

УВ
УЧЕБНИК
ДЛЯ ВУЗОВ

Ю. И. Савченков
О. Г. Солдатова
С. Н. Шилев

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

(физиологические особенности
детей и подростков)

ВЛАДОС

БАКАЛАВРИАТ



Юрий Савченков

**Возрастная физиология
(физиологические особенности
детей и подростков).
Учебник для вузов**

«ВЛАДОС»

2014

УДК 612-053.2(075.8)
ББК 57.31я73

Савченков Ю. И.

Возрастная физиология (физиологические особенности детей и подростков). Учебник для вузов / Ю. И. Савченков — «ВЛАДОС», 2014

Пособие по возрастной физиологии представляет собою дополнительный учебный материал по теме «Физиологические особенности детей разного возраста», необходимый для усвоения студентами, обучающимися в педагогических вузах и уже знакомых с общим курсом физиологии и анатомии человека. Содержание пособия соответствует программам по возрастной физиологии для педагогических вузов. В пособии существенно расширены разделы «Возрастные особенности высшей нервной деятельности и психических функций», «Возрастные особенности эндокринных функций», «Возрастные особенности терморегуляции и обмена веществ». Издание будет полезным не только будущим педагогам и детским психологам, но и будущим педиатрам, а также уже работающим молодым специалистам, желающим пополнить свои знания по физиологическим особенностям детского организма.

УДК 612-053.2(075.8)
ББК 57.31я73

© Савченков Ю. И., 2014
© ВЛАДОС, 2014

Содержание

Введение	6
Глава 1	7
Закономерности роста и развития детского организма.	7
Возрастные периоды развития ребенка	
Глава 2	11
Возрастные изменения структуры нейрона, нервного волокна и нервно-мышечного синапса	11
Глава 3	12
Анатомо-физиологические особенности созревания спинного и головного мозга	12
Характеристика рефлексов плода, новорожденного и ребенка грудного возраста. Пищевые, защитные и тонические рефлексы новорожденного	14
Значение желез внутренней секреции для роста организма, формирования скелета и пропорций тела	19
Особенности функционирования половых желез в онтогенезе	19
Развитие околощитовидных желез, эпифиза и вилочковой железы у детей различного возраста	20
Особенности функционирования надпочечников у детей, последствия гипер- и гипофункции надпочечников.	20
Возрастные изменения инкреторной функции поджелудочной железы	
Глава 4	22
Изменение количества крови, гематокритного показателя, состава плазмы в онтогенезе	22
Особенности физико-химических свойств крови и ее белкового состава у детей раннего возраста	23
Особенности клеточного состава крови и его изменения с возрастом	24
Особенности гемоглобина плода и динамика его перехода в гемоглобин взрослого	26
Становление системы свертывания крови в онтогенезе	27
Глава 5	28
Кровообращение плода, изменения в системе кровообращения после рождения	28
Особенности строения и свойств сердечно-сосудистой системы у детей	29
Конец ознакомительного фрагмента.	31

**Юрий Савченков, Ольга
Солдатова, Сергей Шилов
Возрастная физиология
(физиологические особенности детей
и подростков). Учебник для вузов**

Рецензенты:

Ковалевский В. А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой психологии детства Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева,

Манчук В. Т., д.м.н., член-корр. РАМН, профессор кафедры поликлинической педиатрии КрасГМУ, директор НИИ медицинских проблем севера СО РАМН

© Коллектив авторов, 2013

© ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2013

Введение

Организм ребенка – чрезвычайно сложная и в то же время очень ранимая социально-биологическая система. Именно в детском возрасте закладываются основы здоровья будущего взрослого человека. Адекватная оценка физического развития ребенка возможна лишь при учете особенностей соответствующего возрастного периода, сопоставления показателей жизнедеятельности данного ребенка с нормативами его возрастной группы.

Возрастная физиология изучает функциональные особенности индивидуального развития организма в течение всей его жизни. На основе данных этой науки разрабатываются методы обучения, воспитания и охраны здоровья детей. В случае несоответствия методов воспитания и обучения возможностям организма на каком-либо этапе развития, рекомендации могут оказаться малоэффективными, вызвать негативное отношение ребенка к учебе и даже спровоцировать различные заболевания.

По мере роста и развития ребенка почти все физиологические параметры претерпевают значительные изменения: меняются показатели крови, деятельность сердечно-сосудистой системы, дыхания, пищеварения и т. д. Знания различных физиологических параметров, характерных для каждого возрастного периода, необходимы для оценки развития здорового ребенка.

В предлагаемом издании обобщены и классифицированы по системам особенности возрастной динамики основных физиологических параметров здоровых детей всех возрастных групп.

Пособие по возрастной физиологии представляет собой дополнительный учебный материал по физиологическим особенностям детей разного возраста, необходимый для усвоения студентами, которые обучаются в педагогических высших и средних специальных учебных заведениях и уже знакомы с общим курсом физиологии и анатомии человека.

В каждом разделе книги дается краткое описание основных направлений онтогенеза показателей конкретной физиологической системы. В данном варианте пособия существенно расширены разделы «Возрастные особенности высшей нервной деятельности и психических функций», «Возрастные особенности эндокринных функций», «Возрастные особенности терморегуляции и обмена веществ».

Эта книга содержит описания многочисленных физиологических и биохимических показателей и будет полезной в практической работе не только будущих педагогов, дефектологов, детских психологов, но и будущих педиатров, а также уже работающих молодых специалистов и старшеклассников, желающих пополнить свои знания о физиологических особенностях детского организма.

Глава 1

Возрастная периодизация

Закономерности роста и развития детского организма. Возрастные периоды развития ребенка

Ребенок – это не взрослый в миниатюре, а организм, для каждого возраста относительно совершенный, со своими морфологическими и функциональными особенностями, для которых закономерна динамика их течения от рождения до половой зрелости.

Организм ребенка – чрезвычайно сложная и в то же время очень ранимая социально-биологическая система. Именно в детском возрасте закладываются основы здоровья будущего взрослого человека. Адекватная оценка физического развития ребенка возможна лишь при учете особенностей соответствующего возрастного периода, сопоставления показателей жизнедеятельности конкретного ребенка с нормативами его возрастной группы.

Рост и развитие часто употребляются как тождественные понятия. Между тем их биологическая природа (механизм и последствия) различна.

Развитие представляет собой процесс количественных и качественных изменений в организме человека, сопровождающийся повышением уровня его сложности. Развитие включает в себя три основных взаимосвязанных фактора: рост, дифференцировку органов и тканей и формообразование.

Рост – это количественный процесс, характеризующийся увеличением массы организма за счет изменения числа клеток и их размеров.

Дифференцировка – это появление специализированных структур нового качества из малоспециализированных клеток-предшественниц. Например, нервная клетка, закладывающаяся в составе нервной трубки эмбриона (зародыша), потенциально может выполнять любую нервную функцию. Если нейрон, мигрирующий в зрительную область головного мозга, пересадить в область, ответственную за слух, он превратится не в зрительный, а в слуховой нейрон.

Формообразование – это приобретение организмом присущих ему форм. Например, ушная раковина приобретает форму, присущую взрослому человеку, к 12 годам.

В тех случаях, когда во множестве различных тканей организма одновременно происходят интенсивные ростовые процессы, отмечают так называемые скачки роста. Это проявляется в резком увеличении продольных размеров тела за счет увеличения длины туловища и конечностей. В постнатальный период онтогенеза человека такие «скачки» наиболее выражены:

в первый год жизни, когда происходит полуторакратное увеличение длины и трех-четырекратное увеличение массы тела;

в возрасте 5–6 лет, когда преимущественно за счет роста конечностей ребенок достигает примерно 70 % длины тела взрослого человека;

13–15 лет – пубертатный скачок роста за счет увеличения длины тела и конечностей.

Развитие организма с момента рождения и до наступления зрелости происходит в постоянно меняющихся условиях внешней среды. Поэтому развитие организма носит адаптивный, или приспособительный, характер.

