

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России



Кафедра нормальной физиологии

ФИЗИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА

Учебно-методическое пособие

Для студентов педиатрического факультета



Краснодар

2025

УДК: 612:616-053.2

ББК: 57.31

Составители: сотрудники кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России

И. Л. Чередник, заведующий кафедрой, доктор медицинских наук, профессор;

Ю. В. Кашина, доцент кафедры, доктор биологических наук, доцент.

Физиология развития ребенка: учебно-методическое пособие / ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России; составители: И. Л. Чередник, Ю. В. Кашина. – Краснодар: Изд-во «Магарин О.Г.», 2025. – 301 с.: ил. – Текст: непосредственный.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой педиатрии № 2 ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор А. В. Бурлуцкая;

Профессор кафедры физиологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма», доктор медицинских наук, профессор Е. М. Бердичевская.

Учебно-методическое пособие подготовлено с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования ФГОС ВО (3++) по направлению подготовки 31.05.02 «Педиатрия».

Предназначено для студентов педиатрического факультета медицинского вуза.

Рекомендовано к изданию ЦМС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России протокол № 8 от 12 сентября 2024 г.

УДК: 612:616-053.2

БК: 57.31

И. Л. Чередник

Ю. В. Кашина

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ РЕБЕНКА	11
Внутриутробный период.....	11
Возрастные периоды развития ребенка.....	14
Критические периоды онтогенеза человека.....	18
Закономерности развития организма.....	20
ГЛАВА 2. СИСТЕМА КРОВИ	24
Развитие органов кроветворения у плода и ребенка.....	24
Основные особенности физико-химических свойств крови в период новорожденности.....	26
Масса крови и величина гематокрита детей раннего возраста.....	27
Плазма крови в детском возрасте.....	27
Возрастные изменения количества эритроцитов у детей.....	28
Возрастные изменения количества гемоглобина у детей.....	31
Особенности гемоглобина плода и новорожденного.....	31
Особенности СОЭ у детей.....	32
Возрастные изменения количества лейкоцитов у детей.....	33
Возрастные изменения лейкоцитарной формулы у детей.....	34
Особенности тромбоцитов в детском возрасте.....	35
Развитие системы свертывания крови в раннем онтогенезе.....	36
Становление в онтогенезе групповых свойств крови.....	37
Наследование группы крови.....	38
Понятие о резус-конфликтной беременности.....	39
Развитие иммунитета в онтогенезе.....	41
ГЛАВА 3. КРОВООБРАЩЕНИЕ	45
Кровообращение плода.....	45
Изменение в системе кровообращения после рождения ребенка.....	49
Частота сердцебиений у плода и детей раннего возраста.....	50
Особенности длительности и структуры сердечного цикла у детей.....	51
Особенности ЭКГ в детском возрасте.....	52
Электрокардиограмма у плода и новорожденного ребенка.....	54
Особенности кровообращения новорожденных детей.....	55
Половые различия в развитии сердца.....	57
Особенности развития сердца в подростковом возрасте.....	57
Особенности аускультации сердца в детском возрасте.....	58

Систолический и минутный объемы крови у детей.....	59
Развитие в онтогенезе тонуса центра блуждающего нерва.....	60
Особенности сопротивления периферических кровеносных сосудов у детей раннего возраста.....	61
Скорость распространения пульсовой волны у детей.....	62
Величина кровяного давления у детей разного возраста.....	62
Особенности кровеносных сосудов в детском возрасте.....	64
Особенности функций основных сосудистых рефлексогенных зон в раннем онтогенезе.....	65
ГЛАВА 4. ДЫХАНИЕ.....	66
Обеспечение газообмена у плода.....	66
Дыхательные движения плода.....	67
Характеристика первого вдоха ребенка.....	68
Характеристика первого выдоха ребенка.....	69
Особенности внешнего дыхания у новорожденных детей.....	70
Величина минутной вентиляции легких у детей разного возраста.....	70
Особенности газообмена у детей.....	71
Эластическая тяга и растяжимость легких у детей.....	72
Сурфактант и его значение для детей.....	73
Особенности деятельности дыхательного центра в раннем онтогенезе.....	74
Значение рефлекса Геринга-Брейера у новорожденных детей.....	75
Транспорт газов кровью новорожденных. Кислородная емкость крови.....	76
ГЛАВА 5. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ.....	78
Температура тела детей.....	78
Особенности терморегуляции новорожденных.....	78
Особенности теплоотдачи новорожденных.....	79
Значение бурой жировой ткани для терморегуляции ребенка.....	80
Динамика терморегуляторных механизмов у детей разного возраста.....	80
Требования к температурному режиму у детей раннего возраста.....	81
Физиологические особенности терморегуляции у недоношенных детей.....	81
ГЛАВА 6. ПИЩЕВАРЕНИЕ.....	83
Особенности функций слюнных желез у новорожденных и грудных детей.....	83
Особенности пищеварения в желудке у детей первого года жизни.....	84
Особенности функции поджелудочной железы в детском возрасте.....	86
Особенности функции печени в детском возрасте.....	87
Особенности деятельности кишечника у детей.....	88
Особенности процесса всасывания в детском возрасте.....	91
Сосательный рефлекс.....	92

Роль грудного молока в питании детей.....	93
Прикорм и последствия его неправильного введения.....	95
ГЛАВА 7. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ.....	98
Особенности обмена веществ в детском возрасте.....	98
Суточная потребность в белках, жирах, углеводах детей разного возраста.....	98
Особенности белкового обмена у детей.....	99
Особенности основного обмена у детей.....	100
Особенности минерального обмена ребенка.....	101
Значение витаминов в процессе роста и развития детей. Рахит и его профилактика.....	103
Водный обмен в детском возрасте.....	109
ГЛАВА 8. ВЫДЕЛЕНИЕ.....	111
Развитие почек в постнатальном периоде	111
Особенности клубочковой фильтрации у детей раннего возраста.....	112
Особенности функций канальцев почки у детей раннего возраста.....	113
Особенности концентрационной функции почек у детей.....	113
Особенности системы мочевыведения в онтогенезе.....	114
Состав и количество мочи у детей.....	116
Возрастные особенности кожи.....	118
Особенности потоотделения в детском возрасте.....	120
ГЛАВА 9. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ.....	122
Физиологические особенности гормонов аденогипофиза в детском возрасте. Роль соматотропного гормона.....	122
Развитие и роль щитовидной железы в детском возрасте.....	124
Последствия гипofункции аденогипофиза и щитовидной железы у детей.....	126
Последствия гиперфункции аденогипофиза у детей.....	126
Физиологические особенности гормонов нейрогипофиза в детском возрасте.....	127
Развитие и роль вилочковой железы в детском возрасте.....	128
Развитие функции надпочечников в раннем онтогенезе.....	129
Развитие поджелудочной железы и роль ее гормонов в детском возрасте.....	131
Физиологические функции паращитовидных желез и их особенности в детском возрасте.....	133
Физиологические функции эпифиза и его развитие в онтогенезе.....	135
Развитие и роль половых желез в детском возрасте.....	137
ГЛАВА 10. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ И МЫШЦ.....	141
Физиологические особенности нервно-мышечной системы в онтогенезе.....	141
Проведение возбуждения по нервному волокну в детском возрасте.....	142

Лабильность нервно-мышечного аппарата в раннем онтогенезе.....	143
Особенности физиологических свойств мышц в детском возрасте.....	143
ГЛАВА 11. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	146
Анатомо-физиологические особенности нервной системы в детском возрасте.....	146
Возникновение и развитие двигательных рефлексов плода.....	149
Рефлексы новорожденных и их особенности.....	150
Особенности иррадиации возбуждения в раннем онтогенезе.....	152
Возрастные особенности гематоэнцефалического барьера.....	152
Особенности спинномозговой жидкости у детей.....	155
Гетерохронизм развития функциональных систем.....	156
Распределение мышечного тонуса у плода, новорожденных и детей первого года.....	157
Формирование стойки и локомоции у детей.....	158
ГЛАВА 12. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	160
Формирование ЭЭГ в онтогенезе.....	160
Первые условные рефлексы новорожденных детей.....	162
Особенности условных рефлексов у детей первых месяцев жизни.....	163
Выработка у детей динамического стереотипа.....	164
Развитие процессов внешнего и внутреннего торможения у детей.....	165
Развитие функции второй сигнальной системы у детей.....	166
Роль второй сигнальной системы в формировании мышления ребенка...	168
Развитие речи у детей.....	169
Особенности эмоциональной реакции у детей. Их значение в высшей нервной деятельности.....	171
Этапы формирования ВНД в онтогенезе.....	172
Особенности высшей нервной деятельности детей в пубертатном периоде.....	174
Типологические варианты личности ребенка.....	176
Развитие сна в онтогенезе у детей.....	177
Развитие памяти в детском возрасте.....	179
Импринтинг и его роль в психическом развитии ребенка.....	181
ГЛАВА 13. АНАЛИЗАТОРЫ.....	184
Последовательность развития анализаторов у ребенка.....	184
Возрастные изменения рефракции глаза, остроты зрения и аккомодации у детей.....	188
Особенности цветоощущения в детском возрасте.....	189
Факторы, способствующие развитию миопии у детей.....	190
Возрастные изменения порога ощущения звуков и диапазона воспринимаемых частот.....	191
Особенности реакций на вкусовые раздражители у новорожденных детей.....	192

УЧЕБНО-ЦЕЛЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ	
ДИСЦИПЛИНЫ	194
Задания	194
Физиология возбудимых тканей	194
Физиология центральной нервной системы	197
Физиология крови	202
Физиология сердечно-сосудистой системы.....	211
Физиология дыхания.....	220
Физиология пищеварения.....	225
Физиология энергетического обмена и терморегуляции.....	230
Физиология выделения.....	235
Физиология высшей нервной деятельности.....	237
Физиология анализаторов.....	241
Физиология эндокринных желез	244
Эталоны ответов к заданиям	247
Физиология возбудимых тканей.....	247
Физиология центральной нервной системы.....	250
Физиология крови.....	256
Физиология сердечно-сосудистой системы.....	264
Физиология дыхания.....	272
Физиология пищеварения.....	277
Физиология энергетического обмена и терморегуляции.....	282
Физиология выделения.....	286
Физиология высшей нервной деятельности.....	288
Физиология анализаторов.....	292
Физиология эндокринных желез	295
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	298
Основная литература.....	298
Дополнительная литература.....	298
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	300

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель учебно-методического пособия – обеспечить приобретение студентами теоретических знаний в области физиологии детского возраста, которые позволят заложить потенциал интеграции всех способностей и компетенций, формирующих профессионализм врача-педиатра.

В пособии рассматриваются закономерности индивидуального формирования всех функциональных систем организма детей и подростков, а также морфофизиологические особенности организма ребенка в динамике возрастного развития. В пособии в доступной и систематизированной форме излагаются необходимые базовые сведения о структуре и механизмах деятельности физиологических систем детского организма и его возрастных особенностях. Представлены современные концепции онтогенеза человека с учетом новейших достижений анатомии, физиологии, биохимии.

Определенный акцент сделан на сравнение физиологических особенностей организма взрослого человека и ребенка, что поможет студентам успешно освоить достаточно сложный учебный материал, получить необходимые знания и грамотно организовать свою будущую практическую деятельность.

Содержание учебно-методического пособия направлено на формирование компетенций: ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; ОК-4 Способность действовать в нестандартных ситуациях, готовностью нести социальную и этическую ответственность за принятые решения; ОК-5 Готовность к саморазвитию, самореализации, самообразованию, использованию творческого потенциала; ОК-8 Готовность к работе в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; ОПК-1 Готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности; ОПК-5 Способность и готовность анализировать результаты собственной деятельности для предотвращения профессиональных ошибок; ОПК-7 Готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественных понятий и методов при решении профессиональных задач; ОПК-9 Способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач; ПК-21 Способность к участию в проведении научных исследований; ПК-22 Готовность к участию к внедрению новых методов и методик, направленных на охрану здоровья граждан.

Учебное пособие рекомендуется для использования студентами педиатрического факультета медицинских вузов.

ВВЕДЕНИЕ

Возрастная физиология является важным разделом физиологической науки, изучающим биологические закономерности и механизмы роста и развития человека.

Необходимым условием обеспечения нормального физического и психического развития подрастающего поколения является выяснение закономерностей развития ребенка, механизмов и специфики функционирования физиологических систем на разных этапах онтогенеза. В то же время в динамике роста, развития и созревания детей имеется немало специфических особенностей, поэтому физиология развития тесным образом переплетается с морфологией, анатомией, биохимией, гигиеной и др. науками. Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста и развития организма, приводят к появлению новых качественных особенностей. Отдельные этапы развития ребенка характеризуются разной степенью зрелости и особенностями функционирования органов и систем, а также различием в механизмах, определяющих специфику взаимодействия организма и внешней среды.

Предметом физиологии развития ребенка являются закономерности и особенности жизнедеятельности организма на ранних этапах онтогенеза, формирование и регуляция физиологических функций и механизмов приспособления детского организма к внешней среде.

Основные понятия возрастной физиологии:

Организм – сложная, иерархически организованная система органов и структур, обеспечивающих жизнедеятельность и взаимодействие с окружающей средой.

Клетка – элементарная единица строения, функционирования, размножения и развития всех живых организмов.

Ткань – совокупность клеток, сходных по происхождению, строению и функции.

Орган – обособленная совокупность различных типов клеток и тканей, выполняющая определенную функцию в живом организме.

Система органов – органы, имеющие общее происхождение, единый план строения, выполняющие общую функцию.

Аппарат органов – органы, объединенные единой, общей функцией, но имеющие разное происхождение и строение.

Развитие – морфологические и функциональные изменения отдельных органов и систем организма ребенка.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма, совокупность последовательных морфологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом от оплодотворения до конца жизни.

Аntenатальный период – период внутриутробного развития, в котором можно выделить эмбриональный и фетальный (плодовый) этапы развития.

Постнатальный период – внеутробный период индивидуального развития.

Функция – специфическая деятельность органа или системы.

Рефлекс – стереотипная реакция живого организма на какое-либо воздействие (раздражитель), проходящая с участием рецепторов и под управлением нервной системы.

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

Функциональная система – динамическое объединение различных органов или их элементов, деятельность которых направлена на достижение полезного результата.

Ребенок – постоянно растущий и развивающийся организм, на каждом возрастном этапе обладающий определенными морфологическими, физиологическими и психологическими особенностями.

Структура учебного пособия включает 13 глав по основным разделам физиологии человека и направлена на формирование у студентов четкого представления о закономерностях развития организма в процессе онтогенеза и особенностях каждого возрастного этапа. Пособие иллюстрировано рисунками и таблицами. Для закрепления студентами полученных знаний и развития врачебного мышления в пособие включены учебно-целевые задания с эталонами их решения в объеме курса дисциплины «Нормальная физиология».

Пособие включает некоторые представления о структуре органов и систем детей на разных этапах возрастного развития, что необходимо для понимания физиологических закономерностей организации и регуляции физиологических функций. Для лучшего понимания закономерностей функционирования ребенка приводятся сравнительные данные с этапами эмбрионального развития и взрослого организма. Описывается краткая характеристика патологических состояний, возникающих при нарушении некоторых физиологических функций.

Изучение студентами педиатрического факультета представленных материалов необходимо для целостного представления об организме ребенка, дальнейшего приобретения профессиональных навыков, а также обеспечения теоретической основы для освоения клинических дисциплин.

ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ РЕБЕНКА

Внутриутробный период

Начальный период происходит от момента оплодотворения до 2-х недель внутриутробного развития. В течение одних суток после овуляции происходит оплодотворение яйцеклетки. Оплодотворенная яйцеклетка продвигается по маточной трубе и на 4-е сутки оказывается в полости матки. При этом происходит дробление и формируется морула – группа клеток, заключенных внутри прозрачной оболочки, затем бластоцисты – шаровидного образования, между клетками которого появляется заполненная жидкостью щель. Через 5-6 суток после оплодотворения бластоциста имплантируется в эндометрий. В конце 2-й недели начинается гастрюляция (рис. 1), т.е. формирование первичных зародышевых листков и появление у клеток способности к перемещениям.

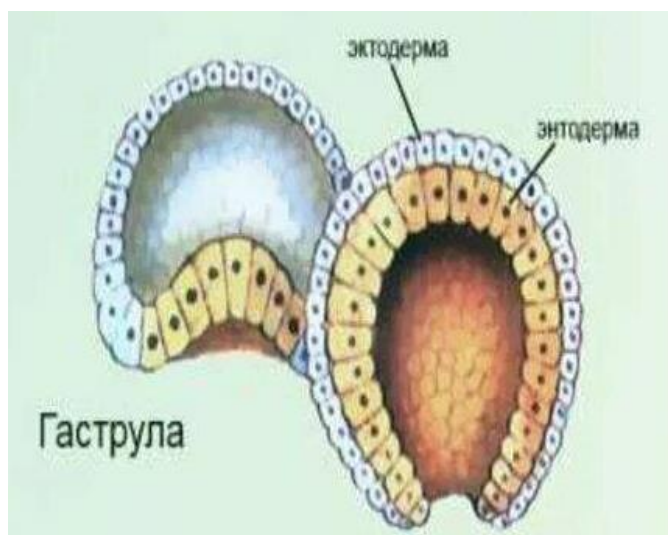


Рис. 1. Гастроуляция.

<https://goo.su/b6PcP>

Эмбриональный период отличается высокими темпами дифференцировки тканей. К его окончанию на сроке 8 недель бывают сформированы рудименты главных органов и систем (рис. 2). В течение первых 7-ми недель эмбрион не проявляет двигательной активности, за исключением сердцебиений, определяемых с 4-й недели. На 8-й неделе развития можно выявить локализованную мышечную реакцию в ответ на стимуляцию, к 9-й неделе поверхности ладоней и подошв становятся рефлексогенными, также отмечают спонтанную моторику кишечника. Масса эмбриона в это время составляет 9 г, а длина тела около 5 см. Различные заболевания и вредные привычки беременной, генные и хромосомные аномалии плода могут привести к его гибели или самопроизвольному прерыванию беременности. Неблагоприятные условия внутриутробной жизни, воздействие инфекционных агентов могут

нарушить дифференцировку тканей плода, что приводит к формированию врожденных пороков развития.



Рис. 2. Эмбрион.
<https://kurl.ru/FtOGD>

Фетальный (плодный) период характеризуется структурной перестройкой органов и систем с интенсивным созреванием тканей с 9-й недели (рис. 3). Система кровообращения плода достигает окончательного развития между 8-й и 12-й неделями беременности. К 12-й неделе масса плода составляет 14 г, длина – 7,5 см, отчетливыми становятся признаки пола, определяется кора большого мозга. К 27-28-й неделе гестации мозг напоминает мозг новорожденного, но кора еще не функционирует, активно растут и миелинизируются ствол головного мозга и спинной мозг, выполняющие жизненно важные функции. К 13-14-й неделе появляются плавные движения в ответ на стимуляцию всех зон, в это время движения плода могут быть впервые замечены матерью; отчетливо они ощущаются к 20-й неделе. Хватательный рефлекс появляется к 17-й неделе. На 18-й неделе отмечаются дыхательные движения, которые создают ток амниотической жидкости в развивающиеся легкие и из них. К 12-й неделе мегалобластический тип кроветворения полностью заменяется нормобластическим, в периферической крови появляются лейкоциты. С 20-й до 28-й недели устанавливается костномозговое кроветворение (вместо печеночного). Гемоглобин плода, преимущественно фетальный (HbF), имеет большее сродство к кислороду, чем Hb взрослого (HbA), синтезируемый в позднем плодном периоде. На 14-й неделе развития плод начинает совершать глотательные движения, а с 28-29-й недели может активно делать сосательные движения. Желчь начинает отделяться приблизительно на 12-й неделе, потом появляются пищеварительные ферменты. Меконий начинает образовываться к 16-й неделе. Иммунная система формируется, начиная с 6-й недели в виде ответа на митогены –

пептиды или небольшие белки, которые индуцируют клеточное деление, митоз. На 8-9-й неделе внутриутробного развития начинается инфильтрация вилочковой железы лимфоидными клетками, а к 12-й неделе железа внешне напоминает зрелый орган. Циркулирующие В-лимфоциты обнаруживаются на 13-й неделе гестации. 20-ти недельный плод обладает способностью синтезировать все основные классы иммуноглобулинов (Ig). Сначала появляются IgM, повышенное их содержание рассматривается как признак внутриутробной инфекции. Перенос IgG от беременной к плоду до 32-й недели незначителен, поэтому у недоношенных детей их содержание достаточно низкое. К концу второго триместра беременности масса плода составляет приблизительно 1000 г, длина тела – около 35 см. Последний триместр беременности характеризуется значительным увеличением массы тела плода, подкожной клетчатки и мышц.



Рис. 3. Плодный период.
<https://kurl.ru/gXttF>

Интранатальный период исчисляется от времени появления регулярных родовых схваток до момента перевязки пуповины (рис. 4). Обычно он составляет 6-18 ч.

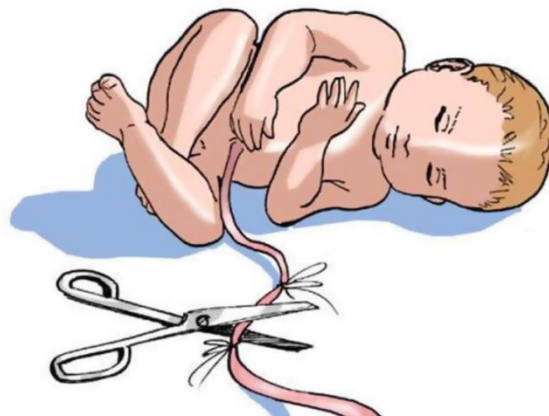


Рис. 4. Перерезка пуповины.
<https://kurl.ru/DNbae>

После перевязки пуповины начинается *внеутробный этап*, или собственно детство. Учитывая прямую зависимость уровня младенческой смертности, развития и здоровья плода и новорожденного от течения беременности и родов, а также от адаптационных возможностей ребенка к новым условиям жизни, принято объединять поздний плодный (фетальный), интранатальный и ранний неонатальный периоды в перинатальный – с конца 27-й недели внутриутробного развития до 7-го дня внеутробной жизни.

Возрастные периоды развития ребенка

Возрастная периодизация ребенка – периоды развития человека от момента рождения и до его взросления. Возрастная периодизация в медицине опирается на соответствующие возрасту анатомические и физиологические особенности организма. Для периодизации детского возраста учитывается степень приспособленности к условиям окружающей среды, с которыми связана специфика ухода и воспитания ребенка.

Период новорожденности (неонатальный период) – первые 4 недели жизни.

Период новорожденности (рис. 5) начинается с момента перерезки пуповины и продолжается 28 дней, или 4 недели. Период новорожденности – самый ответственный период для адаптации ребенка к условиям внешней среды.

Вес доношенного ребенка колеблется в довольно больших пределах – от 2500 до 4500 г, а иногда и выше. Непрерывное увеличение веса, которое происходит во внутриутробном периоде, в первые дни после рождения прерывается. У большинства новорожденных в течение первых 3-5-ти дней наблюдается так называемая физиологическая потеря веса. Около 75% первоначального падения веса обуславливается значительной отдачей воды кожей и легкими. При этом определенное значение имеет выделение первородного кала и мочи (10-20%), а также недостаточное питание ребенка в первые дни жизни, связанное с пониженной лактацией матери и слабым развитием навыков сосания у ребенка.

Длина тела доношенного ребенка колеблется в среднем от 48 до 52 см и в среднем равна 50 см. Рост, так же как и вес, у девочек несколько меньше, чем у мальчиков.

В периоде новорожденности различают ранний неонатальный период – от момента перевязки пуповины до конца 7-8-х суток жизни ребенка (всего 168 часов) и поздний неонатальный период – с 8-го по 24-28 день жизни.

Ранний неонатальный период – самый ответственный для адаптации новорожденного отрезок жизни, период приспособления жизненно важных систем к внеутробному существованию. В нем

отмечаются следующие моменты наибольшего напряжения реакций адаптации:

- первые 30 минут жизни – острая респираторно-гемодинамическая адаптация;
- период от 1-го до 6-ти часов – синхронизация основных функциональных систем организма;
- на 3-4-е сутки внеутробной жизни – напряженная метаболическая адаптация в связи с переходом на лактотрофный тип питания и анаболический тип обмена веществ.

В поздний неонатальный период происходит дальнейшая адаптация новорожденного к условиям внешней среды. Наиболее важными критериями благополучия новорожденного в этот период являются динамика массы тела и роста, состояние сна, хороший мышечный тонус, активные движения, функциональное состояние органов и систем, нормальное нервно-психическое развитие.



Рис. 5. Ребенок новорожденного возраста.

<https://kurl.ru/deokt>

Грудной период: от 4-х недель до 1-го года (рис. 6).

Ребенок быстро прибавляет в весе в первые месяцы жизни – по 25-30 г в сутки. Средняя месячная прибавка веса равна 600-700 г в первом полугодии жизни и 500-600 г во втором полугодии. Средняя прибавка веса за весь первый год жизни составляет 6-6,5 кг. Нарастание веса у грудного ребенка происходит главным образом вследствие задержки в организме воды, лишь около 1/3 всей прибавки веса обусловлено отложением белков, жиров и солей. В течение первого года жизни рост увеличивается на половину первоначального, т. е. на 22-25 см, из них около 15 см приходится на первое полугодие жизни и около 10 см на второе полугодие.

В течение первых 3-4-х недель жизни ребенок большую часть времени спит, потому образование условных рефлексов затруднено коротким временем бодрствования и требует большого количества сочетаний. Выработанные в течение первого месяца условные рефлексы отличаются неустойчивостью. Существенной чертой условно-рефлекторной деятельности ребенка в первом полугодии жизни является

комплексность раздражителей (участвуют сразу несколько типов рецепторов). Ответные же реакции представляют собой одиночные акты или автоматическое повторение одного и того же акта (сосание). В этот период цепи из различных рефлекторных актов не образуются. В связи с низкими функциональными возможностями нервных клеток у детей этого возраста легко развивается запредельное торможение и сон.



Рис. 6. Ребенок грудного возраста.

<https://kurl.ru/VCRWo>

Раннее детство: 1-3 года (рис. 7).

После первого года жизни нарастание веса значительно замедляется, за второй год жизни ребенок прибавляет всего 2,5-3,0 кг, что составляет 200-250 г в месяц. На 2-м году жизни ребенок вырастает всего на 10-12 см, за 3-й год – примерно на 7 см.

Ребенок уже уверенно ходит, бегает и прыгает, учится говорить, задавать вопросы. Ведущим видом деятельности является игра, через которую происходит познание мира.



Рис. 7. Ребенок в возрасте раннего детства.

<https://kurl.ru/Nvdfm>

Дошкольный возраст: 3 года – 6-7 лет (рис. 8).

Рост ребенка за 4-й и 5-й год увеличивается только на 4-6 см. К 5-ти годам первоначальный рост ребенка обычно удваивается, составляя около 100 см.

Активно развивается интеллектуальная, речевая и эмоциональная сфера. В этот период возрастает потребность ребенка в общении со сверстниками. У ребенка полностью сформированы речевые навыки, формируется умение высказывать суждения, делать вывод, развивается память и концентрация внимания. Ребенок играет в ролевые игры, учится читать, писать и считать. На этом этапе полезно развивать мелкую моторику через разные виды творчества.



Рис. 8. Ребенок дошкольного возраста.

<https://kurl.ru/XKHqH>

Младший школьный возраст: 6-7 – 10/12 лет (рис. 9).

Интенсивно развивается интеллектуальная, волевая сфера. Ребенок учится строить логические связи, формируется чувство ответственности перед окружающими. В этом возрасте главный вид деятельности – учебно-познавательная.



Рис. 9. Ребенок младшего школьного возраста.

<https://kurl.ru/pDSPv>

Подростковый период (рис. 10):

девочки: 10 – 17-18 лет

мальчики: 12 – 17-18 лет

До периода полового созревания увеличение роста происходит главным образом за счет удлинения костей нижних конечностей, а с 12-13-ти лет усиливается рост туловища. С окончанием периода полового созревания (18-22 года) рост прекращается совсем.



Рис. 10. Дети подросткового возраста.

<https://kurl.ru/NsxUk>

На первый план у ребенка выходит эмоциональное общение, стремление к независимости, это период полового созревания. В 15-17 лет начинает формироваться мировоззрение, заинтересованность в будущей профессии, происходит переход из детства во взрослую жизнь.

Критические периоды онтогенеза человека

В ходе онтогенеза, особенно эмбриогенеза, отмечаются периоды более высокой чувствительности развивающихся половых клеток (период прогенеза) и зародыша (период эмбриогенеза). Впервые на это обратил внимание австралийский исследователь и врач Н. Геррег в 1944 году. Отечественный эмбриолог П. Г. Светлов в 1960 году сформулировал теорию критических периодов развития и проверил ее экспериментально. Сущность этой теории заключается в утверждении общего положения, что каждый этап развития зародыша в целом и его отдельных органов начинается относительно коротким периодом качественно новой перестройки, сопровождающейся детерминацией, т. е. вводом в действие определенной меры наследственной информации. В этот период время наиболее восприимчив к повреждающим воздействиям различной природы.

В настоящее время выделяют следующие критические периоды развития человека

1. Развитие половых клеток (овогенез и сперматогенез).
2. Оплодотворение (первые сутки эмбриогенеза).

3. Имплантация (7-8-ые сутки эмбриогенеза).

4. Развитие осевых зачатков органов и формирование плаценты (3-8-я недели эмбриогенеза).

5. Стадия усиленного роста головного мозга, формирование основных функциональных систем организма и дифференцировка полового аппарата (15-24-я недели внутриутробного развития).

6. Рождение.

7. Период новорожденности (1-10 дней после рождения).

8. Период полового созревания (11-16 лет жизни).

Согласно другой классификации после рождения у детей выделяется три критических периода, когда значительно снижаются три основные функциональные свойства организма – резистентность, реактивность и адаптация. Резистентность – свойство организма противостоять вредным факторам окружающей среды. Реактивность – свойство организма адекватно отвечать на стимулы окружающей среды. Адаптация – свойство организма приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды.

I критический период – информационный (2-3,5 года).

Наблюдается у ребенка в возрасте, когда ребенок начинает активно двигаться, познавать внешний мир, происходит интенсивное формирование речи и сознания. Огромное количество различного типа информации от внешнего мира приводит к напряженной работе ЦНС, перенапряжение которой может привести к нарушению психического развития и появлению различных психических заболеваний.

II критический период – школьный (6-8 лет).

Совпадает с началом школьного обучения. В эти годы меняется образ жизни ребенка, происходит «ломка» привычного режима дня, появляются новые обязанности, резко увеличивается поток информации. Наряду с этим падает двигательная активность. Все эти факторы в совокупности приводят к напряженной деятельности всех физиологических систем организма, особенно ЦНС.

III критический период – пубертатный (11-15 лет).

Этап связан с изменением в организме гормонального баланса, с созреванием и перестройкой работы желез внутренней секреции. Наблюдается в подростковом (пубертатном) возрасте, когда в крови происходит резкое увеличение количества половых гормонов. Половые гормоны влияют возбуждающе на нервные клетки коры головного мозга, поэтому у подростков отмечаются изменения в характере, появляется излишняя агрессия, негативизм, капризность, обидчивость, нарушается сон и аппетит. Наблюдается повышенная ранимость нервной системы и повышается риск возникновения психических заболеваний.

Закономерности развития организма

Биогенетический закон Мюллера-Генкеля – в процессе развития организм повторяет историю своих предков за огромный исторический период. Т. е., индивидуальное развитие есть краткое повторение исторического развития.

Биогенетический закон как следствие эволюционного развития организмов впервые был сформулирован в 1859 году английским естествоиспытателем Чарльзом Дарвином в его книге «Происхождение видов»: «Интерес эмбриологии значительно повысится, если мы будем видеть в зародыше более или менее затененный образ общего прародителя, во взрослом или личиночном его состоянии, всех членов одного и того же большого класса».

Развил биологический закон на основе своих исследований развития ракообразных работавший в Бразилии немецкий зоолог Фриц Мюллер. В своей книге «*Fur Darwin*», изданной в 1864 году, он выделяет курсивом мысль: «Историческое развитие вида будет отражаться в истории его индивидуального развития». Краткая афористичная формулировка этого закона была дана немецким естествоиспытателем Эрнстом Геккелем в 1866 году: «Онтогенез есть рекапитуляция филогенеза».

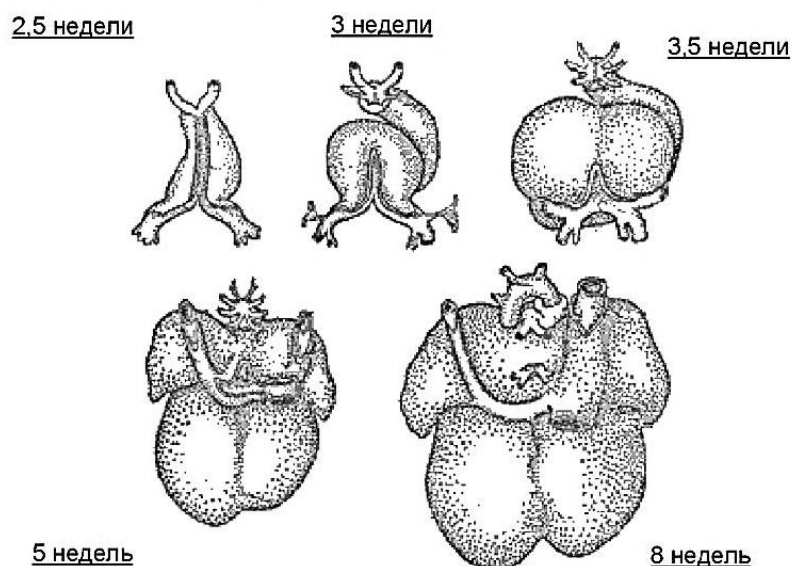


Рис. 11. Развитие сердца.

<https://kurl.ru/Fynbc>

Ярким примером выполнения биогенетического закона служит развитие лягушки, включающее в себя стадию головастика, который по своему строению гораздо больше похож на рыб, чем на земноводных. Зародыши всех без исключения позвоночных животных также имеют на ранних стадиях развития жаберные щели, двухкамерное сердце и другие признаки, характерные для рыб. Такое повторение признаков предков в

ходе индивидуального развития особи Эрнст Геккель (немецкий биолог-эволюционист, автор термина «экология») назвал рекапитуляцией.

Примером для человека является сердце, которое проходит стадию 2-х камерного (рыбы), 3-х камерного (рептилии), стадию жаберных щелей (рис. 11).

Рекапитуляция (от лат. *recapitulatio* – повторение) – повторение признаков далеких предков в онтогенезе.

Например, смена головной (пронефрос) и туловищной (мезонефрос) почек в онтогенезе высших позвоночных повторяет последовательность развития органов выделения в филогенезе их предков. А. Н. Северцов (русский биолог, основоположник эволюционной морфологии животных) показал, что рекапитуляция характерна лишь для отдельных органов, а не для целых стадий развития всего организма.

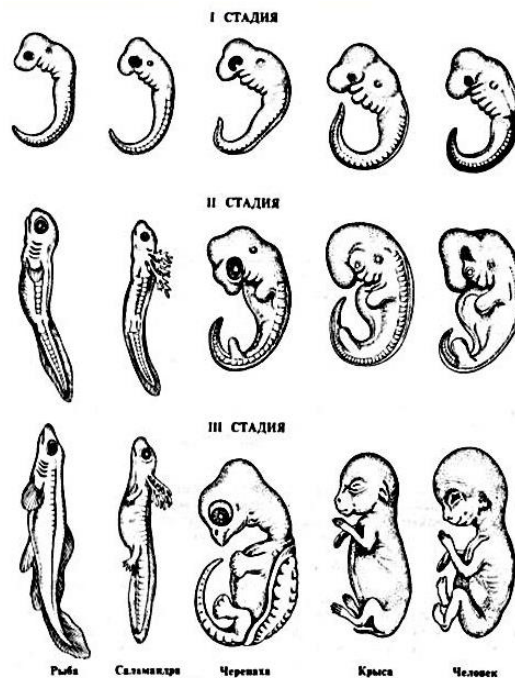


Рис. 12. Стадии рекапитуляции.

<https://kurl.ru/KKzAM>

Рекапитуляция невозможна в полном объеме. На более поздних стадиях развития эмбрионы разных животных отличаются значительно больше, чем на ранних стадиях (рис. 12).

Индивидуальная адаптация – приспособление физиологических функций к особенностям существования.

Индивидуальную адаптацию можно определить как развивающийся в ходе жизни процесс, в результате которого организм приобретает устойчивость к определенному фактору окружающей среды и, таким образом, получает возможность существовать в этих условиях. В развитии большинства адаптационных реакций прослеживается два этапа:

начальный этап – срочная, но несовершенная адаптация, последующий этап – совершенная долговременная адаптация.

В онтогенезе изменяется скорость развития отдельных органов и систем. Например, в середине беременности развиты системы для дыхания в водной среде, питания через плаценту. В конце беременности еще не созревают механизмы для поддержания равновесия.

Системогенез (греч. *systema* – целое, составленное из частей + *genesis* – происхождение) (П. К. Анохин – советский физиолог, создатель теории функциональных систем, академик АМН СССР и АН СССР, лауреат Ленинской премии) – последовательное формирование функциональных систем (рис. 13), т. е. гетерохронизм развития функциональных систем для полезного приспособительного результата.

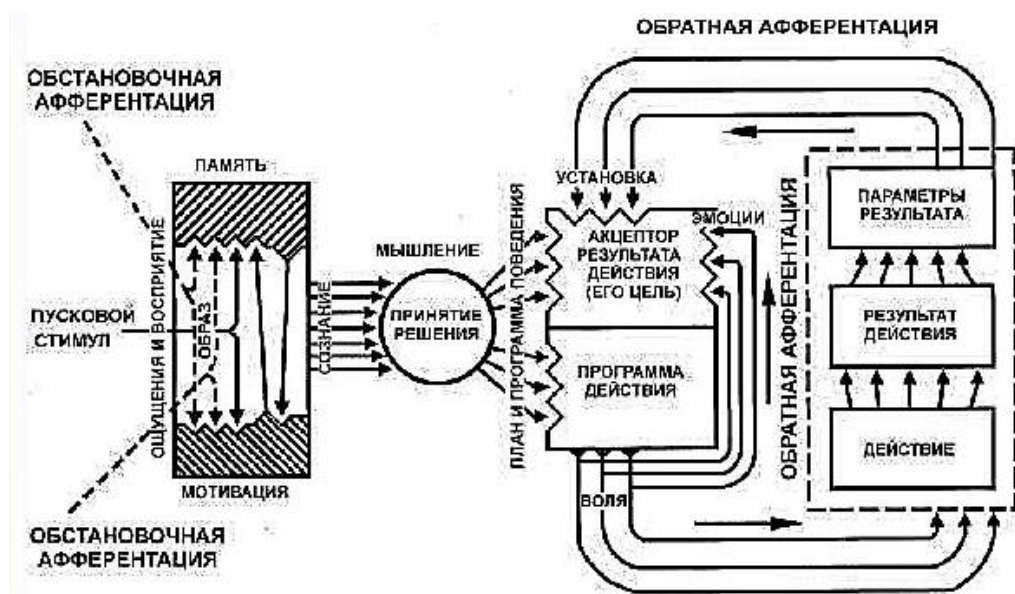


Рис. 13. Функциональная система П.К. Анохина.

<https://goo.su/LyXFA>

Принцип гетерохронии развития означает, что разные структуры головного мозга и психические функции созревают с разной скоростью и достигают полной зрелости на разных этапах развития. Неравномерность развития высших психических функций является нормальным явлением, имеющим приспособительное значение. Для популяции в целом выгодно наличие у разных людей отличающихся способностей.

Различают внутрисистемную и межсистемную гетерохронию.

Внутрисистемная гетерохрония связана с постепенным усложнением конкретной функциональной системы. Первоначально формируются элементы, обеспечивающие более простые уровни работы системы. Затем к ним постепенно подключаются новые элементы, что приводит к более эффективному и сложному ее функционированию. При этом каждая высшая психическая функция развивается как «по горизонтали»

(усложнение компонентного строения), так и «по вертикали» (снижение уровня произвольности и усиление автоматизированности функции). Внутрисистемные перестройки связаны также с изменением иерархического взаимодействия между различными звеньями одной системы, что приводит к качественным преобразованиям психической функции.

Межсистемная гетерохрония связана с неодновременным формированием разных функциональных систем и с изменениями взаимодействия между различными психическими функциями, в ходе которого та или иная психическая функция берет на себя ведущую роль в психическом развитии.

Например, закладка ядер лицевого и тройничного нервов, входящих в систему сосания, обеспечивающую поддержание жизни новорожденного, происходит значительно раньше закладки ядер других черепно-мозговых нервов, т.е. еще на стадии «не закрывшейся нервной трубки». Миелинизация лицевого нерва, составляющего эффекторный компонент этой системы, развивается с различной скоростью. В первую очередь миелинизируются ветви, идущие к мышцам рта, которые обеспечивают акт сосания. Характерно, что и эти ветви миелинизируются не одинаково во времени (принцип внутрисистемной гетерохронии). Позднее начинается миелинизация лобных ветвей и ветвей, иннервирующих мимические мышцы (принцип межсистемной гетерохронии). В такой же последовательности происходит цитологическая дифференцировка клеток ядра лицевого нерва. К моменту рождения система сосания является достаточно зрелой и способна обеспечить выживание новорожденного ребенка. Однако совершенствование этой системы продолжается и в постнатальном периоде за счет образования новых связей по принципу условного рефлекса. Более наглядно явления гетерохронии прослеживаются на примере развития моторных клеток спинного мозга, иннервирующих мышцы рук и плечевого пояса плода человека. Раньше всех созревают нервные клетки, иннервирующие мышцы кисти, которые выполняют самую раннюю функцию руки в форме хватательного рефлекса – схватывание и прочное удерживание предмета (пальца, карандаша, игрушки) при прикосновении им к ладони ребенка.

Контрольные вопросы

1. Возрастные периоды развития ребенка.
2. Теория системогенеза.
3. Гетерохронизм в развитии функциональных систем (П. К. Анохин).
4. Критические периоды в развитии организма детей и подростков.
5. Закономерности развития организма.

ГЛАВА 2. СИСТЕМА КРОВИ

Развитие органов кроветворения у плода и ребенка

Аntenатальный период

Первые очаги кроветворения у эмбриона человека появляются в желточном мешке (в островках Вольфа). В печени плода наиболее четко выражен эритропоэз, менее выражен лейко- и тромбопоэз. С 5-го месяца внутриутробной жизни плода интенсивность кроветворения в печени начинает уменьшаться и прекращается к моменту рождения ребенка. С конца 4-го месяца внутриутробной жизни наряду с печенью кроветворение совершается и в селезенке. Здесь преимущественно осуществляется лимфопоэз. С этого же периода начинает функционировать как орган кроветворения и первичный костный мозг. Лимфатический аппарат начинает дифференцироваться к концу утробного периода и достигает окончательного развития только к 12-14-ти годам.

Выделяются 3 стадии развития органов кроветворения, которые частично перекрывают друг друга.

I стадия – эмбриональное, или желточное кроветворение.

Она начинается со 2-3 недели и продолжается до конца 2-го – начала 3-го месяца внутриутробной жизни в стенке желточного мешка. Впервые кроветворение обнаруживается у 19-ти дневного эмбриона в кровяных островках желточного мешка, которые окружают со всех сторон развивающийся зародыш. Появляются примитивные клетки – мегалобласты.

II стадия – экстрамедуллярное, или печеночное кроветворение.

Начинается с конца 1-го – начала 2-го месяца эмбрионального развития, когда появляются очаги кроветворения в самом эмбрионе: сначала повсеместно, а к концу 2-го месяца преимущественно в печени. При этом наиболее отчетливо выражен эритропоэз и значительно слабее лейко- и тромбоцитопоэз. Мегалобласты постепенно замещаются эритробластиками. Кроветворная деятельность печени интенсивно развивается до пятого месяца внутриутробной жизни плода, потом интенсивность процессов кроветворения снижается и к моменту рождения ребенка кроветворение в печени прекращается. На 5-м месяце внутриутробной жизни кроветворная функция печени достигает максимума, а затем постепенно угасает. С 3-го до 6-го месяца внутриутробного развития кроветворную функцию выполняет и селезенка (максимумом кроветворной активности в 4-5 месяцев). К моменту рождения ребенка селезенка утрачивает функцию образования клеток красного ряда, гранулоцитов, мегакариоцитов, сохраняя функцию образования лимфоцитов.

III стадия – медуллярное кроветворение.

Начинается на 4-м месяце внутриутробного развития и к моменту рождения становится основным. Соответственно различным периодам кроветворения (мезобластическому, печеночному и костномозговому)

существуют три разных типа гемоглобина: эмбриональный (HbP), fetalный (HbF) и гемоглобин взрослого (HbA). Закладка лимфатических узлов плода и образование лимфатических клеток происходит позже эритро- и лейкопоэтической систем.

Постнатальный период

Во внеутробной жизни у нормального ребенка кроветворение происходит в костном мозге, сначала повсеместно, а начиная с 4-го года жизни появляются первые признаки превращения красного костного мозга в желтый (жировой). Этот процесс продолжается до 14-15-ти лет. К периоду полового созревания кроветворение сохраняется только в красном костном мозге губчатого вещества тел позвонков, ребер, грудины, костей голени и бедренных костей (рис. 14).

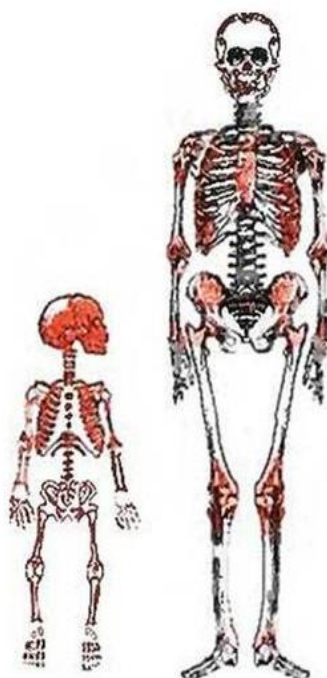


Рис. 14. Активный красный мозг ребенка и взрослого.

<https://goo.su/LEssbxR>

Во внеутробной жизни образование эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов происходит в костном мозге. До 4-х лет кроветворение происходит в красном костном мозге всех костей. К моменту полового созревания оно сохраняется только в костном мозге плоских костей, ребер и тел позвонков. Лимфоциты образуются во внеутробной жизни в лимфатической системе, к которой относятся селезенка, лимфатические узлы, солитарные фолликулы кишечного тракта, пейеровы бляшки и другие скопления лимфоидной ткани.

Регуляция гемопоэза осуществляется под влиянием нервных и гуморальных факторов. Существование прямой связи между нервной системой и органами кроветворения может быть подтверждено наличием иннервации костного мозга.

Основные особенности физико-химических свойств крови в период новорожденности

Удельный вес крови новорожденных составляет 1,060-1,080. Плотность крови у детей является величиной более или менее постоянной и не связанной с возрастом, за исключением новорожденных, у которых она выше, чем у детей более старшего возраста (1,052-1,063). Уже в первые 2 недели жизни удельный вес крови достигает цифр, характерных для взрослых людей. Установившаяся с первых месяцев плотность крови сохраняется до конца жизни с небольшими колебаниями.

Вязкость крови новорожденных составляет 10,0-14,8. Повышенная в первые дни после рождения более чем в два раза вязкость в сравнении с взрослыми обусловлена большим количеством эритроцитов. На 5-6-й день жизни вязкость крови она снижается до 8,6, достигая к концу 1-го месяца жизни величины, характерной для взрослого (4,6).

Активная реакция плазмы крови (pH) плода и новорожденного несколько сдвинута в кислую сторону (7,13-7,23), что обусловлено метаболическим ацидозом – образованием недоокисленных продуктов обмена веществ. Следствием ацидоза является относительно низкая величина щелочного резерва крови. В течение уже первых часов жизни ребенка ацидоз постепенно уменьшается и характерная для взрослого человека норма устанавливается на 3-5-е сутки после рождения. На протяжении всего детства сохраняется небольшой компенсированный ацидоз, постепенно убывающий по мере взросления ребенка.

Онкотическое давление крови у плода 4-х месяцев резко снижено и соответствует 8-10 мм рт. ст. К моменту рождения ребенка онкотическое давление не превышает 15-18 мм рт. ст. В дальнейшем оно постепенно возрастает и достигает нормы взрослых людей к 3-4-м годам.

Осмотическое давление плазмы крови детей существенно не отличается от такового у взрослых и варьирует от 7,3 до 7,6 атмосфер.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) новорожденных составляет 1-2 мм/ч, что в значительной степени связано с низкой концентрацией глобулинов и фибриногена, а также высоким содержанием эритроцитов.

Масса крови и величина гематокрита детей раннего возраста

Количество крови у детей не является постоянной величиной и подвержено широким колебаниям в зависимости от возраста и веса ребенка.

Количество крови у новорожденного находится в зависимости от первоначальной массы тела и роста, от времени перевязки пуповины. По отношению к массе тела новорожденного количество циркулирующей крови составляет около 15%, у детей первого года жизни – 11%, у детей от 6-ти до 16-ти лет – около 7%.

Относительно большое значение массы крови связано с более интенсивным протеканием обмена веществ в детском организме. У мальчиков количество крови несколько больше, чем у девочек. В зависимости от индивидуальных особенностей количество крови в организме детей может колебаться в довольно широких пределах.

У новорожденного ребенка гематокрит выше, чем у взрослых. Это связано с тем, что организм активно развивается, в т. ч. и костный мозг, который отвечает за кроветворение и производство эритроцитов. В первые 12 дней жизни нормой считается значение гематокрита 65%, что обусловлено высокой концентрацией и большим средним объемом эритроцитов. К 5-8-му дню после рождения этот показатель снижается до 52%, а к концу 1-го месяца – до 42%. В первый год жизни показатель гематокрита составляет от 31-44%, с 2-х до 11-ти лет – 32-43%.

Плазма крови в детском возрасте

На долю плазмы у новорожденных приходится меньше 50% общего объема крови вследствие большого объема эритроцитов.

У плода содержание белков в плазме крови резко снижено, особенно в первой половине беременности. У 4-х месячных плодов концентрация белка не превышает 2,5%. Низкий уровень белка в плазме крови у детей первых месяцев жизни объясняется незрелостью ферментов печени, в частности, ретикулоэндотелиальной системы.

У новорожденных детей содержание белков соответствует 5-6%, а у недоношенных даже 4-5% от массы плазмы, что связано с низкой белково-образовательной функцией. К концу 1-го месяца жизни концентрация белка слегка снижается и не превышает 45-50 г/л. В дальнейшем содержание белка в плазме постепенно увеличивается и достигает нормы взрослых к 3-4-м годам жизни. У детей концентрация белка колеблется в больших пределах, чем у взрослых. К периоду юношества, независимо от пола, происходит постепенное нарастание содержания белка в крови, повышение уровня конечных продуктов его обмена – мочевины, мочевой кислоты, креатинина, что характеризует высокую активность белковых обменных процессов в организме на данном отрезке онтогенеза.

Содержание альбуминов у новорожденного понижено (3-3,8 %), но постепенно их количество повышается и к 3-м годам становится таким же, как у взрослых. В первые дни жизни ребенка увеличено содержание γ -глобулинов, т. к. они переходят от матери через плаценту. Однако из-за повышенного распада белка содержание γ -глобулинов вскоре снижается и к 3-4-м месяцам становится меньше, чем у взрослых. В дальнейшем уровень этих белков медленно нарастает и приходит к норме взрослых к 2-3-м годам.

Относительная концентрация альбуминов у детей ко 2-му месяцу жизни увеличена и составляет 65-75% от общего содержания белка (у взрослых – 65%). В то же время абсолютное увеличение уровня

альбуминов у ребенка отсутствует, общая концентрация белка снижена. Относительно высокий уровень альбуминов сохраняется на протяжении всего 1-го года жизни.

Уровень α_1 - и β -глобулинов у новорожденного ребенка уменьшен, но уже к концу 1-го года жизни достигает значений, характерных для взрослых.

Содержание α_2 -глобулинов у новорожденного понижено, но их относительная концентрация быстро увеличивается и со 2-го месяца превышает норму для взрослых. На высоких цифрах уровень этой фракции белков сохраняется до конца 1-го года жизни.

Количество фибриногена при рождении гораздо ниже, чем у взрослых (около 2,0 г/л), но к концу первого месяца достигает обычной нормы (4,0 г/л).

У детей в первый год жизни концентрация аминокислот на 1/3 меньше, чем у взрослого.

У новорожденных количество натрия меньше и доходит до нормы взрослых к 7-8-ми годам. В период 6-18 лет содержание натрия колеблется от 170 до 220 мг%. Количество калия, наоборот, наиболее высокое у новорожденных, самое низкое – в 4-6 лет, достигает нормы взрослых к 13-18-ти годам. Содержание кальция в плазме у новорожденных выше, чем у взрослых, стабилизируясь к возрасту 6-18 лет. У мальчиков в 7-16 лет неорганического фосфора больше в 1,3 раза, чем у взрослых, органического фосфора больше, чем неорганического в 1,5 раза, но меньше, чем у взрослых.

Содержание глюкозы в крови ребенка сразу после рождения составляет 4,4-6,7 ммоль/л, но уже на 15-й день равно 2,2-3,8 ммоль/л. У грудных детей количество глюкозы находится в пределах 2,8-4,4 ммоль/л, детей раннего возраста – 3,3-5,0 ммоль/л, а к 12-14-ти годам приближается к норме взрослого (3,3-6,0 ммоль/л). Значительные колебания содержания сахара в крови наблюдаются во время полового созревания, что связано с периодами активного потребления углеводов тканями, обусловленного ростовыми процессами. При интенсивной мышечной работе уровень сахара в крови снижается.

Отрезок онтогенеза от раннего детства к юношескому возрасту как у девочек, так и мальчиков характеризуется отсутствием строгой направленности изменений липопротеидов низкой и высокой плотности. К подростковому периоду возрастает уровень холестерина и триглицеридов плазмы крови, что сопряжено с активизацией процессов стероидогенеза.

Возрастные изменения количества эритроцитов у детей

Первичные эритроциты (мегалоциты) появляются еще на стадии эмбрионального кроветворения (желточного). До 9-12-ти недель в них преобладает примитивный гемоглобин (HbP), который затем заменяется фетальным (HbF). HbF становится основной формой гемоглобина в

антенатальном периоде. Приблизительно с 16-й недели внутриутробного развития начинается синтез гемоглобина взрослого (НвА), но количество его у плода до 8-ми месяцев не превышает 10%, а к моменту рождения НвА составляет уже 20-40% всего гемоглобина. Важным физиологическим свойством примитивной и фетальной форм гемоглобина является их высокое сродство к O_2 и большая степень диссоциации оксигемоглобина. Это, наряду со значительным количеством эритроцитов, обеспечивает плоду достаточное снабжение тканей кислородом в условиях относительной гипоксии, связанной с тем, что оксигенация крови плода в плаценте ограничена в сравнении с оксигенацией крови после рождения в условиях легочного дыхания.

Сразу после рождения в крови ребенка отмечается повышенное содержание гемоглобина (в среднем 210 г/л) и большое количество эритроцитов – $6,0 \times 10^{12}/л$. В конце первых суток жизни происходит уменьшение содержания эритроцитов и гемоглобина, что объясняется усиленным разрушением эритроцитов. На 2-3-й день после рождения приходится максимальная скорость их разрушения, которая в 4-7 раз больше, чем у взрослых. Это ведет к повышению в крови билирубина, что на фоне недостаточности ферментативных систем печени приводит к физиологической желтухе (билирубин откладывается в коже и слизистых), которая появляется на 2-3-й день и исчезает обычно к 7-10-му дню после рождения.

Известно, что продукты разрушения эритроцитов являются стимуляторами гемопоэза. Поэтому у новорожденных одновременно с массивным разрушением эритроцитов происходит интенсивное образование новых. Эритропоэз у новорожденных примерно в 5 раз выше, чем у детей старшего возраста и взрослых. При этом идет замена НвF на НвА. К 3-5-ти месяцам постнатального периода развития НвF в крови ребенка практически отсутствует.

У новорожденных отмечаются довольно резкие колебания размеров эритроцитов (3,25-10,25 мкм), что расценивается как физиологический анизоцитоз, сравнительно много эритроцитов разной формы (физиологический пойкилоцитоз), воспринимающих как кислую, так и щелочную краску (полихроматофилия). Среди эритроцитов много молодых, еще не совсем зрелых форм, указывающих на активно протекающие процессы эритропоэза. В течение первых 5-7-ми дней довольно много ретикулоцитов, встречаются ядродержащие формы эритроцитов (нормоциты и эритробласты). Осмотическая стойкость эритроцитов новорожденных имеет характерные особенности: есть как более устойчивые, так и менее устойчивые к осмотическому гемолизу эритроциты по сравнению с кровью взрослого. Эта особенность связана с наличием в крови новорожденных одновременно разрушающихся эритроцитов и новых молодых форм (более устойчивых), что также является отражением активного эритропоэза.

Эритроциты новорожденных обладает укороченным сроком жизни. Длительность жизни, эритроцитов на 2-3-й день после рождения составляет около 12 дней, что примерно в 10 раз меньше длительности жизни эритроцитов взрослых. К 10-му дню этот показатель увеличивается почти в 3 раза.

Кровь грудного ребенка по сравнению с кровью новорожденного, а также детей более старшего возраста, характеризуется относительно низким содержанием эритроцитов. В возрасте 5-6 месяцев количество эритроцитов составляет в среднем $4,1 \times 10^{12}/л$, а гемоглобина – 120 г/л. Эти показатели остаются низкими до 1-го года, что проявляется физиологической анемией. Воздействие на организм ребенка неблагоприятных факторов. Ухудшение условий жизни или патологические процессы в организме могут способствовать усилению этого состояния до степени истинной анемии, когда содержание гемоглобина становится ниже 100 г/л, эритроцитов – меньше $3,0 \times 10^{12}/л$.

У детей старше 1-го года жизни количество эритроцитов постепенно увеличивается (табл. 1), а продолжительность жизни эритроцитов возрастает до 120-ти дней, как у взрослых.

Таблица 1

Содержание красных кровяных телец

Возраст	Количество эритроцитов, $\times 10^{12}/л$	
	Девочки	Мальчики
1-3 дня	4,0-6,6	4,0-6,6
1 неделя	3,9-6,3	3,9-6,3
2 недели	3,6-6,2	3,6-6,2
1 месяц	3,0-5,4	3,0-5,4
2 месяца	2,7-4,9	2,7-4,9
3-6 месяцев	3,1-4,5	3,1-4,5
0,5-2 лет	3,7-5,2	3,4-5,0
3-6 лет	3,5-5,0	3,9-5,0
7-12 лет	3,5-5,0	3,9-5,0
13-16 лет	3,5-5,0	4,1-5,5

В периоды от 1-2-х лет, в 5-7 лет и в 12-14 лет наблюдаются значительные индивидуальные вариации количества эритроцитов, что, по-видимому, связано с ускоренным ростом тела. Различия в содержании эритроцитов и гемоглобина в крови мальчиков и девочек формируются в период полового созревания.

Цветовой показатель характеризует степень насыщения гемоглобином каждого эритроцита и у новорожденных первых 8-9-ти дней жизни колеблется в пределах от 0,9 до 1,3 ед. У детей в возрасте 1-3 года

цветовой показатель равен 0,75-0,96 ед., в 4-6 лет – 0,81-0,99, в 7-12 лет – 0,80-0,94, что близко к норме для взрослых лиц.

Возрастные изменения количества гемоглобина у детей

Содержание гемоглобина в крови меняется с возрастом. Как у доношенных, так и у недоношенных детей в первые дни жизни имеет место повышенное содержание гемоглобина в крови, затем уровень его падает, а с возрастом, наоборот, увеличивается.

Сразу после рождения в крови новорожденного ребенка содержание гемоглобина может достигать до 210 г/л.

К 5-6-му дню жизни этот показатель снижается. Максимальное снижение количества гемоглобина происходит к 5-6-му месяцу жизни.

Таблица 2

Возрастные изменения количества гемоглобина в крови

Возраст	Средние значения содержания гемоглобина, г/л
новорожденный	210
1 месяц	140
1 год	127
3 года	130
7 лет	134

К 6-ти месяцам количество гемоглобина составляет 100-120 г/л. Затем к 3-4-м годам количество гемоглобина несколько увеличивается, достигая 130 г/л (табл. 2). В возрасте 7 лет отмечается замедление в нарастании содержания гемоглобина. С 8-ми летнего возраста вновь нарастает количество гемоглобина.

В возрасте от 14-ти до 20-ти лет имеется половое различие в количестве гемоглобина. Так, у мальчиков в этом возрастном периоде содержание гемоглобина составляет 127 г/л, а у девочек – 120 г/л.

Снижение количества гемоглобина ниже 100 г/л и эритроцитов ниже $3,0 \times 10^{12}/л$ свидетельствует о наличии анемии.

Особенности гемоглобина плода и новорожденного

На различных этапах онтогенеза можно выделить существование нескольких форм гемоглобина.

Первичные эритроциты (мегалоциты) появляются на стадии эмбрионального кроветворения (желточного). До 9-12-ти недель в них преобладает примитивный гемоглобин (HbP), который затем заменяется фетальным (HbF).

НвF становится основной формой гемоглобина в антенатальном периоде. Приблизительно с 16-ой недели внутриутробного развития начинается синтез гемоглобина взрослого (НвА), но количество его до 8-ми месяцев не превышает 10%, а к моменту рождения НвА составляет уже 20-40% всего гемоглобина.

Гемоглобин плода – «утробный» или фетальный гемоглобин НвF (формула: $2\alpha 2\gamma$) имеет иную, чем гемоглобин взрослых (НвА) форму кристалла, более высокое сродство к кислороду, его кривая диссоциации сдвинута влево и имеет большую устойчивость к щелочам. Эти особенности «утробного» гемоглобина обеспечивают необходимое снабжение тканей кислородом в условиях внутриутробной жизни.

НвF обладает меньшей стойкостью к разрушению и меньшей стабильностью в физиологическом диапазоне рН и температур организма.

После рождения очень скоро «утробный» гемоглобин НвF заменяется взрослым НвА.

Особенности СОЭ у детей

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у новорожденных замедлена и составляет 1-2 мм/ч. Малое значение СОЭ у новорожденных детей обусловлено следующими факторами:

- низкое содержание фибриногена;
- низкое содержание холестерина;
- ацидоз.

Кроме того, в период новорожденности красные кровяные тельца еще имеют слабо выраженную антигенную структуру, а плазма крови разрежена.

У грудных детей СОЭ составляет 4-8 мм/ч, у детей более старшего возраста – 4-10 мм/ч. С двух лет и далее СОЭ несколько замедляется и соответствует цифрам взрослых людей (табл. 3).

Таблица 3

Возрастные изменения скорости оседания эритроцитов

Возраст	СОЭ, мм/ч
Новорожденный	1-2
Грудные дети	3-4
1-8 лет	4-8
8-12 лет	4-12
12 лет и старше	3-15

У детей до 3-х лет величина СОЭ колеблется в пределах 2-7 мм/ч. В возрасте от 7-ми до 12-ти лет величина СОЭ, как правило, не превышает 12 мм/ч.

Норма СОЭ у детей с рождения и до 9-ти лет не зависит от пола. С 10-ти лет норма отличается в зависимости от пола и может быть больше у девочек.

Возрастные изменения количества лейкоцитов у детей

В периферической крови плода единичные лейкоциты впервые появляются в конце 3-го месяца внутриутробного периода. На 5-ом месяце у плода их количество составляет в среднем $1,8 \times 10^9/\text{л}$. В это время в крови обнаруживаются нейтрофилы всех стадий – от миелобластов до сегментоядерных. Постепенно содержание молодых форм лейкоцитов уменьшается при росте общей концентрации лейкоцитов в крови.

У новорожденных число лейкоцитов в течение первых двух дней жизни колеблется в пределах $10,0-20,0 \times 10^9/\text{л}$, а в среднем равно $11,0 \times 10^9/\text{л}$, т. е. развивается физиологический лейкоцитоз. Сразу после рождения в течение первых часов жизни нарастает количество лейкоцитов (происходит рассасывание продуктов распада тканей, тканевых кровоизлияний и т. п.). Наибольший подъем числа лейкоцитов происходит на вторые сутки, максимальное падение – на 5-е сутки. На 7-12-е сутки количество лейкоцитов приближается к верхней границе нормы взрослых людей (табл. 4).

Число лейкоцитов в период новорожденности подвержено значительным индивидуальным колебаниям.

У детей грудного возраста число лейкоцитов составляет в среднем $9,0-10,5 \times 10^9/\text{л}$, т. е. меньше, чем у новорожденных, но больше, чем у детей старшего возраста и взрослых.

Таблица 4

Возрастные изменения количества лейкоцитов

Возраст	Среднее количество лейкоцитов, $\times 10^9/\text{л}$
До 12 часов	20,5
1 день	29,3
4 день	13,4
7 день	12,9
9-12 день	10,5
1-2 месяца	12,1
5-6 месяцев	10,9
7-12 месяцев	10,5
2-3 года	11,0
6-7 лет	10,6
10-11 лет	8,2
14-15 лет	7,6

После года наблюдается снижение общего количества лейкоцитов в периферической крови.

Возрастные изменения лейкоцитарной формулы у детей

У детей разного возраста имеются характерные возрастные особенности лейкоцитарной формулы.

Содержание нейтрофилов и лимфоцитов от общего количества лейкоцитов у новорожденного ребенка в первый день жизни составляет:

- нейтрофилы – 65-68%;
- лимфоциты – 23-25%.

В течение первых дней жизни количество нейтрофилов преобладает над лимфоцитами. В дальнейшем число нейтрофилов начинает падать, а кривая количества лимфоцитов растет.

Содержание нейтрофилов и лимфоцитов от общего количества лейкоцитов у ребенка на 2-3-ем месяце жизни составляет:

- нейтрофилы – 25-27%;
- лимфоциты – 60-63%.

Первый перекрест кривых относительного содержания нейтрофилов и лимфоцитов с выравниванием их количества происходит в возрасте 5-6 дней (рис. 15).

Со стороны нейтрофилов в течение первого года жизни ребенка отмечается умеренный сдвиг влево.

Второй перекрест кривых относительного содержания нейтрофилов и лимфоцитов с выравниванием их количества происходит в возрасте 4-6 лет.

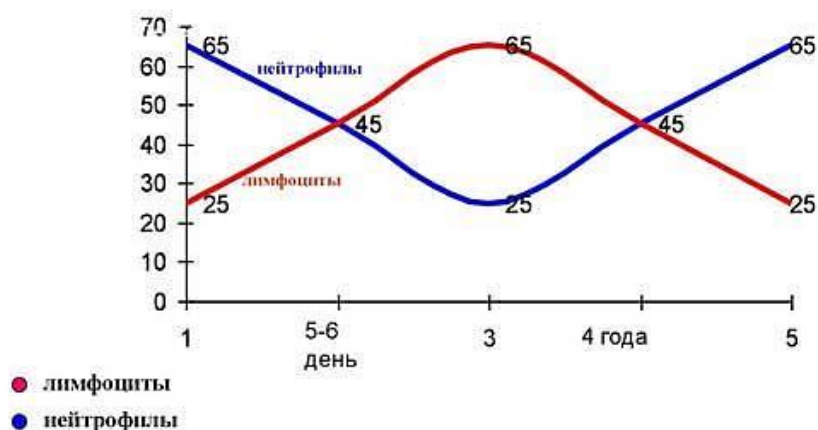


Рис. 15. Перекресты в лейкоцитарной формуле детей.

<https://goo.su/qsZTd87>

В дальнейшем процент лимфоцитов продолжает уменьшаться, процент нейтрофилов увеличивается и к 12-14-ти годам устанавливается такие же процентные соотношения между этими формами, как у взрослых.

Для грудного возраста характерен умеренный моноцитоз и почти постоянное наличие в периферической крови единичных плазматических клеток.

В лимфоцитах крови детей грудного возраста наблюдается неравномерность, поэтому число больших лимфоцитов значительно меньше в сравнении с числом малых и средних лимфоцитов.

Изменения количества моноцитов в крови аналогичны изменениям содержания лимфоцитов. Вероятно, такой параллелизм изменений лимфоцитов и моноцитов объясняется общностью их функционального назначения, играющего роль в иммунитете. Абсолютное число эозинофилов и базофилов практически не претерпевает существенных изменений в процессе развития ребенка.

Особенности тромбоцитов в детском возрасте

Становление детского организма в значительной степени зависит от активности и функционального состояния системы тромбоцитарного гемостаза, во многом обуславливающей адекватные реологические свойства крови. В детском возрасте это особенно важно, т. к. активно идет рост и развитие организма и от достаточного притока крови в ткани зависит оптимальное формирование физических и психических функций.

В крови новорожденных насчитывается $180-420 \times 10^9/\text{л}$ тромбоцитов. Через несколько часов после рождения количество кровяных пластинок уменьшается, а к концу недели снова увеличивается до исходного уровня. У грудных детей число тромбоцитов составляет в среднем $150-350 \times 10^9/\text{л}$. Пол ребенка и способ вскармливания на числе тромбоцитов не отражается.

У недоношенных детей количество кровяных пластинок в первое полугодие жизни меньше, чем у доношенных, а затем разница исчезает. Отмечается также понижение функций тромбоцитов у недоношенных новорожденных.

У детей первого полугодия число тромбоцитов иногда превышает границу $450 \times 10^9/\text{л}$. Эта особенность связана с более высокой, чем у взрослых концентрацией тромбопоэтина – гормона, стимулирующего выработку тромбоцитов костными мозгом. С возрастом число тромбоцитов постепенно снижается. Годовалые дети и старше содержат $150-450 \times 10^9/\text{л}$ тромбоцитов.

У детей младшего школьного возраста отмечается стабильно невысокая тромбоцитарная активность, способная поддерживать на оптимальном уровне у них реологические свойства крови и ее текучесть по сосудам. В этот период выявляются устойчивые показатели антиоксидантной активности тромбоцитов и невысокая интенсивность в них перекисного окисления липидов, что способствует постоянству активности кровяных пластинок.

В процессе онтогенеза претерпевает значительные изменения качественная картина тромбоцитов. У детей в первые дни жизни круглых тромбоцитов больше, чем в последующие периоды жизни. Средний размер клеток для грудного и более старших возрастов равен 2,5-3,5 мкм. Чем младше ребенок, тем больше в тромбоцитограмме юных форм вследствие усиленного тромбопоэза. С возрастом число юных кровяных пластинок уменьшается (до 0,5% у взрослого человека), а число зрелых форм увеличивается.

Развитие системы свертывания крови в раннем онтогенезе

Система свертывания крови созревает и формируется в период раннего эмбриогенеза. В различные возрастные периоды процессы свертывания крови имеют свои характерные особенности.

Аntenатальный период

Первой в онтогенезе (с 8-10-ой недели внутриутробной жизни) появляется реакция сужения сосудов в ответ на повреждение, хотя кровеносные сосуды не достигают полной зрелости даже к рождению ребенка. Однако у доношенных и большинства недоношенных детей реакция взаимодействия сосудистых и тромбоцитарных факторов нормальна, что подтверждается временем кровотечения (в среднем до 4-х минут).

У плода до 16-20-ти недель кровь не способна свертываться из-за отсутствия в плазме фибриногена. Он появляется только на 4-5-ом месяце внутриутробной жизни в количестве всего 0,6 г/л. Содержание его постоянно увеличивается, однако, к моменту рождения фибриногена в плазме крови на 10-30% меньше, чем у взрослых.

Концентрация прокоагулянтов и их активность в период внутриутробной жизни очень низкая. Концентрация мощного антикоагулянта, как гепарин, напротив, в это время очень высока, хотя появляется гепарин в крови плода позднее, чем начинают синтезироваться прокоагулянты (на 23-24-ой неделе внутриутробной жизни). Концентрация гепарина быстро нарастет, и после 7 месяцев антенатального периода она почти в 2раза выше, чем у взрослых. К моменту рождения концентрация гепарина в крови падает и оказывается близкой к норме взрослого человека.

Концентрация факторов свертывающей и противосвертывающей систем в крови плода не зависит от их содержания в крови матери. Это свидетельствует о том, что все эти факторы синтезируются печенью плода и не проходят через плацентарный барьер.

Постнатальный период

Для системы свертывания крови характерна неравномерность, или гетерохромность, включения отдельных ферментативных систем. Время свертывания и время кровотечения у детей приблизительно такие же, как у взрослых. Это объясняется тем, что скорость свертывания крови

определяется не только количеством, отдельных факторов, но и соотношением их концентраций. Кроме того, концентрация ряда факторов, в т. ч. протромбина, у взрослых и новорожденных превышает достаточную концентрацию для полноценного свертывания крови. Однако у новорожденных в первые дни после рождения свертывание крови медленное, причем начало свертывания в пределах нормы взрослых (4,5-6 мин), а окончание запаздывает (9-10 мин). Медленное свертывание крови особенно это заметно на 2-й день жизни ребенка. С 3-го по 7-й день жизни свертывание крови ускоряется и приближается к норме взрослых. При резко выраженной физиологической желтухе новорожденных свертывание крови может быть еще более замедленным.

Со 2-го по 7-ой день жизни ребенка свертывание крови ускоряется и приближается к норме взрослого. У детей грудного возраста и более старших свертывание крови происходит в течение 4-5 мин. У детей дошкольного и школьного возраста время свертывания крови имеет широкие индивидуальные колебания.

В течение периода новорожденности и грудного возраста происходит нормализация концентрации прокоагулянтов и антикоагулянтов в крови детей. К 14-ти годам уровень факторов свертывающей и противосвертывающей систем в крови детей в среднем соответствует нормам взрослых. Наибольший размах индивидуальных колебаний показателей системы свертывания крови отмечается в препубертатном и пубертатном периодах, что, очевидно, связано с неустойчивым гормональным фоном в этом возрасте. С окончанием гормональной перестройки в процессе свертывания наступает относительная стабилизация.

Становление в онтогенезе групповых свойств крови

Агглютиногены А и В формируются в эритроцитах ко 2-3-му месяцу антенатального периода. Способность агглютиногенов плода к реакциям с соответствующими агглютинидами выражена примерно в 1,5 раза слабее, чем у взрослых. После рождения ребенка она постепенно увеличивается и достигает нормы взрослого к 10-20-ти летнему возрасту.

Агглютинины α и β , в отличие от агглютиногенов, образуются относительно поздно – только через 2-3 месяца после рождения. Титр агглютининов у детей первых месяцев жизни низкий, уже при сравнительно небольшом разведении сыворотки она перестает вызывать агглютинацию эритроцитов.

У новорожденных в крови отсутствуют антитела системы АВ0 и образование их к антигенам, которых у него нет, происходит в течение первого года жизни. Антитела не вырабатываются против «своего», т. е. присутствующего в эритроците данного человека антигена – А и В. Однако антигены А и В широко распространены в животном мире, поэтому, после

рождения человека в его организме начинается формирование антител против антигенов А и В, поступающих с пищей, бактериями.

Агглютиногены системы Rh появляются у плода на 2-3-м месяце, при этом активность Rh-антигена во внутриутробном периоде выше, чем у взрослых.

Наследование группы крови

Принадлежность к той или иной группе крови является индивидуальной особенностью, которая начинает формироваться уже на ранних сроках развития плода. В зависимости от комбинации антигенов кровь подразделяется на четыре группы. Группа крови не зависит от расы, половой принадлежности, возраста.

Агглютиногены системы АВ0 и Rh генетически predeterminedены и в течение жизни не меняются.

Наследование групп крови по системе АВ0 представлено в табл. 5.

Таблица 5

Группы крови родителей и возможные варианты групп крови их детей

Группа крови матери	Группа крови отца					
	I (00)	II (A0)	II (AA)	III (B0)	III (BB)	IV (AB)
I (00)	I (00)-100%	I (00)-50% II (A0)-50%	II (A0)-100%	I (00)-50% III (B0)-50%	III (B0)-100%	II (A0)-50% III (B0)-50%
II (A0)	I (00)-50% II (A0)-50%	I (00)-25% II (A0)-50% II (AA)-25%	II (AA)-50% II (A0)-50%	I (00)-25% II (A0)-25% III (B0)-25% IV (AB)-25%	IV (AB)-50% III (B0)-50%	II (AA)-25% II (A0)-25% III (B0)-25% IV (AB)-25%
II (AA)	II (A0)-100%	II (AA)-50% II (A0)-50%	II (AA)-100%	IV (AB)-50% II (A0)-50%	IV (AB)-100%	II (AA)-50% IV (AB)-50%
III (B0)	I (00)-50% III (B0)-50%	I (00)-25% II (A0)-25% III (B0)-25% IV (AB)-25%	IV (AB)-50% II (A0)-50%	I (00)-25% III (B0)-50% III (BB)-25%	III (BB)-50% III (B0)-50%	II (A0)-25% III (B0)-25% III (BB)-25% IV (AB)-25%
III (BB)	III (B0)-100%	IV (AB)-50% III (B0)-50%	IV (AB)-100%	III (BB)-50% III (B0)-50%	III (BB)-100%	IV (AB)-50% III (BB)-50%
IV (AB)	II (A0)-50% III (B0)-50%	II (AA)-25% II (A0)-25% III (B0)-25% IV (AB)-25%	II (AA)-50% IV (AB)-50%	II (A0)-25% III (B0)-25% III (BB)-25% IV (AB)-25%	IV (AB)-50% III (BB)-50%	II (AA)-25% III (BB)-25% IV (AB)-50%

Особенностью системы АВ0 является то, что в плазме у неиммунных людей имеются естественные антитела к отсутствующему на эритроцитах антигену. Систему группы крови АВ0 составляют два групповых эритроцитарных агглютиногена (А и В) и два соответствующих антитела – агглютинины плазмы альфа (анти-А) и бета (анти-В).

Фенотип А (II) может быть у ребенка, унаследовавшего от родителей или два гена А (АА), или гены А и 0 (А0). Соответственно фенотип В (III) – при наследовании или двух генов В (ВВ), или В и 0 (В0). Фенотип 0 (I) проявляется при наследовании двух генов 0.

Таким образом, если оба родителя имеют II группу крови (генотипы А0 и А0), кто-то из их детей может иметь первую группу (генотип 00). Если у одного из родителей группа крови А (II) с возможным генотипом АА и А0, а у другого В (III) с возможным генотипом ВВ или В0 — дети могут иметь группы крови 0 (I), А (II), В (III) или АВ (IV). Наиболее непредсказуемо наследование ребенком группы крови при союзе родителей со II и III группами. Их дети могут иметь любую из четырех групп крови.

Резус-фактор наследуется по рецессивно-доминантному типу наследования. Положительный резус Rh⁺ – доминантный признак, отрицательный Rh⁻ – рецессивный. Фенотип Rh⁺ проявляется как при гомозиготном, так и при гетерозиготном генотипе (+ + или ±), фенотип Rh⁻ проявляется только при гомозиготном генотипе (только – –).

Понятие о резус-конфликтной беременности

Резус-фактор представляет собой группу антигенов, среди которых самым реакционноспособным является Rh-антиген D. При наличии на мембране эритроцитов Rh-антигенов кровь считается Rh-положительной (85% населения), при отсутствии – Rh-отрицательной (15% населения). Резус-фактор имеет важное диагностическое значение не только для переливания крови, но и для нормального протекания беременности.

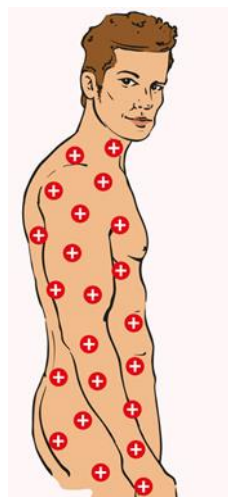
Антитела к Rh-антигену D не всегда имеются в наличии у людей с отрицательным резусом. Чтобы они появились, необходим первичный контакт с эритроцитами, содержащими этот антиген. Это может произойти при некорректном переливании крови, а также во время родов, если ребенок резус-положительный. После контакта антитела вырабатываются в течение нескольких месяцев и сохраняются на протяжении всей жизни.

Резус-конфликт – гуморальный иммунный ответ резус-отрицательной матери на эритроцитарные антигены резус-положительного плода, при котором у матери образуются антирезусные антитела (рис. 16).

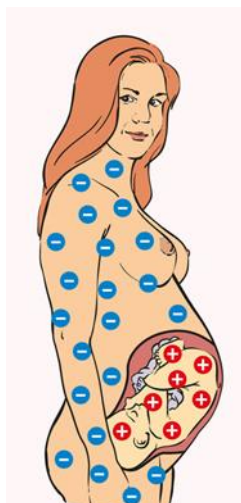
Как правило, во время беременности кровь плода не попадает в кровотоки матери благодаря защите гемоплацентарного барьера. Во время первой беременности у матери не вырабатываются антитела к резус-антигену, поэтому ребенок остается здоровым. Однако при родах чаще всего происходит смешение крови матери и ребенка, отчего мать становится восприимчивой к резус-антигену и образует против него резус-антитела. Выработанная иммунная память приводит при следующей беременности к новому и усиленному образованию антител (иммуноглобулинов IgG) к резус-антигену. Последние способны проникать через гематоплацентарный барьер в кровотоки ребенка и

связываются с его резус-положительными эритроцитами. Отягощенные антителами эритроциты преждевременно разрушаются в селезенке плода. Наступает гемолитическая анемия, характеризующаяся гемолизом эритроцитов, что приводит образованию большого количества непрямого билирубина, желтухе и гипоксии у плода.

Кроме того, эритроциты плода могут попадать в кровь матери с 8-й недели внутриутробного развития, когда начинает активно формироваться кроветворная система будущего ребенка. Повышают риск возникновения иммунологической несовместимости предыдущие аборт и выкидыши.



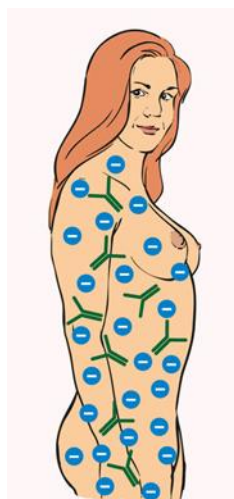
Резус-положительный отец



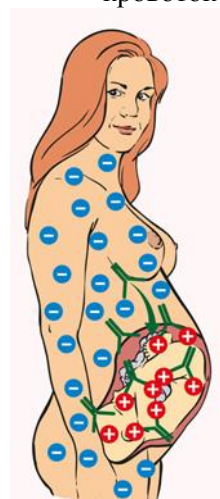
Резус-отрицательная женщина, беременная резус-положительным плодом



Во время родов частицы крови плода попадают в кровотоки женщины



Материнский организм вырабатывает антитела на чужеродные для матери резус-антигены



При повторной беременности резус-антитела атакуют эритроциты резус-положительного плода

Рис. 16. Резус-конфликт при беременности.
<https://roddom.msk.ru/stati/rezus-konflikt>

Существует возможность избежать атаки плода антителами, в частности, плазмоферез – очищение плазмы крови матери от антител. Однако самым эффективным способом является предотвращение резус-

конфликта при повторной беременности. Для этого в течение 72-ти часов после родов женщине вводят антирезусный иммуноглобулин. Таким образом, эритроциты ребенка, попавшие в кровоток матери, быстро уничтожаются, а иммунитет не успевает обучиться их распознавать.

Развитие иммунитета в онтогенезе

Особенностью органов иммунной системы является их морфофункциональная зрелость к моменту рождения.

Возрастные особенности тимуса. У новорожденного корковый слой преобладает над мозговым. Большое количество тимических телец (телец Гассала) свидетельствует о зрелости железы к моменту рождения. К моменту рождения тимус хорошо развит, его масса составляет 13 г, 6,5 лет – 30 г, в 10-12 лет – 31 г. Тимус достигает максимальных размеров в период полового созревания. В это время его масса составляет 37 г. После 16-ти лет масса тимуса постепенно уменьшается: в 20 лет – 25 г, в 30 лет – 22 г, в 50 лет – 13-15 г. Полностью лимфоидная ткань не исчезает и в пожилом возрасте. Наряду с уменьшением количества коркового и мозгового вещества в паренхиме тимуса рано появляется жировая ткань, которая рано замещает паренхиму органа. С 2-3-х лет обнаруживается в тимусе 7% жировой ткани, в 20 лет – 40%.

Возрастные особенности красного костного мозга. Красный костный мозг начинает формироваться на 7-8-й неделе эмбрионального развития. У новорожденного он занимает все костно-мозговые полости. Со второго полугодия жизни ребенка начинается процесс превращения некоторых участков красного костного мозга в желтый костный мозг (жировую ткань). Этот процесс хорошо выражен к 4-5-ти годам.

Процесс превращения красного костного мозга костно-мозговых полостей трубчатых костей в желтый костный мозг продолжается до 14-15-ти годам. Кроветворные функции сохраняются к этому времени в красном костном мозге плоских костей, ребер, грудины, тел позвонков, в эпифизах трубчатых костей. К 20-25-ти годам желтый костный мозг полностью заполняет костномозговые полости диафизов трубчатых костей.

Возрастные особенности селезенки. У новорожденных селезенка может быть овальной, округлой формы, у нее выражена дольчатость. Селезенка начинает функционировать к концу внутриутробного развития. Селезенка у ребенка первых лет жизни интенсивно растет. Масса селезенки у новорожденного равна 8 г. Масса селезенки удваивается к 5-ти месяцам жизни, утраивается к 1-му году, к 5-ти годам весит около 60 г, а к 10-12-ти летнему возрасту ее масса увеличивается в 10 раз. Масса селезенки у взрослого составляет 153-192 г. В раннем детском возрасте селезенка располагается высоко, на уровне от VIII до X ребра. В период второго детства (8-12 лет) она приобретает положение такое же, как у взрослого: располагается в брюшной полости, в области левого

подреберья, на уровне от IX до XI ребра. С возрастом селезенка приобретает форму уплощенной и удлинённой полусферы.

Возрастные особенности лимфатических узлов. Начиная с 3-го месяца внутриутробной жизни по ходу лимфатических сосудов закладываются лимфатические узлы. На 5-ом месяце в паренхиме лимфатических узлов плода формируются фолликулы и кровеносные капилляры. Лимфатические узлы проходят морфологическую дифференцировку уже после рождения ребенка. Лимфатические узлы новорожденного в основном сформированы, относительно крупные. Формирование синусов и стромы лимфатических узлов заканчивается вскоре после рождения. У новорожденных лимфатические узлы богаты лимфатическими сосудами. Содержится много незрелых лимфоидных элементов, количество которых после 4-5-ти лет уменьшается. В дошкольном возрасте формируются трабекулы, идет дифференцировка коркового и мозгового вещества, развивается ретикулярная ткань. Лимфатические капилляры у детей относительно большие, чем у взрослых. Лимфатические узлы морфологически зрелыми становятся в школьном возрасте. В период полового созревания происходит уменьшение коркового слоя, разрастание соединительной ткани.

В корковом веществе лимфатического узла находятся лимфатические фолликулы, содержащие лимфоциты на разных стадиях развития. Корковое и мозговое вещество выполняют лимфоцитообразовательную функцию. В фолликулах образуются В-лимфоциты и Т-лимфоциты. В-лимфоциты трансформируются в плазматические клетки и участвуют в продуцировании иммуноглобулинов. У новорожденных эта функция лимфоидной ткани очень слабо выражена.

Лимфатические фолликулы развиваются в течение первого месяца жизни, лимфоидная ткань полностью развивается к 5-ти годам. Начиная с юношеского возраста, а также в зрелом и особенно в пожилом возрасте лимфоидную паренхиму лимфатических узлов замещает жировая ткань. В связи с этим защитные функции лимфатических узлов у возрастных людей значительно снижаются.

В антенатальном периоде созревание механизмов иммунитета тесно связано с формированием и дифференцировкой лимфоидной системы, выработкой Т- и В-лимфоцитов, трансформацией последних в плазматические клетки и продуцированием иммуноглобулинов. Регуляция этого процесса осуществляется у плода вилочковой железой. Дифференцировка Т- и В-лимфоцитов наблюдается с 12-й недели внутриутробного периода. Но синтез их очень ограничен и усиливается лишь при антигенной стимуляции плода. Функция антителообразования у плода практически отсутствует – иммунологическая толерантность.

После рождения иммунитет детей различного возраста снижен. У новорожденных низкая активность Т-киллеров и фагоцитоза, ограничен синтез γ -интерферона, незрелыми являются другие Т- и В-лимфоциты.

Гуморальный иммунитет обеспечивается в основном материнскими антителами, попавшими в кровь плода через плаценту еще до рождения и продолжающими поступать с грудным молоком после рождения. Собственная иммунная система начинает функционировать началом развития микрофлоры в организме ребенка, особенно в его желудочно-кишечном тракте. Микробные антигены являются стимулятором иммунной системы организма новорожденного, и приблизительно со 2-й недели жизни организм начинает выработку собственных антител, но пока еще в недостаточном количестве.

Имеются и собственные вещества, обеспечивающие гуморальный иммунитет, такие как лизоцим, пропердин, интерферон. Однако сопротивляемость организма к вирусам и микробам снижена. В первые дни после рождения количество пропердина низкое, но буквально в течение первой недели жизни быстро нарастает и держится на высоком уровне на протяжении всего детства. Способность к образованию интерферона сразу после рождения высока, на протяжении первого года жизни она снижается, но с возрастом постепенно увеличивается, достигая максимума к 12-18-ти годам. Особенности возрастной динамики образования интерферона служат одной из причин повышенной восприимчивости детей раннего возраста к вирусным инфекциям и их тяжелого течения.

У грудных детей в возрасте 2-6 месяцев количество лимфоцитов максимально, но они еще незрелы. В этот период материнские антитела в крови разрушаются, а поступающие с грудным молоком γ -глобулины метаболизируются. Начинает созреть собственная иммунная система, возникает первичный ответ на большинство антигенов. Хотя иммунная память еще не выражена, но к концу 1-го года жизни антитела синтезируются более активно. Низкое содержание иммуноглобулинов в течение первого года жизни объясняет легкую восприимчивость детей к различным заболеваниям (органы дыхания, пищеварения, гнойничковые поражения кожи и т. д.)

На 3-м году жизни количество Т-лимфоцитов достигает уже нормы взрослого. В первые 4-5 лет отмечаются значительные отличия в количественном и качественном составе белых кровяных телец. Число нейтрофилов (сегментоядерных) в процентном отношении в первые 4 года жизни в 1,5-2 раза меньше, чем у взрослого человека, а число лимфоцитов, наоборот, повышено. Только у 5-6-ти летних детей устанавливается такое же соотношение между нейтрофилами и лимфоцитами, как у взрослых людей. Белые кровяные тельца играют важную роль в защите живого организма от проникающих в него микроорганизмов. Кроме того, в сыворотке крови имеются антитела, способные связывать и нейтрализовать проникающие в организм микробы, вирусы, токсины.

В целом иммунная защита организма достигает максимума в возрасте около 10-ти лет.

Контрольные вопросы

1. Развитие органов кроветворения у плода и ребенка.
2. Основные особенности физико-химических свойств крови в период новорожденности.
3. Относительная плотность крови у детей раннего возраста.
4. Вязкость крови у детей раннего возраста.
5. Масса крови и гематокритная величина детей раннего возраста.
6. Возрастные изменения количества эритроцитов у детей.
7. Особенности СОЭ у детей.
8. Возрастные изменения количества лейкоцитов у детей.
9. Возрастные изменения лейкоцитарной формулы у детей.
10. Возрастные изменения количества гемоглобина у детей.
11. Особенности гемоглобина плода и новорожденного.
12. Развитие системы свертывания крови в раннем онтогенезе.
13. Становление в онтогенезе групповых свойств крови.
14. Наследование группы крови.

ГЛАВА 3. КРОВООБРАЩЕНИЕ

Кровообращение плода

Эмбриональный период

На стадии эмбрионального развития кровеносная система еще отсутствует, и зародыш получает необходимые вещества из желточного мешка и тканей материнского организма.

Органы кровообращения начинают закладываться со 2-ой недели, функционировать с 4-й недели, формирование заканчивается на 3-ем месяце внутриутробной жизни.

Сокращения сердца эмбриона возникают на 22-23-й день. Сначала они очень слабы и неритмичны, но с конца 5-ой – начала 6-ой недель жизни эмбриона сокращения сердца уже регистрируются с помощью эхокардиографии. Причем на этом этапе сосуды еще не образуют полную систему замкнутой циркуляции, и сердечные сокращения обеспечивают движение крови в теле эмбриона и желточном мешке, связанных между собой сосудами пупочного канатика. Это период желточного кровообращения. Он продолжается до окончательного формирования плаценты (конец 2-го – начало 3-го месяца внутриутробной жизни), после чего происходит полный переход на плацентарное кровообращение, прекращающееся в момент рождения. Смена желточного кровообращения на плацентарное определяет окончание эмбрионального и начало fetalного периода развития.

Fetalный период

Как только устанавливается плацентарное кровообращение, газообмен, обеспечение плода питательными веществами и удаление продуктов обмена идет через плаценту.

Вместе с тем, многие вещества не проходят через плацентарную мембрану. Как правило, это мембрана непроницаема для веществ с молекулярной массой более 300, поэтому через нее не проходит большинство белков, бактерий и вирусов.

Однако в кровь плода в конце беременности проникают высокомолекулярные материнские белки-глобулины, являющиеся антителами. Наоборот, некоторые низкомолекулярные вещества, например, адреналин (молекулярная масса 183) не проходит через плацентарный барьер. Избирательность плацентарного барьера зависит от состояния организма матери.

При ряде заболеваний, под действием некоторых лекарственных веществ, при употреблении спиртных напитков проницаемость мембраны нарушается. В этом случае различные токсические вещества, а также бактерии и вирусы могут проникнуть из крови матери в кровь плода и оказывать на него вредное воздействие, что может привести к различным изменениям со стороны сердца и сосудов плода. Характер и степень этих патологических изменений зависят от фазы внутриутробного развития. При воздействии неблагоприятных факторов в течение первых 3-х месяцев

беременности ребенок может родиться с пороками развития сердца или сосудов. После 3-го месяца жизни, когда формирование сердечно-сосудистой системы в целом завершено, вредные факторы преимущественно оказывают влияние на развитие и созревание различных элементов миокарда.

В течение фетального периода масса плаценты и площадь хориальных сосудов увеличивается, но гораздо медленнее, чем масса растущего плода. Снабжению плода кислородом и питательными веществами в этих условиях способствует увеличение скорости тока крови плода и ее объема, протекающего через плаценту, а также уменьшение с течением беременности толщины плацентарной мембраны. Для обменных процессов важно, что скорость тока материнской крови в межворсинчатых пространствах плаценты замедляется, тогда как кровь плода в самих ворсинках циркулирует соответственно ритму его сердца. Эта особенность позволяет плоду получить наибольшее количество необходимых для него веществ из крови матери.

Кровообращение плода в фетальном периоде развития характеризуется тем, что богатая питательными веществами и кислородом кровь из сосудов плацентарных ворсинок собирается в пупочные вены и по ним переходит в организм плода, насыщение гемоглобина этой крови кислородом составляет около 80%, что значительно ниже, чем во внеутробной жизни. Перед воротами печени пупочная вена разделяется на два ветви. Одна из них, частично анастомозируя с плохо развитой воротной веной, в виде нескольких веточек проникает в печень и, пройдя через ее паренхиму, по системе возвратных печеночных вен впадает в нижнюю полую вену (рис. 17).

По другой ветви пупочной вены (аранциев проток) большая часть плацентарной крови вливается в нижнюю полую вену, где смешивается с венозной кровью, поступающей в эту вену из нижней половины тела (от нижних конечностей, органов таза, кишечника, печени). Следовательно, печень получает наиболее артериализированную (практически чисто плацентарную) кровь по сравнению со всеми другими органами плода.

Смешанная кровь из нижней полых вен поступает в правое предсердие, куда впадает также верхняя полая вена, несущая чисто венозную кровь из верхней половины тела. В правом предсердии кровь из обоих потоков полностью не смешиваются, при этом большая часть крови из нижней полых вен благодаря особой складке на стенке правого предсердия направляется к овальному окну и через него в левое предсердие и далее в левый желудочек и аорту. В левое предсердие поступает также небольшое количество крови из легочных вен от «нефункционирующих» легких. Однако это смешение не оказывает существенного влияния на газовый состав крови левого желудочка.

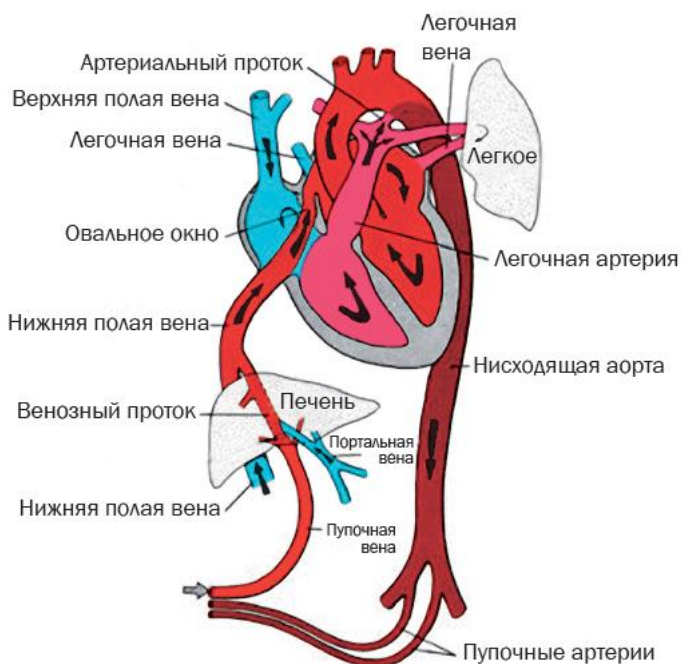


Рис. 17. Кровообращение плода.

<https://goo.su/8IKiR>

Чисто венозная кровь, попавшая в правое предсердие из верхней полой вены, устремляется преимущественно в правый желудочек, а оттуда – в легочную артерию.

Сосуды легких у плода находятся в суженном состоянии за счет сокращения их относительно хорошо развитой гладкой мускулатуры в ответ на недостаток кислорода (гипоксию). В связи с этим, сопротивление сосудов малого круга очень велико (в 5 раз выше сопротивления большого круга), и давление в правом желудочке в систолу поднимается до 70-80 мм рт. ст., что на 10 мм выше, чем в левом желудочке и аорте. Однако и при этом условии через малый круг у плода протекает лишь очень небольшое количество крови (всего около 10%), следовательно, малый круг кровообращения у плода практически не функционирует. Основная часть крови из правого желудочка направляется через открытый артериальный проток в нисходящую часть аорты, ниже места отхождения больших сосудов, питающих мозг, сердце и верхние конечности. Из нисходящей аорты кровь поступает в сосуды нижней половины тела.

Через ткани плода протекает не вся выброшенная сердцем кровь. Значительная ее часть через пупочные артерии попадает в плаценту, где обогащается кислородом, питательными веществами и вновь поступает через пупочную вену к плоду.

Тем не менее, интенсивность кровотока через ткани плода значительно выше, чем у взрослых. На 1 кг массы тела кровоток у плода составляет 185 мл/мин, а у взрослых – 70 мл/мин. При этом в наиболее

выгодных условиях оказываются печень, сердце, головной мозг и верхние конечности, что способствует их более быстрому развитию.

Особенности кровообращения плода

1. Наличие связи между правой и левой половиной сердца и крупными сосудами (два право-левых шунта: овальное окно и артериальный проток).

В связи с этим правый и левый желудочки сердца нагнетают кровь в аорту, т. е. работают параллельно, а не последовательно, как после рождения.

2. Значительное превышение минутного объема большого круга кровообращения над минутным объемом малого круга («нефункциональные» легкие) вследствие наличия право-левых шунтов.

3. Поступление к жизненно важным органам (сердце, печень, мозг, верхние конечности) более богатой кислородом крови, чем к другим органам.

4. Низкое кровяное давление в аорте и в легочной артерии, с некоторым преобладанием последнего.

Эти особенности кровообращения определяют как функциональные особенности сердца и сосудов, так и гемодинамические показатели у плода.

Регуляция деятельности сердца

Среди механизмов регуляции функции сердца у плода можно выделить внутрисердечные и внесердечные. В свою очередь, среди внутрисердечных выделяются гомео- и гетерометрические механизмы.

Сердце плода может реагировать на изменения венозного притока в соответствии с законом сердца Франка-Старлинга. Однако миокард плода относительно слабо растягивается притекающей к нему кровью. Растяжение миокарда ограничивается также малой длительностью диастолы. Таким образом, гетерометрическая регуляция сердца существует, но значение ее невелико.

Гомеометрическая регуляция проявляется, в частности, зависимостью систолического объема от частоты сердечных сокращений. Такая зависимость четко выражена. Увеличение частоты сердечных сокращений плода, как правило, сопровождается увеличением систолического объема крови. Но и гомеометрическая саморегуляция в этот период имеет ограниченные возможности. Среди внесердечных механизмов регуляции имеются нервные и гуморальные механизмы. В ходе онтогенеза реакция сердца на гуморальные факторы формируется значительно раньше, чем на нервные механизмы.

Нервные пути регуляции сердца формируются еще в эмбриональном периоде развития. Особенно четко выражены нервные структуры в области узлов проводящей системы сердца. Уже на 16-й день внутриутробного развития выявляются нервные волокна, подходящие к синусному узлу. В первой половине внутриутробной жизни в стенках

сердца хорошо выражены нервные сплетения. В сердце рано формируются холинергические и адренергические рецептивные субстанции, активность холинэстеразы высокая. Однако дифференцировка нервных клеток внутрисердечных узлов, развитие рецепторов в миокарде, в эндокарде предсердий происходит вплоть до самого рождения, продолжаясь в раннем постнатальном периоде.

Гуморальная регуляция деятельности сердца во внутриутробном периоде, особенно в первую половину, является ведущей. Еще до установления отчетливых нервных влияний на сердце можно выявить возникновение реакций сердца зародыша на ряд гуморальных, в т. ч., медиаторных факторов лишь при относительно высоких их концентрациях в крови. Так, чувствительность сердца к ацетилхолину проявляется у эмбрионов еще до развития парасимпатической иннервации. Уже у 5-6-ти недельных эмбрионов ацетилхолин вызывает уменьшение частоты сердечных сокращений. Следовательно, холинорецепторы в сердце развиваются рано. Чувствительность к норадреналину очень низка. Адреналин либо вообще не оказывает влияния, либо влияет необычно, уменьшая частоту сердечных сокращений.

Изменение в системе кровообращения после рождения ребенка

При рождении ребенка перестройка системы кровообращения носит исключительно быстрый характер, объясняющийся резким прекращением плацентарного кровообращения.

С началом легочного дыхания повышается напряжение кислорода в крови, что вызывает расслабление гладкой мускулатуры сосудов легких, следствием чего является мощное (в 5 раз) снижение гидродинамического сопротивления сосудов малого круга кровообращения.

Возрастает приток крови в левое предсердие и уровень давления в нем, что способствует механическому закрытию овального окна клапанной заслонкой (функциональное закрытие). Заращение же овального окна (анатомическое закрытие) обычно происходит к 5-7-му месяцу жизни. Небольшое отверстие между предсердиями у 50% детей сохраняется до 5-ти лет, изредка – до 17-20-ти лет, у 20% людей сохраняется в течение всей жизни, не проявляя себя клинически.

Происходит в закрытие артериального протока. Просвет его резко уменьшается в связи с повышением тонуса гладкой мускулатуры под влияние и возросшего парциального давления кислорода. Через 1-8 суток после рождения движение крови через проток прекращается (функциональное закрытие). Заращение протока (анатомическое закрытие) у большинства детей происходит в период от 2-го до 5-го месяца жизни, у 1% детей – к концу 1-го года жизни.

В течение 5 мин после рождения закрывается венозный проток в результате сокращения гладкой мускулатуры его стенки (функциональное закрытие). Он зарастает (анатомическое закрытие) к 2-м месяцам после

рождения. Таким образом, в первые часы жизни происходит полное функциональное разделение малого и большого кругов кровообращения.

Частота сердцебиений у плода и детей раннего возраста

Сердце начинает сокращаться еще у плода на этапе желточного кровообращения, т. е. раньше, чем сосуды образуют замкнутую систему циркуляции. Частота сердечных сокращений (ЧСС) в эмбриональном периоде развития составляет всего 15-35 уд/мин. Однако уже к 6-ти неделям внутриутробного периода ЧСС возрастает до 110 уд/мин. К середине внутриутробного периода ЧСС достигает 140 уд/мин, а к концу внутриутробной жизни она колеблется в пределах 130-150 уд/мин. Ритм сердечных сокращений плода отличается непостоянством. Кратковременные замедления сокращений до 70-100 уд/мин наблюдаются во время движения плода.

У новорожденного в связи с преобладанием влияния симпатической нервной системы ЧСС составляет 120-140 уд/мин. Значение непостоянно и зависит даже от срока рождения младенца. У недоношенных детей сердце бьется чаще тех, кто появился на свет вовремя. Во время плача и кормления грудью ЧСС у новорожденного может достигать 160-190 уд/мин.

Первые признаки влияния блуждающего нерва на сердечную деятельность обнаруживаются в 3-4-х месячном возрасте. В этом возрасте можно вызвать рефлекторное замедление сердечного ритма, надавливая на глазные яблоки. В первые годы жизни ребенка формируются и закрепляются тонические влияния блуждающего нерва на сердце.

Таблица 6

Динамика ЧСС у детей разного возраста

Возраст	ЧСС, уд/мин
новорожденный	135-140
6 месяцев	130-135
1 год	129-125
2 года	110-115
3 года	105-110
4 года	100-105
5 лет	93-100
6 лет	90-95
7 лет	85-90
8 лет	80-85
9 лет	80-85
10 лет	78-85

С возрастом ЧСС уменьшается (табл. 6), что обусловлено изменением веса сердца. У только что рожденного ребенка масса сердца составляет всего 15-25 г и может выбросить за одну систолу около 3 мл крови. К первому месяцу жизни ЧСС в норме начинает постепенно снижаться.⁴

У детей отмечаются половые различия ЧСС. У мальчиков ЧСС, как правило, меньше, чем у девочек.

Для детей характерна дыхательная аритмия, проявляющаяся учащением сердечных сокращений на вдохе и замедлением на выдохе. Объясняется это рефлекторным воздействием дыхания на тонус блуждающего нерва.

Особенности длительности и структуры сердечного цикла у детей

Сердечный цикл у новорожденного длится 0,4-0,5 сек и с возрастом в связи с урежением ритма сокращений сердца соответственно удлиняется (табл. 7).

Таблица 7

Возрастные показатели длительности фаз сердечного цикла

Возраст	Длительность цикла, сек	Продолжительность систолы желудочков, сек		Продолжительность диастолы желудочков, сек
		левого	Правого	
6-7 лет	0,64	0,26	0,25	0,39
8-11 лет	0,68	0,26	0,25	0,43
12-14 лет	0,72	0,26	0,25	0,47
15-20 лет	0,77	0,27	0,27	0,49

Таблица 8

Возрастные показатели длительности фаз сердечного цикла

Возраст	Систола желудочков, сек			Диастола желудочков, сек		
	Период напряжения	Период изгнания	Общая длительность	Протодиастолический интервал	Период наполнения	Общая длительность
Внутриутробный период						
7 месяцев	0,058	0,100	0,158	-	-	0,150
8,5 месяцев	0,072	0,168	0,260	-	-	0,240
Детство (постнатальный онтогенез)						
Новорожденные	0,054	0,194	0,248	0,120	0,090	0,210
6 месяцев	0,063	0,206	0,269	0,120	0,110	0,230
1-3 года	0,069	0,231	0,330	0,130	0,120	0,250
4-6 лет	0,073	0,257	0,330	0,120	0,140	0,260
7-11 лет	0,075	0,268	0,343	0,120	0,310	0,430

Длительность сердечного цикла продолжает увеличиваться за счет диастолы желудочков, которая у взрослых (0,47 сек) приблизительно в 2 раза продолжительнее, чем у грудных детей (0,23 сек). Уменьшение ЧСС с возрастом обусловлено удлинением диастолы желудочков, что позволяет растущим желудочкам наполняться большим количеством крови.

Возрастные изменения длительности фаз сердечного цикла представлены в табл. 8.

Специфической особенностью детей и подростков является часто отмечаемые случаи гетерохронного изменения длительности электрической и механической систол сердца во время физической нагрузки – при учащении ритма сокращений сердца укорачивается механическая систола, а электрическая систола остается без изменений.

Особенности ЭКГ в детском возрасте

Электрокардиография (ЭКГ) – методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца (рис. 18).

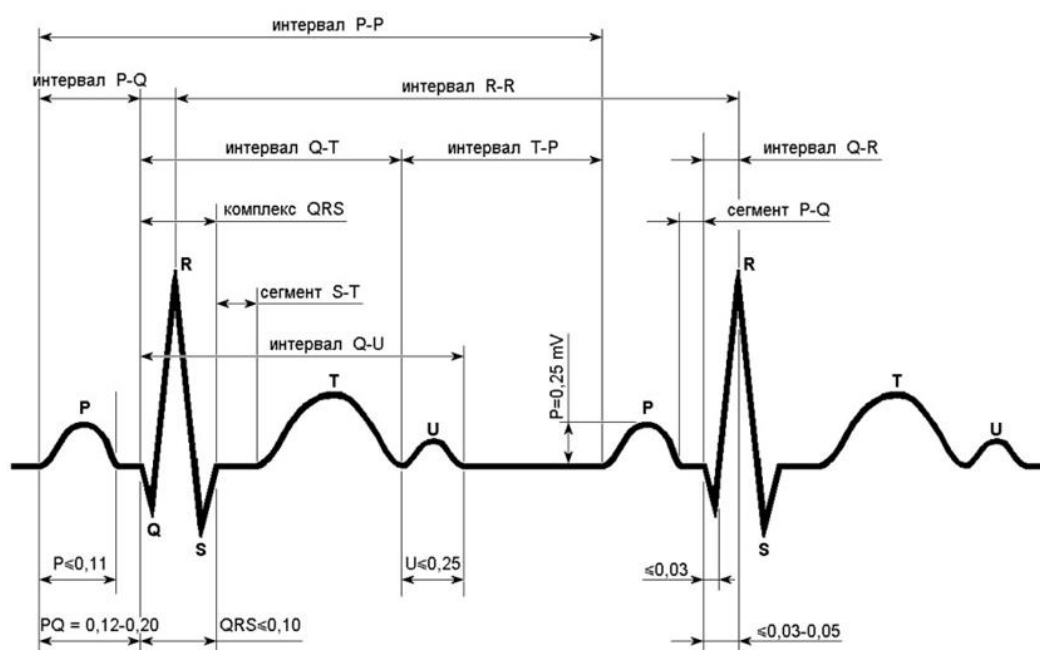


Рис. 18. ЭКГ.

<https://doctortut.by/article/ekg-chto-eto-osnovnye-ponyatiya/>

На характер ЭКГ у детей оказывают влияние следующие возрастные факторы:

- ЧСС;
- положение сердца в грудной полости;
- соотношение массы правого и левого желудочков;
- характер возбуждения желудочков.

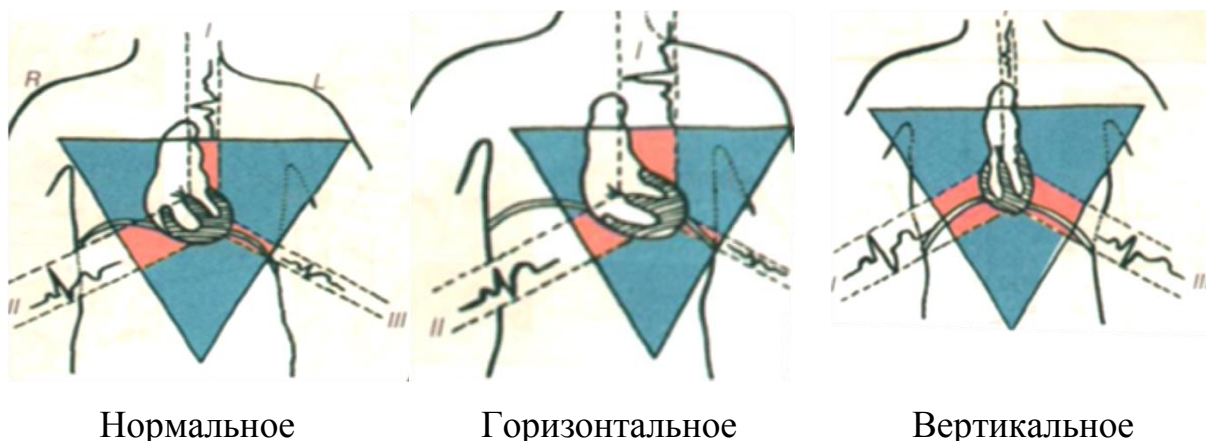
Отражая возрастное развитие сердца, ЭКГ ребенка по сравнению со взрослым человеком имеет отличия:

1. смещение электрической оси сердца (ЭОС) вправо;
2. более короткая продолжительность зубцов, интервалов P-Q, Q-T и ширины комплекса QRS;
3. значительные колебания высоты зубцов (у детей имеет значение не абсолютная величина зубцов, а их соотношение, особенно взаимоотношение зубцов R и S);
4. деформация комплекса QRS и изменение высоты отдельных зубцов этого комплекса;
5. часто наблюдается выраженная синусовая аритмия.

Амплитуда зубцов ЭКГ зависит от индивидуальных особенностей ребенка: электропроводности тканей, толщины грудной клетки, размеров сердца и др.

В первые 5-10 дней жизни отмечается низкий вольтаж зубцов комплекса QRS, что свидетельствует о сниженной электрической активности миокарда. В дальнейшем амплитуда этих зубцов нарастает. Начиная с грудного возраста и до 8-ми лет, выявляется более высокая амплитуда зубцов, особенно в грудных отведениях, это связано с меньшей толщиной грудной клетки, большими размерами сердца относительно грудной клетки и поворотами сердца вокруг осей, а также большей степенью прилегания сердца к грудной клетке.

У новорожденных и детей первых месяцев жизни отмечается значительное отклонение ЭОС вправо (от 90 до 180°, в среднем – 150°). В возрасте от 3-х месяцев до 1-го года у большинства детей ЭОС переходит в вертикальное положение (75-90°), но допускаются еще значительные колебания угла (от 30 до 120°). К 2-м годам у 2/3 детей еще сохраняется вертикальное положение ЭОС, а у 1/3 – нормальное (30-70°). У дошкольников и школьников, так же как и у взрослых, преобладает нормальное положение ЭОС, но могут отмечаться варианты в виде вертикального и горизонтального положения. Такие особенности положения ЭОС (рис. 19) у детей связаны с изменением соотношения масс и электрической активности правого и левого желудочков сердца, а также с изменением положения сердца в грудной клетке (повороты вокруг осей). У детей первых месяцев жизни отмечается анатомическое и электрофизиологическое преобладание правого желудочка. С ростом ребенка по мере опережающего нарастания массы левого желудочка и происходящего поворота сердца с уменьшением степени прилегания правого желудочка к поверхности грудной клетки происходит перемещение положения ЭОС от правограммы к нормограмме. О происходящих переменах можно судить по изменяющемуся на ЭКГ соотношению амплитуды зубцов R и S в стандартных и грудных отведениях, а также по смещению переходной зоны.



Нормальное

Горизонтальное

Вертикальное

Рис. 19. Положения ЭОС.

<https://goo.su/Cemtf>

Продолжительность интервала PQ зависит от ЧСС и от возраста. По мере роста детей происходит заметное увеличение продолжительности интервала PQ: в среднем от 0,10 сек (не больше 0,13 сек) у новорожденных до 0,14 сек (не больше 0,18 сек) у подростков.

У детей время охвата возбуждением желудочков (интервал QRS) с возрастом увеличивается: в среднем от 0,045 сек у новорожденных до 0,07-0,08 сек у старших детей и взрослых.

Электрокардиограмма у плода и новорожденного ребенка

В каждом возрастном периоде ЭКГ имеет свои специфические особенности.

У плода ЭКГ регистрируется с 15-17-й недели беременности и состоит из зубцов желудочкового комплекса, амплитуда которых увеличивается с увеличением срока беременности.

ЭКГ новорожденных отличается значительными колебаниями электрографических показателей, т. к. в этот период сердечно-сосудистая система подвергается значительным и быстрым анатомо-функциональным изменениям. Специфической особенностью ЭКГ новорожденных является «правый» тип (угол альфа от 90 до 180°, в среднем 150°), что является следствием относительно большой массы миокарда правого желудочка.

Зубец P высокий, часто заострен, продолжительностью 0,05-0,06 с. В отличие от взрослых, у которых отношение амплитуды зубца P к зубцу R составляет 1:8, у новорожденных и у детей до 3-х лет оно равно 1:3. Высокий зубец P у детей зависит от преобладания правого предсердия над левым и от высокой возбудимости симпатической нервной системы. В III стандартном отведении зубец P зазубрен, что отражает физиологический асинхронизм, а расстояние между зазубринами составляет не более 0,02 сек.

Интервал P-R или PQ короткий, не более 0,11 сек.

Комплекс QRS неодинаков по форме и продолжительности (0,03-0,09 сек, в среднем 0,05 сек), нередко зазубрен, в I отведении иногда деформирован. Соотношение зубцов R и S определяет правый тип ЭКГ – высокий зубец R в III отведении и глубокий зубец S в I отведении.

Зубец T относительно низкий, непостоянный – двухфазный или отрицательный. Непостоянство зубца T ЭКГ обусловлено неполным закрытием артериального (боталлова) протока.

Интервал Q-T колеблется в пределах 0,22-0,32 сек.

Нарушений ритма, кроме не резко выраженной синусовой аритмии, не отмечается.

Следует отметить, что прослеживается определенная связь ЭКГ здоровых новорожденных с различной массой тела при рождении. Например, у новорожденных, масса тела которых при рождении была равна 2500-2950 г или 4000-5500 г выявлены относительно более выраженная брадикардия, длительные процессы реполяризации желудочков, внутрипредсердной, предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости, значительная лабильность частоты сердечных сокращений по сравнению с новорожденными, масса тела которых при рождении была равна 3000-3950 г.

Признаки физиологической нагрузки правого предсердия и вариабельность зубца T, указывающая на неустойчивость метаболических процессов в сердечной мышце, наиболее выражены на протяжении 6-10-ти дней жизни у детей, масса тела которых при рождении была равна 2500-2950 г и 4000-5500 г. Это свидетельствует о напряженности процессов становления сердечно-сосудистой системы в раннем неонатальном периоде у детей с малой и крупной массой тела.

Особенности кровообращения новорожденных детей

При рождении ребенка легкие расправляются и наполняются кровью, фетальные кровеносные пути (аранциев и артериальный протоки, овальное окно и остатки пупочных сосудов) закрываются и постепенно зарастают.

У новорожденных устанавливается внеутробное кровообращение, начинают функционировать малый и большой круги кровообращения. В левом предсердии возрастает давление крови из-за поступления большого ее количества, и клапан овального окна механически закрывается. Принято считать, что закрытие боталлова (артериального) протока происходит под влиянием нервных, мышечных и торсионных факторов. Обычно к 6-й неделе жизни закрывается боталлов (артериальный) проток, к 2-3-м месяцам – венозный (аранциев) проток, к 6-7-ми месяцам – овальное окно в межпредсердной перегородке.

Вследствие выключения кровотока через плаценту общее периферическое сопротивление почти удваивается, что ведет к повышению системного артериального давления, а также давления в левом

желудочке и предсердии. Одновременно происходит постепенное значительное (в 4 раза) снижение гидростатического сопротивления в малом круге кровообращения из-за повышения напряжения кислорода в тканях легких (особенностью гладкой мускулатуры сосудов малого круга кровообращения является ее сокращение в ответ на гипоксию) до 15-20 мм рт. ст. к 1-2-х месячному возрасту.

Следствием снижения сопротивления сосудов малого круга кровообращения является увеличение объема протекающей через них крови, а также снижение систолического давления в легочной артерии, правом желудочке и предсердии.

Таким образом, сердце новорожденного обладает большой запасной силой и следующими особенностями:

- уменьшение вязкости крови за счет снижения количества эритроцитов;
- выключение плацентарного кровообращения, что приводит к уменьшению объема циркулирующей крови плода на 25-30% и сокращению пути, который проходит кровь;
- внутриутробно оба желудочка выполняют одинаковую работу, а правый даже несколько большую. В постнатальный период нагрузка на правый желудочек постепенно уменьшается, а на левый увеличивается.

Основные этапы перестройки кровообращения после рождения

1. Включение малого круга кровообращения

Насыщение гемоглобина кислородом начавшего дышать новорожденного ведет к расслаблению гладкой мускулатуры сосудов малого круга кровообращения и значительному (в 7 раз) уменьшению их сопротивления току крови. Вследствие этого кровь с большой скоростью устремляется в сосуды легких, чему способствует также резкое сужение боталлова протока под влиянием повышения напряжения в крови кислорода до 50 мм рт. ст. В течение 10-15 ч происходит полное функциональное закрытие протока. Заращение его развивается в интервале от 2-го до 5-го месяцев жизни ребенка.

2. Прекращение перехода крови из правого предсердия в левое

В результате увеличения потока крови в сосуды легких возрастают приток крови в левое предсердие и давление в нем, что препятствует переходу крови из правого предсердия в левое и обеспечивает функциональное закрытие овального окна клапанной заслонкой к 3-му месяцу жизни. Заращение овального окна происходит к 5-7-му месяцам жизни, однако у 50% детей не большое отверстие сохраняется до 5-ти летнего возраста. У 25% лиц оно сохраняется в уменьшенных размерах в течение всей жизни без клинических проявлений.

3. Закрытие венозного (аранциева) протока

В течение нескольких минут после пережатия пуповины вследствие сокращения его гладкомышечных элементов происходит закрытие аранциевого протока. Спустя 2 месяца после рождения он зарастает.

Половые различия в развитии сердца

До 11-ти лет увеличение массы сердца у детей обоего пола проходит одинаково. С 11-12-ти лет увеличение массы сердца у девочек и мальчиков различается. В 12-13 лет наступает период усиленного роста сердца у девочек, и масса сердца у девочек становится больше, чем у мальчиков. В среднем у девочек она увеличивается на 17,6 г, а у мальчиков – на 6,7 г за этот же промежуток времени.

К 16-ти годам сердце девочек по темпам развития начинает отставать от сердца мальчиков, включая его размеры и массу, ударный и минутный объем. В возрасте 16 лет масса сердца у мальчиков больше, чем у девочек. Такие половые различия в развитии сердца обусловлены возрастными особенностями роста девочек и мальчиков, увеличения массы тела в период полового созревания. В 16-ти летнем возрасте масса тела у мальчиков больше, чем у девочек. Развитие сердца осуществляется параллельно увеличению массы тела.

Особенности развития сердца в подростковом возрасте

Специфической особенностью подростков являются часто отмечаемые изменения длительности электрической и механической систолы сердца при физической нагрузке. При увеличении ЧСС механическая систола укорачивается, а электрическая систола остается без изменений.

Нередко в подростковом возрасте отмечается неравномерность роста различных органов и систем, в т. ч. сердца и сосудов. Общее ускорение роста оказывает влияние и на сердечно-сосудистую систему детей в период полового созревания. Просвет артерий и вен у детей относительно широк, причем артерии имеют такой же диаметр, как и вены. С возрастом объем сердца увеличивается быстрее, чем просвет артерий, т.е. артерии становятся сравнительно уже, что может быть причиной так называемой «юношеской гипертонии».

В период полового созревания нередко емкость полостей сердца увеличивается быстрее, чем просвет клапанных отверстий и магистральных сосудов, и у части детей выявляется синдром «подросткового» или «юношеского» сердца.

Различают три варианта «подросткового» сердца.

1. «Митральное» сердце

Определяется рентгенологически в сглаженности левого конуса сердечной тени. Увеличение размеров сердца и нарушения гемодинамики отсутствуют. Чаще эта форма проявляется у девочек.

2. «Капельное» сердце

Наблюдается у детей с большим скачком роста, чаще у девочек. Как правило, подростки имеют высокий рост с дефицитом массы тела. