.**

Первый критический период наблюдается в возрасте **от 1 до 3,5 лет**, т. е. в то время, когда ребенок начинает активно двигаться, больше общаться с внешним миром. В этот период интенсивно формируются речь и сознание ребенка. При этом повышаются и воспитательные требования к нему, что в совокупности приводит к напряженной работе физиологических систем организма. В результате перенапряжения нервной системы может нарушиться психическое развитие ребенка, проявиться различные психические заболевания.

Второй критический период совпадает с началом школьного обучения и при­ходится на возраст **6-8 лет**. В эти годы в жизнь ребенка входят новые люди: учителя, школьные друзья. Меняется его образ жизни, появляются новые обязанности, падает двигательная активность и пр. Учителя и родители должны особенно бережно относиться к ребенку. Необходимо учитывать, что на второй период приходится наибольшее количество транспортных несчастных случаев, и разъяснение детям правил дорожного движения — важный фактор предупреждения транспортных трагедий.

Третий критический период **(10-15 лет)** связан с половым созреванием, перестройкой работы желез внутренней секреции и изменением в организме гормонального баланса. Нервная система подростков особенно ранима, поэтому возможно возникновение нервных расстройств и психических заболеваний.

В критические периоды у детей недостаточно энергетических ресурсов для обеспечения адаптационных процессов, вследствие чего увеличивается риск возникновения различных заболеваний. Поэтому изучение этих периодов имеет большое значение для педагогики и медицины: можно выявить сроки оптимального достижения результатов при формировании двигательных навыков и интеллектуальных способностей детей.

Учет критических периодов способствует успешному применению целенаправленных педагогических воздействий, оптимизирует процессы обучения и воспитания.

**НЕПРЕРЫВНОСТЬ** **И НЕРАВНОМЕРНОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Процесс онтогенеза происходит в результате роста и развития организма челове­ка, которые начинаются с момента оплодотворения яйцеклетки и представляют собой непрерывный, поступательный процесс, протекающий в течение всей жизни. Понятие о росте и развитии организмов — одно из фундаментальных понятий в биологии.

Под термином рост понимают количественные изменения длины, объема и массы тела организма, связанные с увеличением числа клеток и количества составляющих их органических молекул. В одних органах и тканях, таких как кости, легкие, рост осуществляется за счет увеличения числа клеток, в других (мышцы, нервная ткань) — за счет увеличения размеров самих клеток. Такое определение процесса роста исключает те изменения массы и размеров тела, которые могут быть обусловлены жироотложением 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.

Развитие — качественные изменения в организме, заключающиеся в усложнении строения и функций всех тканей и органов организма, процессов регуляции. Специализация клеток для более совершенного выполнения функций обеспечивает наилучшее приспособление организма к условиям существования. Критериями развития считается появление в хрящевой части скелета костной ткани, прорезывание молочных и постоянных зубов и т. д.

Рост и развитие — две составляющие единого процесса. Они взаимосвязаны, взаимообусловлены и осуществляются постоянно. Рост и развитие — процессы 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: увеличивается мышечная масса и изменяются свойства мышечной ткани; улучшается проведение нервных импульсов по нервным волокнам от головного мозга к мышцам и в обратном направлении; увеличивается количество межклеточных связей в подкорковых структурах и коре головного мозга.

В свою очередь качественное совершенствование двигательных функций ребенка способствует количественному морфофункциональному созреванию мозговых структур, так как вследствие увеличения двигательной активности ребенка более интенсивно формируются новые связи в подкорковых и корковых образованиях головного мозга.

**ГЕТЕРОХРОННОСТЬ РОСТА И РАЗВИТИЯ**

Рост и развитие некоторых частей тела, а также органов и физиологических систем детей и подростков, происходит разновременно и неравномерно, т. е. гете рохронно.

В разные периоды онтогенеза рост имеет неодинаковую интенсивность. Фазы интенсивного роста сменяются фазами замедления. Для одних периодов характерен общий рост ребенка, для других — увеличение отдельных частей тела.

Выделяют три периода интенсивного роста:

1. от рождения до 1 года — длина тела ребенка увеличивается на 50 %, а масса тела утраивается;
2. с 6 до 8 лет — ростовой скачок — за 1 год длина тела может увеличиться на 7-8 см;
3. с 11 до 13 лет — увеличение длины тела за 1 год составляет 10-12 см.

Периоды интенсивного роста сменяются периодами усиленного развития: 1-4 го­да; 8-10 лет; 14-20 лет.

Периоды интенсивного роста совпадают с критическими периодами. В эти возрастные периоды детский организм чрезвычайно остро 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 пропорций организма. Новорожденный ребенок имеет относительно большую голову, длинное туловище и короткие конечности. По мере роста длина нижних конечностей увеличивается в 5 раз, длина верхних конечностей — 4 раза, туловища — 3 раза.

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.

Причиной гетерохронности являются различная скорость созревания нервных центров, регулирующих работу различных систем, и социальные условия среды.

Закон гетерохронии лежит в основе учения системогенеза, которое было разработано П. К. Анохиным и его учениками. Суть этого учения заключается в том, что структуры, составляющие к моменту рождения ребенка функциональную систему, 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, с помощью которых происходит акт сосания.

Функциональные системы обеспечивают организму ребенка оптимальное взаимодействие с внешней средой.

Формирование функциональных систем у детей происходит намного раньше, чем это им требуется. Опережающее развитие функциональных систем — это своеобразная «страховка». Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный уже наделен важнейшей для его жизни функцией сосания, обеспечивающей ему питание.

Гетерохрония может выражаться в усиленном развитии организма — акселерация (лат. acceleration — ускорение), или в замедленном — ретардация (лат. retardation — замедление).

Существует два вида акселерации: акселерация эпохальная и внутригрупповая.

*Эпохальная акселерация* представляет собой ускорение физического развития современных детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями. При массовых исследованиях физического развития детей различного возраста выявлено, что показатели многих функциональных систем современных детей значительно превышают таковые у детей 30-50 лет назад. Длина тела новорожденных увеличилась на 2-2,5 см, а масса — на 0,5 кг; у 15-летних— на 6-10 см и 3-10 кг соответственно. 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.

Акселерация стимулирует и психическое развитие детей. Под *внутригрупповой акселерацией* понимают ускорение физического развития отдельных детей и подростков в определенных возрастных группах.

В настоящее время увеличивается количество высокорослых и низкорослых детей, это обусловлено как внешними, так и внутренними факторами.

У высокорослых детей энергия в большей степени расходуется на количественное увеличение различных структур и в меньшей степени — на их качественное преобразование. Как правило, у акселерированных детей рост и развитие сердца отстают от роста тела. В результате нарушается его нормальная деятельность, создаются предпосылки для развития сердечно-сосудистых заболеваний. Дети-акселераты чаще страдают различными нарушениями опорно-двигательного аппарата.

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.

Ребенок с ускоренным психическим развитием испытывает недостаток информации в школе. Он постепенно становится средним учеником. Ребенок, отстающий в психическом развитии, испытывает информационную перегрузку, которая ведет к нарушению в деятельности нервной системы. Такой ребенок, как правило, становится неуспевающим. В учебном процессе необходимо учитывать биологические и психические особенности таких детей.

Биологические механизмы акселерации пока не выяснены. Существуют различные гипотезы о причинах ее возникновения:

широкая миграция современного населения и, как следствие, увеличение количества смешанных браков;

урбанизация населения (увеличение городского населения) и стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического развития;

увеличение уровня радиации на Земле;

улучшение социальных условий жизни населения промышленно развитых стран.

Явления акселерации и ретардации требуют пересмотра методов обучения, изменения форм полового, физического и эстетического воспитания. Определение степени умственного развития детей перед поступлением в школу необходимо для дифференцированного обучения, которое может осуществляться с использованием индивидуальных программ или в специализированных классах.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ**

Организм, взаимодействуя с окружающей средой, имеет механизмы, которые обеспечивают его жизнеспособность. В процессе филогенеза (историческое развитие того или иного вида) был создан своеобразный резерв у организма, который составляет так называемую *биологическую надежность организма.*

Биологическая надежность присуща как всему организму в целом, так и его функциональным системам. Накопление надежности в отдельных органах и систе­мах происходит гетерохронно. В первую очередь максимальное увеличение биологической надежности происходит в тех системах, которые на данном этапе развития организма более значимы. Например, концентрация факторов, участвующих в свертывании крови, у новорожденного уже близка к уровню взрослого человека. В течение первых двух лет жизни эта концентрация повышается в 2-3 раза. Такое увеличение совпадает с периодом овладения ребенком навыками ходьбы и повышает биологическую надежность организма, который может подвергаться травмам и повреждениям.

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).

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. Например, в вентиляции легких участвует лишь 15 % легочной ткани, а при интенсивной физической работе — 25-30 %. В коре больших полушарий активны 4 % нервных клеток, что свидетельствует об огромных резервных возможностях нервной системы.

Биологическая надежность наследственно закреплена и позволяет расширять или снижать границы жизненных возможностей человека в зависимости от условий жизни. Так, закаливание организма расширяет резервные возможности температурной адаптации, а недостаточное питание детей приводит к нарушениям деятельности организма.

За счет биологической надежности достигается *экономизация функций организма.* Организм в условиях покоя использует только часть своих функциональ­ных возможностей для адаптации к различным воздействиям, сохраняя резерв для ответной реакции в экстремальных ситуациях. Например, максимальная частота сердечных сокращений у человека составляет примерно 170-180 циклов в 1 мин. В раннем возрасте частота сердечных сокращений у детей, даже в покое, равна 120­130 уд./мин, тогда как у взрослых нетренированных людей — 80 уд./мин, а у тренированных спортсменов — 60 уд./мин. Благодаря уменьшению частоты сердечных сокращений увеличивается резерв функциональных возможностей сердца.

**АДАПТИВНОСТЬ**

*Адаптация* — свойство организма приспосабливаться к действию факторов окружающей среды. Различают адаптацию физиологическую и социальную. Физиологическая адаптация — совокупность функциональных реакций организма на неблагоприятные воздействия внешней среды, направленных на сохранение свойственного организму уровня гомеостаза (относительное физико-химическое постоянство внутренней среды организма).

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.

Любые приспособительные реакции в организме осуществляются под контролем ЦНС благодаря формированию специальных функциональных систем адаптации, которые включают корковые и подкорковые отделы головного мозга и эндокринные железы. При формировании защитных реакций организма в условиях экстремальных воздействий (стресса) особое значение имеет гипофиз и надпочечники, они синтезируют адаптивные гормоны.

Социальная адаптация заключается в том, что человек должен приспосабливаться к действию факторов социальной среды и вырабатывать поведенческие реакции для данной социальной микрогруппы: семья, ясли, детский сад, школа и т. д.

Адаптационные возможности детей и подростков существенно меньше, чем взрослого человека, поэтому учителям и родителям следует оберегать детей от резких изменений условий жизни, воздействия непривычных для них раздражающих факторов. Затрудняет адаптацию неблагополучный анамнез ребенка: патологическое течение беременности у матери, неблагоприятные роды, частые заболевания ребенка, травмы головного мозга. Резко снижаются адаптационные возможности организма детей в критические периоды развития.

Поступление детей в школу в корне меняет характер их жизни. Им приходится адаптироваться к школьной нагрузке — физической, умственной и эмоциональной. Проведение нескольких часов в день за партой в школе, дома за столом 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 обусловливают несовершенство двигательной функции. Из-за недостаточной силы нервных процессов, преобладания процессов возбуждения над процессами торможения возможны неустойчивое внимание, ухудшение памяти и быст­рое утомление. Многие школьники испытывают гиподинамию (уменьшение двигательной активности), которая ведет к ухудшению функций нервной системы, внутренних органов, костной и мышечной систем и нарушению осанки.

**УВЕЛИЧЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ (СТАБИЛЬНОСТИ) ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ КОНСТАНТ**

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

*Гомеостаз* — 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. *Пластичные константы* обладают широким диапазоном изменчивости.

В раннем возрасте все показатели гомеостаза имеют более широкий диапазон колебаний, по сравнению со 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 концентрации 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, нейро-эндокринные механизмы.

Например, в раннем возрасте клетки скелетной мускулатуры малодифферен цированны. 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).