Для обеспечения приспособительного результата различные функциональные системы созревают неодновременно и неравномерно, включаясь и сменяя друг друга в разные периоды онтогенеза. В этом заключается суть одного из определяющих принци-

пов индивидуального развития организма – принципа гетерохронии, или неодновременного созревания органов и систем и даже частей одного и того же органа.

Сроки созревания различных органов и систем зависят от их значимости для жизни организма. Быстрее растут и развиваются те органы и функциональные системы, которые являются наиболее жизненно важными на данном этапе развития. За счет объединения отдельных элементов того или иного органа с наиболее рано созревающими элементами другого органа, принимающего участие в реализации той же функции, осуществляется минимальное обеспечение жизненно важных функций, достаточное для определенного этапа развития. Например, для обеспечения приема пищи к моменту рождения из лицевых мышц первой созревает круговая мышца рта; из шейных – мышцы, отвечающие за поворот головы; из рецепторов языка – рецепторы, расположенные у его корня. К этому же времени созревают механизмы, отвечающие за координацию дыхательных и глотательных движений и обеспечивающие непопадание молока в дыхательные пути. Тем самым обеспечиваются необходимые действия, связанные с питанием новорожденного: захват и удержание соска, сосательные движения, направление пищи по соответствующим путям. Вкусовые ощущения передаются через рецепторы языка.

Приспособительный характер гетерохронного развития систем организма отражает еще один из общих принципов развития – надежность функционирования биологических систем. Под надежностью биологической системы понимается такой уровень организации и регуляции процессов, который способен обеспечить жизнедеятельность организма в экстремальных условиях. Она базируется на таких свойствах живой системы, как избыточность элементов, их дублирование и взаимозаменяемость, быстрота возврата к относительному постоянству и динамичность отдельных звеньев системы. Примером избыточности элементов может являться тот факт, что в период внутриутробного развития в яичниках закладывается от 4000 до 200 000 первичных фолликулов, из которых в дальнейшем образуются яйцеклетки, а за весь репродуктивный период созревает только 500–600 фолликулов.

Механизмы обеспечения биологической надежности существенно изменяются в ходе онтогенеза. На ранних этапах постнатальной жизни надежность обеспечивается генетически запрограммированным объединением звеньев функциональных систем. В ходе развития по мере созревания коры головного мозга, обеспечивающей высший уровень регуляции и контроля функций, возрастает пластичность связей. Благодаря этому происходит избирательное формирование функциональных систем в соответствии с конкретной ситуацией.

Другой важной особенностью индивидуального развития детского организма является наличие периодов высокой чувствительности отдельных органов и систем к воздействию факторов среды – сенситивных периодов. Это периоды, когда система быстро развивается и ей необходим приток адекватной информации. Например, для зрительной системы адекватной информацией являются кванты света, для слуховой системы – звуковые волны. Отсутствие или дефицит такой информации приводит к отрицательным последствиям, вплоть до несформированности той или иной функции.

Следует обратить внимание на то, что онтогенетическое развитие сочетает периоды эволюционного, или постепенного, морфофункционального созревания и периоды революционных, переломных скачков развития, связанных как с внутренними (биологическими), так и с внешними (социальными) факторами. Это так называемые критические периоды. Несоответствие средовых воздействий особенностям и функциональным возможностям организма на этих этапах развития может иметь пагубные последствия.

Первым критическим периодом принято считать этап раннего постнатального развития (до 3 лет), когда происходит наиболее интенсивное морфофункциональное созревание. В процессе дальнейшего развития критические периоды возникают в результате резкой смены

социально-средовых факторов и их взаимодействия с процессами морфофункционального созревания. Такими периодами являются:

возраст начала обучения (6–8 лет), когда качественная перестройка морфофункциональной организации головного мозга приходится на период резкой смены социальных условий;

начало полового созревания – пубертатный период (у девочек – 11–12 лет, у мальчиков – 13–14 лет), который характеризуется резким повышением активности центрального звена эндокринной системы – гипоталамуса. В результате происходит значительное снижение эффективности корковой регуляции, определяющей произвольную регуляцию и саморегуляцию. Между тем именно в это время повышаются социальные требования к подростку, что иногда приводит к несоответствию предъявляемых требований и функциональных возможностей организма, следствием чего может быть нарушение физического и психического здоровья ребенка.

Возрастная периодизация онтогенеза растущего организма. Выделяют два основных периода онтогенеза: антенатальный и постнатальный. Антенатальный период представлен эмбриональным периодом (от зачатия до восьмой недели внутриутробного периода) и плодным (от девятой до сороковой недели). Обычно беременность продолжается 38–42 недели. Постнатальный период охватывает промежуток от рождения до естественной смерти человека. Согласно возрастной периодизации, принятой на специальном симпозиуме в 1965 г., в постнатальном развитии детского организма выделяют следующие периоды:

новорожденный (1–30 дней);

грудной (30 дней – 1 год);

раннее детство (1–3 года);

первое детство (4–7 лет);

второе детство (8–12 лет – мальчики, 8–11 лет – девочки);

подростковый (13–16 лет – мальчики, 12–15 лет – девочки);

юношеский (17–21 год юноши, 16–20 лет – девушки).

Рассматривая вопросы возрастной периодизации, необходимо иметь в виду, что границы этапов развития весьма условны. Все возрастные структурно-функциональные изменения в организме человека происходят под влиянием наследственности и условий внешней среды, т. е. зависят от конкретных этнических, климатических, социальных и других факторов.

Наследственность определяет потенциальные возможности физического и умственного развития индивидуума. Так, например, с особенностями генотипа связана низкорослость африканских пигмеев (125–150 см) и высокорослость представителей племени ватусси. Однако в каждой группе встречаются индивидуумы, у которых этот показатель может значительно отличаться от средней возрастной нормы. Отклонения могут возникать вследствие воздействия на организм различных факторов внешней среды, таких, как питание, эмоциональные и социально-экономические факторы, положение ребенка в семье, взаимоотношения с родителями и сверстниками, уровень культуры общества. Эти факторы могут нарушать рост и развитие ребенка, а могут и наоборот, стимулировать их. Поэтому показатели роста и развития детей одного календарного возраста могут в значительной степени различаться. Общепринято формирование групп детей в дошкольных учреждениях и классов в общеобразовательных школах по календарному возрасту. В связи с этим воспитатель и педагог должны учитывать индивидуальные психофизиологические особенности развития.

Задержка роста и развития, называемая ретардацией, или опережающее развитие – акселерация – свидетельствуют о необходимости определять биологический возраст ребенка. Биологический возраст, или возраст развития отражает рост, развитие, созревание,

старение организма и определяется совокупностью структурных, функциональных и приспособительных особенностей организма.

Биологический возраст определяется по ряду показателей морфологической и физиологической зрелости:

по пропорциям тела (соотношению длины туловища и конечностей);

степени развития вторичных половых признаков;

скелетной зрелости (порядок и сроки окостенения скелета);

зубной зрелости (сроки прорезывания молочных и коренных зубов);

уровню обмена веществ;

особенностям сердечно-сосудистой, дыхательной, нейроэндокринной и других систем.

При определении биологического возраста учитывается также уровень психического развития индивида. Все показатели сопоставляются со стандартными показателями, характерными для данной возрастной, половой и этнической группы. При этом для каждого возрастного периода важно учитывать наиболее информативные показатели. Например, в пубертатном периоде – нейроэндокринные изменения и развитие вторичных половых признаков.

Для упрощения и стандартизации среднего возраста организованной группы детей принято считать возраст ребенка равным 1 месяцу, если его календарный возраст находится в интервале от 16 дней до 1 месяца 15 дней; равным 2 месяцам – если его возраст от 1 месяца 16 дней до 2 месяцев 15 дней и т. д. После первого года жизни и до 3 лет: к 1,5 годам относят ребенка с возрастом от 1 года 3 месяцев до 1 года 8 месяцев и 29 дней, к второму году – от 1 года 9 месяцев до 2 лет 2 месяцев 29 дней и т. д. После 3 лет с годичными интервалами: к 4 годам относятся дети в возрасте от 3 лет 6 месяцев до 4 лет 5 месяцев 29 дней и т. д.

Глава 2

Возбудимые ткани

Возрастные изменения структуры нейрона, нервного волокна и нервно-мышечного синапса

Различные типы нервных клеток в онтогенезе созревают гетерохронно. Наиболее рано, еще в эмбриональном периоде, созревают крупные афферентные и эфферентные нейроны. Мелкие клетки (интернейроны) созревают постепенно в период постнатального онтогенеза под действием средовых факторов.

Отдельные части нейрона также созревают не одновременно. Дендриты вырастают значительно позже аксона. Их развитие происходит только после рождения ребенка и в значительной мере зависит от притока внешней информации. Число ветвлений дендрита и количество шипиков растет пропорционально числу функциональных связей. Наиболее разветвленную сеть дендритов с большим количеством шипиков имеют нейроны коры головного мозга.

Миелинизация аксонов начинается еще в период внутриутробного развития и происходит в следующем порядке. Раньше всего покрываются миелиновой оболочкой периферические волокна, затем волокна спинного мозга, ствола мозга (продолговатый и средний мозг), мозжечка и последними – волокна коры головного мозга. В спинном мозге двигательные волокна миелинизируются раньше (к 3–6 месяцам жизни), чем чувствительные (к 1,5–2 годам). Миелинизация волокон головного мозга происходит в другой последовательности. Здесь раньше других миелинизируются чувствительные волокна и сенсорные области, тогда как двигательные – только через 6 месяцев после рождения, а то и позже. В основном миелинизация завершается к 3 годам, хотя рост миелиновой оболочки продолжается приблизительно до 9–10 лет.

Возрастные изменения затрагивают и синаптический аппарат. С возрастом в синапсах повышается интенсивность образования медиаторов, возрастает количество рецепторов постсинаптической мембраны, которые реагируют на эти медиаторы. Соответственно по мере развития увеличивается скорость проведения импульсов через синапсы. Приток внешней информации определяет количество синапсов. В первую очередь формируются синапсы спинного мозга, а затем других отделов нервной системы. Причем, сначала созревают возбуждающие синапсы, потом тормозные. Именно с созреванием тормозных синапсов связано усложнение процессов переработки информации.

Глава 3

Физиология центральной нервной системы

Анатомо-физиологические особенности созревания спинного и головного мозга

Спинной мозг заполняет полость позвоночного канала и имеет соответствующее сегментарное строение. В центре спинного мозга расположено серое вещество (скопление тел нервных клеток), окруженное белым веществом (скоплением нервных волокон). Спинной мозг обеспечивает двигательные реакции туловища и конечностей, некоторые вегетативные рефлексы (тонус сосудов, мочеиспускание и др.) и проводниковую функцию, т. к. через него проходят все чувствительные (восходящие) и двигательные (нисходящие) пути, по которым устанавливается связь между различными частями ЦНС.

Спинной мозг развивается раньше, чем головной мозг. На ранних стадиях развития плода спинной мозг заполняет всю полость позвоночного канала, а затем начинает отставать в росте и к моменту рождения заканчивается на уровне третьего поясничного позвонка.

К концу первого года жизни спинной мозг занимает такое же положение в позвоночном канале, как и у взрослых (на уровне первого поясничного позвонка). При этом сегменты грудного отдела спинного мозга растут быстрее, чем сегменты поясничного и крестцового отделов. В толщину спинной мозг растет медленно. Наиболее интенсивное увеличение массы спинного мозга происходит к 3 годам (в 4 раза), а к 20 годам его масса становится как у взрослого человека (в 8 раз больше, чем у новорожденного). Миелинизация нервных волокон спинного мозга начинается с двигательных нервов.

К моменту рождения продолговатый мозг и мост уже сформированы. Хотя созревание ядер продолговатого мозга продолжается до 7 лет. Отличается от взрослых и расположение моста. У новорожденных мост находится несколько выше, чем у взрослых. Это различие исчезает к 5 годам.

Мозжечок у новорожденных еще недоразвит. Усиленный рост и развитие мозжечка наблюдается на первом году жизни и в период полового созревания. Миелинизация его волокон заканчивается примерно к 6 месяцам жизни. Полное же формирование клеточных структур мозжечка осуществляется к 7–8 годам, а к 15–16 годам его размеры соответствуют уровню взрослого.

Форма и строение среднего мозга у новорожденного почти не отличается от взрослого. Постнатальный период созревания структур среднего мозга сопровождается в основном пигментацией красного ядра и черной субстанции. Пигментация нейронов красного ядра начинается с двухлетнего возраста и заканчивается к 4 годам. Пигментация нейронов черной субстанции начинается с шестого месяца жизни и достигает максимума к 16 годам.

К промежуточному мозгу относятся две важнейшие структуры: таламус или зрительный бугор, и подбугровую область – гипоталамус. Морфологическое разграничение этих структур происходит на третьем месяце внутриутробного развития.

Таламус – многоядерное образование, связанное с корой больших полушарий. Через его ядра в соответствующие ассоциативные и сенсорные зоны коры головного мозга передается зрительная, слуховая и соматосенсорная информация. Ядра ретикулярной формации промежуточного мозга активируют нейроны коры, воспринимающие эту информацию. К моменту рождения большая часть его ядер хорошо развита. Усиленный рост таламуса имеет место в четырехлетнем возрасте. Размеров взрослого таламуса достигает к 13 годам.

Гипоталамус, несмотря на свои небольшие размеры, содержит десятки высококодифференцированных ядер и регулирует большинство вегетативных функций, таких, как поддержание температуры тела, водного баланса. Ядра гипоталамуса участвуют во многих сложных поведенческих реакциях: полового влечения, чувства голода, насыщения, жажды, страха и ярости. Кроме того, через гипофиз гипоталамус управляет работой желез внутренней секреции, а вещества, образующиеся в нейросекреторных клетках самого гипоталамуса, участвуют в регуляции цикла «сон – бодрствование». Ядра гипоталамуса созревают в основном к 2–3 годам, хотя дифференциация клеток некоторых его структур продолжается до 15–17 лет.

Наиболее интенсивная миелинизация волокон, увеличение толщины коры головного мозга и ее слоев происходит на первом году жизни, постепенно замедляясь и прекращаясь к 3 годам в проекционных и к 7 годам в ассоциативных областях. Сначала созревают нижние слои коры, затем верхние. К концу первого года жизни как структурная единица коры головного мозга выделяются ансамбли нейронов, или колонки, усложнение которых продолжается до 18 лет. Наиболее интенсивная дифференцировка вставочных нейронов коры происходит в возрасте от 3 до 6 лет, достигая максимума к 14 годам. Полного структурно-функционального созревания кора мозга достигает примерно к 20 годам.

Характеристика рефлексов плода, новорожденного и ребенка грудного возраста. Пищевые, защитные и тонические рефлекс новорожденного

Развитие двигательных навыков у детей. В первые дни после рождения двигательная активность у детей мало выражена. Они находятся в состоянии некоторого торможения. Если ребенок содержится в комфортных условиях, то двигательные реакции связаны только с возбуждением пищевого центра.

К моменту рождения у ребенка окончательно завершено развитие спинного и продолговатого мозга, бледного шара, красного ядра, палеоцереbellума и всех проводящих путей, кроме пирамидного. Незрелыми остаются полосатое тело, неocerebellум и пирамидный путь, которые созревают к 6 месяцам жизни, а корковые двигательные поля лишь к 4–7 годам.

У многих новорожденных детей осуществляются позотонические рефлекс: при повороте головы в сторону происходит разгибание руки и ноги с той стороны, куда обращено лицо, и сгибание конечностей с другой стороны. Чаще это перераспределение тонуса происходит только в верхних конечностях.

В течение первого года после рождения строение и функции мозга интенсивно развиваются: в 2–2,5 раза увеличивается масса головного мозга, размеры нейронов, количество отростков, синапсов, количество рецепторов в постсинаптических мембранах нейронов, усиливается синтез медиаторов. Все это способствует развитию локомоции, т. е. произвольной двигательной активности. Первым активным движением новорожденного является желание поднять голову, лежа на животе. Затем ребенок начинает приподнимать переднюю часть тела и удерживать его в этом положении, лежа на животе. Затем развивается способность переворачивания со спины на живот и с живота на спину.

В первые три месяца жизни у детей происходят непровольные нескоординированные движения руками, ногами, головой и всем телом. После развития полосатого тела и коры наступает их торможение, и они уступают место произвольным движениям. Первые произвольные движения – движения головы и глаз. В возрасте одного месяца ребенок приподнимает голову на короткое время, а в 4 месяца поворачивает ее в разные стороны. В это время он начинает тянуться руками к предметам, но движения эти неточные, неловкие, плохо координированные, сопровождаются активными движениями тела, головы, ног.

В возрасте 6 месяцев ребенок начинает ползать на животе, а в 7 месяцев ползет хорошо. На 7-м месяце большинство детей самостоятельно поддерживают спину, т. е. могут сидеть. Сидячая поза – необходимый этап при переходе от горизонтальной позы к вертикальной. К 6–7 месяцам у детей формируются статические установочные рефлекс: поворот головы вызывает поворот туловища в ту же сторону.

Около десятимесячного возраста многие дети, хватаясь руками за предметы, начинают самостоятельно вставать и ходить. Самостоятельно ходить большинство детей начинает с 1 года. Некоторые дети могут начать ходить с девятимесячного возраста, а другие только с пятнадцатимесячного.

Вначале ходьба очень неустойчивая, сопровождается колебаниями тела, ребенок поднимает руки для сохранения равновесия и часто падает. Ноги ребенка расставлены и слегка согнуты в коленных суставах, а подошвы при ходьбе ставятся почти параллельно сагиттальной плоскости. В последующие годы происходит поворачивание части стопы наружу, что увеличивает опорную площадь. В течение третьего года начинают развиваться синергиче-

ские движения рук при ходьбе, которые хорошо выражены у семилетних детей. Связано это с развитием таламопаллидарного уровня ЦНС.

После третьего года жизни постепенно совершенствуется бег, увеличивается его скорость.

Развитие произвольных движений ребенка связано с формированием руброспинального пути, который регулирует тонус мышц конечностей, пирамидостриарного уровня, обеспечивающего приспособление локомоций к внешней среде. С третьего года жизни ведущим становится теменно-премоторный уровень ЦНС.

Рефлекторные движения эмбриона и плода. Рефлекторные реакции изучены на эмбрионах и плодах, полученных при выкидышах. У плода первые рефлекторные акции появляются в возрасте 7,5 недель. При прикосновении к его губам его голова отклоняется назад. Это защитный рефлекс. У десятинедельного плода при раздражении губ открывается рот, т. е. наблюдается пищевой рефлекс, а при раздражении ладони происходит сгибание пальцев рук – хватательный рефлекс.

К 11–12-й неделе начинают двигаться пальцы ног. Таким образом, первыми начинают функционировать центры, отвечающие за верхнюю часть тела, а затем нижнюю. До трех-четырёхмесячного возраста ответные реакции на раздражение у плода носят локальный характер, они короткие, отрывистые, т. к. возбуждение охватывает небольшие ограниченные участки ЦНС. Это объясняется малым количеством отростков и синапсов в ЦНС, и называется этот период стадией локальных ответов.

С 3–4 месяцев появляется стадия обобщенных рефлексов, стадия генерализации рефлекторной деятельности, которая проявляется в том, что любое раздражение вызывает беспорядочную двигательную активность с участием многих мышц. Так, при раздражении лица наблюдается движение и головы, и туловища, и рук. Это объясняется слабостью процесса торможения, и за счет этого происходит широкая иррадиация возбуждения в ЦНС.

К 21–24-й неделе, т. е. в возрасте 5–6 месяцев, у плода начинается стадия специализации рефлекторных реакций. Появляются сосательный и хватательный рефлексы. Рефлекторная деятельность плода обеспечивается в основном спинным мозгом и стволом головного мозга. С возрастом усложняется строение ЦНС, увеличиваются размеры нейронов, умножается количество отростков и синапсов.

До первой половины беременности сокращение мышц носит тонический характер для мышц-сгибателей, благодаря чему конечности, туловище, шея плода согнуты, и он расположен в матке предельно компактно. Начиная с 4,5–5 месяцев беременности появляются генерализованные фазные сокращения мышц с частотой 4–8 раз в час, которые мать ощущает как шевеления плода.

Характеристика основных безусловных рефлексов новорожденных. Новорожденный обладает большим числом безусловных рефлексов: хорошо развиты сосательный и глотательный рефлексы, рефлексы мочеиспускания и дефекации, дыхательные рефлексы Геринга и Брейера. В этом возрасте проявляется ориентировочный рефлекс: в затемненной комнате ребенок постоянно поворачивает глаза в сторону яркого света. Хорошо выражены у новорожденных позотонические рефлексы, контролируемые продолговатым мозгом и состоящие в том, что при повороте головы в сторону рука с этой стороны разгибается, а с противоположной – сгибается и поднимается вверх.

Легко проявляются у здоровых новорожденных и грудных детей коленный и ахиллов рефлексы, рефлекс охватывания Робинсона (если поверхность ладони ребенка погладить, то пальцы руки сжимаются). При штриховом раздражении кожи подошвенной поверхности стопы наблюдается рефлекс Бабинского, чаще всего в виде разгибания большого пальца и сгибания остальных.

К рефлексам новорожденных, которые используются педиатрами для исследования функций ЦНС, относится также и хоботковый рефлекс – вытягивание губ вперед при прикосновении к ним пальца; рефлекс Моро – при ударе по столику, на котором лежит ребенок, он разводит руки, а затем сводит их; рефлекс ползания – при надавливании ладонью на стопы ребенка, лежащего на животе, происходит отталкивание и движение типа ползания. Эти рефлексы дают возможность оценить степень развития ЦНС новорожденного.

Развитие движений. Движения ребенка первых месяцев жизни прежде всего направлены на регуляцию положения головы, туловища, рук и ног, обеспечивающих поддержание позы. Можно проследить, как последовательно от первого к 12-му месяцу появляются новые движения, как двигательные реакции становятся целенаправленными, как появляются и совершенствуются осознанные движения. Однако следует помнить, что индивидуальные сроки развития движений определяются не только врожденной программой, но и целенаправленной работой взрослых с ребенком.

1-й месяц: первые попытки удержать голову при вертикальном положении тела; беспорядочные движения рук и ног на фоне повышенного мышечного напряжения; произвольные ползательные движения.

2-й месяц: младенец поворачивает голову и следит глазами за движущимся предметом, следит взглядом за предметом в горизонтальном, вертикальном направлениях и по кругу, имитирует мимику взрослого, поднимает голову и торс, когда лежит на животе.

3-й месяц: ребенок поворачивает голову в сторону источника звука; переворачивается со спины на бок и на живот; при поддержке за подмышки стоит, но при этом подгибает ножки; произвольное ползание исчезает; начинает удерживать предметы в кулачке; ребенок моргает, если объект приближается к лицу; может находиться в вертикальном положении (при поддержке) до 6 мин; переворачивается; движения рук более свободны и целесообразны; младенец смотрит на свои руки; стремится удержать предмет в поле зрения.

4-й месяц: исчезает гипертонус мышц; ребенок уверенно держит голову, когда его поднимают, поворачивается со спины на живот, сидит при поддержке за обе руки; хватает и удерживает игрушки; открывает рот, когда подносят ложку с едой или бутылочку.

5-й месяц: ребенок самостоятельно сидит 1–5 мин; поворачивается с живота на спину; способен удерживать одновременно по предмету в каждой руке; хватательные движения, направленные к цели, – «петлеобразные», с частыми промахами; увеличивается число движений, когда кисть руки раскрывается до захвата предмета; движения еще не точны, раскоординированны, связаны со значительным мышечным напряжением.

6-й месяц: самостоятельно сидит; возникает зрительный контроль за движениями рук; повышается точность хватательных движений, снижается мышечное напряжение.

7-й месяц: ребенок способен совершать попеременные шагательные движения (при поддержке за подмышки); сидит; тянет в рот бутылочку, ложку, игрушки; бросает и поднимает игрушки; поднимается на четвереньки; встает на колени, держась за опору; перекладывает предметы из одной руки в другую; тянется к взрослому, чтобы взяли на руки; следит за движениями руки.

8-й месяц: младенец встает с поддержкой; ходит с опорой; сидит, самостоятельно садится и ложится; появляются координированные движения двух рук (хлопает в ладоши); наблюдаются первые попытки сложить кубики, пирамидку; попытки передвижения ползком.

9-й месяц: отмечаются попытки стоять и ходить без опоры; младенец садится из вертикального положения, встает на колени; снижается мышечное напряжение, совершенствуются движения рук, ног, туловища, но все движения еще не очень точны, нестабильны; ребенок начинает ходить с опорой; собирает игрушки, складывает; стучит, чтобы услышать звук.

10-й месяц: младенец встает с опорой, стоит без опоры; ходит с опорой (первые шаги без опоры); улучшается координация движений рук; появляется захват пальцами; ребенок активно играет с игрушками.

11–12-й месяцы: ходьба без опоры; ребенок поднимается без опоры, садится, ложится, встает, координирует движения рук; наблюдается предварительная подготовка пальцев рук к форме объекта; «петлеобразные» с промахами движения сменяются более точными с «прямым приближением» к предмету; появляются хватательные движения вслепую за счет предварительного нацеливания.

Таким образом, в течение первого года жизни идет интенсивное формирование всех структур системы управления движениями, формирование и развитие опорно-двигательного аппарата, что является основой для новых преобразований на следующем этапе развития.

Ранний возраст (от 1 года до 3 лет) – это период формирования целенаправленных движений, появления новых разнообразных движений (базовых, спортивных, игровых), существенного роста двигательной активности ребенка.

Двигательные реакции ребенка являются интегральной формой адаптации к внешней среде, и резкое увеличение количества самостоятельных действий ребенка в этом возрасте служит основой его познавательной активности. Растет длительность динамических нагрузок, повышается выносливость к ним, изменяется характер взаимодействия работающих мышц: формируется баланс мышц-сгибателей и разгибателей. Однако движения еще не очень точны и неустойчивы. Характерной особенностью этого возраста является формирование предметных действий. Ребенок в этом возрасте осваивает большое количество так называемых «инструментальных движений» – учится есть столовыми приборами, расчесывать волосы, мыть себя губкой (мочалкой), а главное – учится наносить на бумагу или грифельную доску штрихи мелком или карандашом.

В 1–1,5 года малыш крепко зажимает карандаш или мелок в ладони, что очень ограничивает движения. В этом возрасте он не пытается еще изобразить что-то определенное, просто получает радость от самого процесса движений руки и способен «рисовать» с большим увлечением.

В 2–3 года ребенок, как правило, держит карандаш, зажимая его в ладони. Этот способ, особенно при рисовании мелками, позволяет детям выполнять довольно сложные движения. Однако движения эти еще спонтанные, нестабильные.

С 3 лет линии становятся более определенными, менее разбросанными и не повторяются бессмысленно. Улучшается координация при выполнении вертикальных движений, но еще плохо выполняются движения имитационные. При рисовании овалов они получаются неровными (это, пожалуй, самые трудные элементы), но на рисунках их уже много. Это чаще человек, солнышко, колеса и т. п.

О развитии движений, строящихся на основе зрительно-моторной координации (работа с мелком, карандашом), можно судить по результатам копирования простейших геометрических фигур. В 2 года ребенку доступно копирование вертикальной линии определенной длины, а в 2,5 – копирование горизонтальных линий, в 3 года ребенок уже может скопировать круг. Однако подчеркнем еще раз: ребенок учится выполнять все эти двигательные действия, но еще не умеет делать это четко, без особых усилий и напряжения. Совершенствуется ходьба, ребенок начинает бегать, прыгать, но структура этих движений вариативна. Ребенок выглядит неуклюжим, но ходить очень ему нравится, особенно если это новые виды ходьбы – по лестнице, в горку, с горки и т. п.

Освоение новых движений требует хорошей ориентировки в пространстве. Ребенок учится двигаться в пространстве, и активное участие в этом процессе принимают движения

глаз и головы. Наблюдая за действиями окружающих (детей и взрослых) и подражая им, ребенок учится выполнять новые движения.

Все большую роль в процессе выполнения движений начинает играть речевая инструкция взрослых и собственная речь ребенка. По этому поводу известный российский психолог Л. С. Выготский говорил: «Речь входит необходимым составным моментом в разумную деятельность ребенка... и начинает служить средством образования, намерения или плана в более сложной деятельности ребенка».

Значение желез внутренней секреции для роста организма, формирования скелета и пропорций тела

Соматотропин, который образуется аденогипофизом, появляется в организме с 12-й недели внутриутробного развития, и к 5–8 месяцам концентрация его у плода в 100 раз больше, чем у взрослых. У новорожденных в крови его в 2–3 раза больше, чем у матери. Он участвует в регуляции роста тела и в реакциях иммунологической защиты организма ребенка.

Соматотропин стимулирует рост, т. к. усиливает синтез РНК и белков, деление клеток при нормальной функции поджелудочной и щитовидной желез и коры надпочечников. СТГ стимулирует рост эпифизарных хрящей, а замещение их костной тканью обеспечивают тиреоидные гормоны. При избытке СТГ в организме развивается гигантизм или акромегалия, при недостатке – замедление или прекращение роста – карликовость, которая проявляется после 2 лет.

При недостатке гормона замедляется рост костей в длину, но при этом интеллектуальное развитие не нарушается.

На рост молодого организма влияет зубная железа. Она также участвует в нейтрализации токсинов и в иммунных реакциях.

Секреция тироксина в кровь начинается у плода с конца третьего месяца. Гормоны щитовидной железы играют важную роль в развитии плода и дифференцировке тканей, и особенно нейронов ЦНС. Избыток или недостаток тиреоидных гормонов в антенатальном онтогенезе вызывает нарушения развития ЦНС и процессов окостенения. После рождения щитовидная железа продолжает развиваться и к 7 годам увеличивается в 3,5 раза по сравнению с размером у новорожденных. Усиливается ее функция. Недостаток тиреоидных гормонов ведет к задержке роста, умственному и половому недоразвитию, нарушению пропорций тела. Комплекс этих явлений называется кретинизмом.

Временное повышение функции щитовидной железы нередко происходит в период полового созревания, чаще у девочек. Это сопровождается повышенной нервной возбудимостью, учащением сердцебиения, похуданием и обусловлено активностью гипофизарно-гонадной системы.

Особенности функционирования половых желез в онтогенезе

В половых железах секретируются мужские половые гормоны – андрогены (тестостерон и андростерон) и женские – эстрогены (эстрадиол, прогестерон). Половые железы развиваются из единого зачатка, а развитие мужских (семенников) или женских (яичников) половых желез происходит под действием андрогенов надпочечников. Дифференциация половых желез начинается на втором месяце внутриутробного развития.

Мужские гонады проявляют очень высокую активность в конце третьего месяца внутриутробного развития. В это время у плодов мужского пола содержание мужских гормонов достигает уровня взрослого человека.

Благодаря этому происходит развитие полового члена, мошонки, семявыносящих канатиков, а также дифференцировка нейронов гипоталамуса по мужскому типу. Если гонады не образуют андрогенов, развитие идет по женскому типу, т. е. они превращаются в яичники.

После завершения внутриутробного развития образование андрогенов в гонадах мальчиков прекращается и возобновляется в период полового созревания. В половом развитии мальчиков можно выделить два периода: первый – с 10 до 15 лет, когда развиваются половые органы и вторичные половые признаки, и второй – после 15 лет, когда начинается сперматогенез – процесс развития мужских половых клеток в семенниках. К 16–17 годам уровень тестостерона приближается к взрослому.

Образование фолликулов в яичниках женщин начинается на четвертом месяце внутриутробного развития. При этом, в отличие от мужских гонад, гормоны яичников начинают синтезироваться лишь к концу внутриутробного периода. Формирование же половых органов происходит под влиянием гормонов матери, плаценты и надпочечников плода. В первые 6–7 лет жизни активность яичников снижена, а затем начинает усиливаться.

От количества мужских половых гормонов – андрогенов – в период внутриутробного развития зависит тип развития гипоталамуса. Между пятым и седьмым месяцами внутриутробного развития под их воздействием гипоталамус развивается по мужскому типу, а без них – по женскому. Женские половые гормоны – эстрогены, выделяемые надпочечниками, способствуют развитию у плодов женского пола матки, влагалища и наружных половых органов.

Развитие околощитовидных желез, эпифиза и вилочковой железы у детей различного возраста

Количество клеток, секретирующих паратгормон, резко увеличивается к 10 годам, а к 12 годам в железе появляется жировая ткань. С возрастом количество жировой ткани увеличивается, а железистой уменьшается.

Предполагают, что некоторые биологически активные вещества, выделяемые тимусом, тормозят половое созревание. Об этом свидетельствует возрастная динамика массы тимуса. Максимального абсолютного веса железа достигает к 13–14 годам, после чего тимус начинает уменьшаться, а его железистая часть постепенно замещается соединительной и жировой тканью. С другой стороны, считается, что половые гормоны, особенно эстрогены, вызывают атрофию тимуса.

Особенности функционирования надпочечников у детей, последствия гипер- и гипофункции надпочечников. Возрастные изменения инкреторной функции поджелудочной железы

Глюкокортикоиды (кортизол) стимулируют расщепление аминокислот с образованием глюкозы и участвуют в расщеплении жиров, а также подавляют образование антител и инсулина. Глюкокортикоиды определяют развитие вилочковой железы и легких. С самых первых дней жизни глюкокортикоиды принимают участие в реализации стрессовых реакций. Наибольшая продукция этих гормонов отмечается в 1–3 года и в период полового созревания.

С возрастом количество гормонов коры надпочечников увеличивается, а после 30 лет начинает уменьшаться.

Для мозгового вещества надпочечников характерно позднее формирование и медленное развитие. Увеличение количества клеток мозгового вещества происходит в период от 3 до 8 лет и в период полового созревания. Мозговое вещество только к 10 годам начинает превосходить по массе корковое.

Образование катехоламинов возрастает на протяжении первого года жизни, а затем в период от 1 до 3 лет происходит формирование их цикличности – суточной (адреналина больше днем, норадреналин имеет два пика: в 9–12 и в 18–21 час) и сезонной цикличности (весной их образование увеличивается). В дальнейшем секреция гормонов увеличивается и зависит от подвижности ребенка.

Возрастные изменения функциональной активности поджелудочной железы связаны с изменением ее структуры. С возрастом доля железистой части уменьшается – от 6 % в грудном возрасте до 1 % в период от 1 года до 40–50 лет. Причем, в старости в результате разрастания соединительной ткани происходит уменьшение числа клеток, синтезирующих инсулин, тогда как число клеток, синтезирующих глюкагон, увеличивается. Это, в свою очередь, может послужить причиной развития сахарного диабета.

Глава 4

Физиология системы крови

Изменение количества крови, гематокритного показателя, состава плазмы в онтогенезе

Количество крови, приходящееся на единицу массы тела, у детей больше, чем у взрослых. У новорожденных оно составляет в среднем 15 % (11–20 %), всего около 0,5 литра, у грудных детей – 11 % (9–13 %). К 12–14 годам относительное количество крови снижается до уровня взрослого человека. С возрастом меняется и показатель гематокрита. У новорожденных, в связи с высокой концентрацией эритроцитов, он составляет 54–58 %, но к концу первого месяца жизни снижается до 42–47 %. Самый низкий показатель гематокрита встречается у детей в возрасте 3–4 месяцев (35–37 %). Таким он сохраняется от 1 года до 5 лет и только в 14–16 лет достигает значений взрослого человека.

Состав плазмы детей отличается содержанием многих органических веществ.

Концентрация глюкозы в крови детей ниже, чем у взрослых. У новорожденных она составляет 1,6–2,7 ммоль/л, а к 12–14 годам сравнивается с показателями взрослых людей.

Особенности физико-химических свойств крови и ее белкового состава у детей раннего возраста

Относительная плотность крови (удельный вес) у новорожденных детей несколько выше, чем у взрослых (1,060–1,080). У детей старшего возраста он равен 1,055–1,062.

Вязкость крови относительно велика в первые дни жизни ребенка. Так, на третий-пятый день жизни она составляет 10–15 ед., к концу первого месяца снижается до 5 ед., затем колеблется от 3,5 до 5,2 единиц. Более высокий удельный вес и вязкость крови новорожденных обусловлены повышенным содержанием эритроцитов.

Реакция крови у детей после рождения сдвинута в кислую сторону, но в течение суток ацидоз постепенно уменьшается и к третьему-пятому дню жизни ребенка рН крови приближается к уровню взрослых. Однако на протяжении всего детства имеет место небольшой компенсированный ацидоз. Это обусловлено особенностями метаболизма, образованием недоокисленных продуктов обмена и в связи с этим уменьшением щелочного резерва крови.

Количество белков в крови новорожденных ниже, чем у взрослых, и колеблется от 50 до 60 г/л. К концу первого месяца уменьшается до 48 г/л. Более низкое содержание белка в крови у детей первых месяцев жизни обусловлено недостаточной функцией белково-образовательных систем организма. С возрастом уровень белка увеличивается, особенно интенсивно в первые три года. К трем годам жизни содержание белка в крови детей практически достигает нормы взрослого. Однако необходимо отметить значительные индивидуальные колебания количества белков в крови у детей, входящих в одну и ту же возрастную группу.

У детей первых лет жизни меньше аминокислот, чем у взрослых, причем набор их в значительной мере зависит от вскармливания ребенка. В крови ребенка наблюдается иное, чем у взрослого, соотношение белковых фракций. Так, содержание альбуминов в крови новорожденных несколько снижено, а количество глобулинов, наоборот, повышено, особенно гамма-глобулинов. Содержание гамма-глобулинов относительно более высокое за счет поступления их к плоду от матери через плацентарный барьер. После рождения полученные от матери гамма-глобулины расщепляются и к трем месяцам жизни уровень их снижается до минимума. К двум-трем годам он практически достигает нормы взрослых, как и количество альбуминов, которое было также относительно низким. Содержание достигает к трем годам нормы взрослого.

Особенности клеточного состава крови и его изменения с возрастом

До начала костномозгового кроветворения концентрация эритроцитов в крови плода очень мала. Так, в начале четвертого месяца внутриутробного развития содержание эритроцитов составляет $1,5 \cdot 10^{12}$ в литре крови. С началом костномозгового кроветворения, т. е. с возраста плода 13–14 недель, количество эритроцитов быстро нарастает. Эритроциты плода в два раза крупнее, чем у взрослых, многие из них имеют ядро и содержат большое количество Нв. У новорожденного ребенка в крови содержится 0,1 % ядросодержащих эритроцитов.

Для новорожденных характерно явление пойкилоцитоза, т. е. наличие в крови до 8 % эритроцитов различной формы, а также анизоцитоза, т. е. наличие в крови эритроцитов различной величины диаметром от 3,0 до 10 микрон, причем преобладают крупные клетки. К 3–6 месяцу размеры эритроцитов уменьшаются и возникает микроцитоз.

У взрослого человека в крови обычно содержится 4,5–5,0 млн/мм³ эритроцитов, соответственно гемоглобина 140–160 г/л. С возрастом количество эритроцитов значительно меняется.

У новорожденных количество эритроцитов может превышать 7 млн/мм³, соответственно содержание гемоглобина более 160 г/л. К шестому дню жизни эти показатели снижаются, а к 3–4 годам вновь увеличиваются. В возрасте 6–7 лет отмечается замедление, а с 8 лет вновь нарастание количества эритроцитов и соответственно, гемоглобина. Снижение числа эритроцитов ниже 3 млн и гемоглобина ниже 60 % свидетельствует об анемии.

Количество эритроцитов с возрастом изменяется следующим образом: после рождения концентрация эритроцитов у ребенка может достигать до $6 \cdot 10^{12}$ /л, с возможными колебаниями от 4,5 до $7 \cdot 10^{12}$ /л. Со второго дня жизни ребенка в связи с интенсивным разрушением эритроцитов концентрация их в крови падает и к третьему—пятому дню составляет около $4,3 \cdot 10^{12}$ /л. Усиленный распад эритроцитов связан, по-видимому, с заменой в эритроцитах фетального гемоглобина (HbF) на гемоглобин взрослых (HbA). Из гемоглобина разрушенных эритроцитов образуется большое количество билирубина. В плазме крови детей этого возраста билирубина содержится в 8–9 раз больше, чем у взрослых, и он откладывается в коже. Этим объясняется появление у большинства новорожденных так называемой физиологической желтухи, которая развивается уже на второй день, а к седьмому-десятому дню исчезает.

После 6 месяцев, а в основном после 1 года, количество эритроцитов ребенка постепенно увеличивается и к 14–15 годам становится таким же, как у взрослых.

В крови у детей повышено содержание ретикулоцитов (молодых форм эритроцитов), поэтому верхняя граница осмотической стойкости клеток составляет 0,48–0,52 %, нижняя – 0,24–0,3 %. У школьников границы осмотической стойкости эритроцитов становятся такими же, как у взрослых.

Одной из важных особенностей системы крови у детей раннего возраста является функционирование практически всего костного мозга. Лишь на четвертом году жизни постепенно красный костный мозг превращается в желтый, завершается этот процесс ко времени полового созревания. О высокой активности кроветворения свидетельствует большое количество молодых клеток в периферической крови в период новорожденности.

Достаточно велико и количество лейкоцитов. Так, в 1 л крови их содержится от 10 до $30 \cdot 10^9$ и подвержено значительным индивидуальным колебаниям. Начиная со второго дня

жизни ребенка количество лейкоцитов начинает падать. У детей 1 года оно колеблется от 6 до $22 \cdot 10^9$, в среднем составляя $11 \cdot 10^9$ /л. У детей от 13 до 15 лет число лейкоцитов практически соответствует взрослой норме.

При этом чем меньше возраст ребенка, тем больше в его крови незрелых форм лейкоцитов.

В первые годы жизни кровь ребенка характеризуется повышенным содержанием лимфоцитов и низким – нейтрофилов. Этим отчасти объясняется детская восприимчивость к инфекционным заболеваниям. К 5–6 годам количество нейтрофилов и лимфоцитов выравнивается, после этого процент нейтрофилов неуклонно растет.

Лейкоцитарная формула детей имеет своеобразный характер и с возрастом изменяется. В первые 3–4 дня отмечается абсолютная нейтрофилия с регенеративным сдвигом. Спустя 5–7 дней число нейтрофилов равно количеству лимфоцитов, после чего содержание нейтрофилов снижается, а лимфоцитов увеличивается (первый лейкоцитарный «перекрест»). Максимальное содержание лимфоцитов отмечается на втором-третьем месяце жизни и в 4 года. На пятом-шестом году происходит второй лейкоцитарный «перекрест», после которого происходит увеличение числа нейтрофилов и снижение лимфоцитов. К 15 годам число нейтрофилов достигает 50 %, лимфоцитов – 37 %.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у новорожденных и грудных детей замедлена.

В крови новорожденных содержится большое число юных форм тромбоцитов.

У плода отсутствует важный фермент эритроцитов – угольная ангидраза. У новорожденных этот фермент содержится в значительно меньшем количестве, чем у взрослых. Угольная ангидраза новорожденных примерно в пять раз менее активна, чем у взрослых. Уровень фермента, характерный для взрослого, устанавливается у ребенка лишь к 5 годам. Активность других ферментов, содержащихся в крови детей, в ранние сроки постнатального периода также ниже, чем у взрослых. Затем активность таких ферментов, как амилаза, липаза, каталаза, систематически увеличивается, причем на активность ферментов влияет способ вскармливания, условия жизни, наличие заболеваний и т. д.

Взятие крови у новорожденных и детей грудного возраста производят путем укола в мякоть пупочной области, а забор большого количества крови для сложных биохимических исследований – путем введения полой иглы от шприца в височную вену. Последнее допустимо только в клинических условиях.

Особое внимание следует обратить на то обстоятельство, что в детском возрасте гемопозитическая система обладает высокой реактивностью и регенераторными способностями. Это объясняется относительной незрелостью соединительной ткани, а также сохранением недифференцированных полипотентных клеток. Указанные особенности являются причиной того, что у детей раннего возраста лейкоцитоз может развиваться под влиянием самых различных факторов как физиологического, так и патологического характера. Например, выраженный лейкоцитоз может наблюдаться у детей под влиянием страха, боли, глубокого форсированного дыхания, кашля, натуживания, физической нагрузки и т. д. Сильные раздражители, инфекция, интоксикации могут вызвать не только увеличение числа лейкоцитов периферической крови, но и выраженный регенеративный сдвиг. Эти особенности системы кроветворения маленьких детей и являются причиной возникновения так называемых лейкоидных реакций.

Особенности гемоглобина плода и динамика его перехода в гемоглобин взрослого

Параллельно с изменением качественного и количественного состава эритроцитов в крови у детей изменяется содержание гемоглобина. У плода до 7–12-недельного возраста в эритроцитах содержится примитивный гемоглобин (HbP). К третьему месяцу он замещается фетальным гемоглобином. Оба эти вида гемоглобина обладают почти в два раза большим сродством к кислороду, чем гемоглобин взрослых. После рождения в крови ребенка содержится 70–90 % фетального гемоглобина, а остальные 10–30 % – HbA. К 6–8-месячному возрасту фетального гемоглобина остается 1–2 %, а к концу 1 года он полностью заменяется взрослым гемоглобином.

У плода количество Hb снижено и только к шестимесячному возрасту достигает 140 г/л. У новорожденных в связи с увеличением количества эритроцитов Hb в крови 200–220 г/л. Со второго дня жизни ребенка в связи с разрушением эритроцитов количество Hb начинает падать и к 3–4-му месяцу становится минимальным, снижаясь почти до 110 г/л. Наступает так называемая физиологическая анемия. В это время уменьшается концентрация эритроцитов и их объем, что дает основание считать причиной этой анемии недостаток в организме ребенка железа. Затем количество Hb в крови детей постепенно нарастает и к 14–16 годам становится таким же, как и у взрослых.

Цветной показатель, который показывает степень насыщения эритроцитов гемоглобином, у новорожденных выше, чем у взрослых, т. е. имеет место гиперхромия, обусловленная большим содержанием Hb в эритроцитах. После первого года жизни ЦП у детей почти такой же, как и у взрослых, т. е. около 1, что называется нормохромией.

Становление системы свертывания крови в онтогенезе

В первые 2 дня после рождения свертывание крови у детей замедлено, но к седьмому дню приближается к норме взрослого.

Фибриноген и протромбин в небольших количествах появляются в крови эмбриона только на пятом месяце развития. Содержание факторов, препятствующих свертыванию крови, например гепарина, в крови эмбрионов, наоборот, повышено. В момент рождения количество антикоагулянтов снижается. С 6 месяцев внутриутробного развития коагуляционные свойства крови плода близки к норме взрослого. К моменту рождения содержание фибриногена на 10–30 % меньше, чем у взрослых, особенно на второй день.

Это обстоятельство вместе с выраженной гипопротромбинемией обуславливают пониженную свертываемость крови. Как следствие у таких детей могут возникать кровоизлияния, а при оперативных вмешательствах – кровотечения. К концу первой недели жизни содержание протромбина нарастает, но остается ниже, чем у взрослых, и лишь к концу первого года жизни достигает величины, соответствующей норме для взрослого человека. Начало свертывания крови у новорожденных находится в пределах нормы взрослого – 4,5–6 минут (по Масс и Магро), окончание запаздывает до 9–10 минут. У детей грудного возраста и старше свертывание крови заканчивается через 4–5,5 мин. Продолжительность кровотечения (по Дукке) у детей всех возрастных групп равна 2–4 мин, т. е. находится в пределах нормы взрослого.

Замедленное свертывание крови у новорожденных объясняется, по-видимому, недостаточной функциональной зрелостью печени, синтезирующей факторы свертывания не в полном объеме, отсутствием кишечной флоры, необходимой для синтеза витамина К, более низким содержанием Ca^{++} .

От 2 до 12–14 лет содержание в крови отдельных факторов свертывающей системы индивидуально колеблется, но в среднем соответствует нормам взрослого.

Глава 5

Физиология кровообращения

Кровообращение плода, изменения в системе кровообращения после рождения

Оформление сердечно-сосудистой системы начинается со второй-третьей недели и заканчивается в конце третьего месяца эмбриональной жизни. Самое активное развитие сердца происходит с 21-й по 42-й день. С четвертого месяца до момента рождения идет созревание и развитие сердечно-сосудистой системы, особенно развитие миокарда.

Воздействие вредных факторов (наследственные, эндокринные, инфекционные, сердечно-сосудистые заболевания, неправильный режим и питание, медикаментозные и другие воздействия) в течение первых трех месяцев беременности могут привести к различным патологическим нарушениям работы сердца и сосудов у ребенка.

Первоначально сердце закладывается в области будущей шеи в виде трубок, к середине четвертой недели сердце становится двухкамерным, а к концу пятой недели трехкамерным. Между предсердиями имеется овальное отверстие. На шестой неделе начинается разделение желудочков, которое заканчивается в течение седьмой недели. Перемещение сердца из области шеи в грудную полость начинается в конце второго месяца.

Малый круг кровообращения у плода почти не функционирует. Оба желудочка сердца нагнетают кровь в аорту.

В период внутриутробной жизни разные органы снабжаются различной по количеству и качеству кровью. В лучших условиях кровоснабжения находятся сердце и головной мозг.

После рождения ребенка происходят значительные гемодинамические изменения, обусловленные прекращением плацентарного кровообращения и возникновением дыхания.

При наполнении легочных сосудов кровью давление в них становится ниже, чем в аорте, и поступление крови из легочной артерии в аорту прекращается. Боталлов проток спастически сжимается, а к третьему-четвертому месяцам жизни у большинства людей зарастает. В возрасте 5–7 месяцев зарастает и овальное отверстие. Таким образом, происходит разделение венозного и артериального тока крови.

Особенности строения и свойств сердечно-сосудистой системы у детей

Возрастные особенности кровообращения у детей наиболее четко выражены в период новорожденности и грудного возраста, позднее – в период полового созревания.

К моменту рождения ребенка его сердце уже имеет 4-камерную структуру, однако между двумя предсердиями еще имеется овальное отверстие, соответственно кровь частично смешивается. Кроме того, аорту и легочную артерию соединяет специальный артериальный проток. Закрытие этого протока происходит на первые-восьмые сутки, анатомическое зарастание протока – в 3–4 месяца, а отверстия между предсердиями – к 5–7 месяцам.

В период новорожденности происходит перестройка кругов кровообращения и приспособление сердечно-сосудистой системы к резко изменившимся при рождении условиям внешней среды. В течение первого года жизни сердечно-сосудистая система обеспечивает повышенную потребность интенсивно растущего организма в питательных веществах и кислороде. В период полового созревания она испытывает влияние соответствующей гормональной перестройки организма.

Сердечно-сосудистая система детей, особенно раннего возраста, обладает хорошими компенсаторными возможностями вследствие морфофункциональных особенностей детского сердца и сосудов. К ним относятся, в частности, высокая регенеративная способность миокарда, лучшее кровоснабжение сердечной мышцы, просвет венечных сосудов имеет относительно большую величину, нервный аппарат теснее связан с коронарными сосудами, более развита на единицу веса миокарда проводящая система, сосуды легко образуют коллатерали и т. д.

В детском возрасте происходит непрерывный рост и функциональное совершенствование всей сердечно-сосудистой системы и аппарата ее регуляции. Особенно энергично растет и качественно совершенствуется сердечно-сосудистая система в первые два года жизни, а также в период полового созревания.

В общем плане анатомического строения сердце новорожденного сходно с сердцем взрослого, т. к. имеет те же отделы и пути тока крови. Отличия заключаются в следующем: малые абсолютные размеры и вес, поперечное положение в грудной клетке, масса правого отдела равна массе левого, легочная артерия шире, чем аорта. Сердце новорожденного уплощено, имеет овальную или шаровидную форму, что является следствием недостаточного развития желудочков. Лишь к шести годам сердце ребенка приобретает такую же форму, как у взрослого.

С возрастом признаки недоразвития постепенно сглаживаются. Рост сердца происходит преимущественно за счет утолщения левого желудочка. Положение сердца в грудной клетке становится более вертикальным. К концу первого года жизни соотношение массы левого и правого желудочков составляет 2,5:1 (у взрослых – 3,5: 1).

С возрастом меняется расположение верхушечного толчка, который образуется за счет удара сердца о грудную клетку при каждой систоле. В грудном возрасте он определяется в четвертом межреберье снаружи от левой соковой линии и выражен слабо, т. к. межреберные промежутки малы, а подкожно-жировой слой развит хорошо. С возрастом верхушечный толчок смещается книзу и вовнутрь. С конца второго года жизни он переходит в пятое межреберье, но остается снаружи от соска. В дошкольном возрасте верхушечный толчок находится вовнутрь от соска. В 7–12 лет – на 0,5 см внутрь от соска. У старших подростков и взрослых он расположен в пятом межреберье на 3 см вовнутрь от левой среднеключичной линии.

С возрастом происходит нарастание массы сердца, хотя относительно массы тела сердце у детей больше, чем у взрослых. Особенно интенсивный рост сердца происходит в

течение первых двух лет, в 12–14 лет и в 17–20 лет. Рост предсердий в течение первого года жизни опережает рост желудочков, только после 10 лет желудочки начинают расти быстрее. Причем в первые годы жизни масса сердца у мальчиков больше, чем у девочек, в 12–13 лет – наоборот, а к 16 годам сердце девочек вновь начинает отставать в массе от сердца мальчиков. У взрослых мужчин масса сердца – 220–300 г, у женщин – 180–220 г.

У новорожденных и детей в раннем возрасте (до 3 лет) влияние симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы, регулирующей работу внутренних органов, еще не сбалансировано. Поэтому повышенная активность симпатической системы определяет более частый пульс новорожденных – 140 уд/мин. С возрастом происходит снижение пульса до 85–90 уд/мин в 8–10 лет, а к 15 годам частота пульса приближается к уровню взрослого – 75 ударам в минуту. Становление центров регуляции сердечной деятельности завершается к 7 годам.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.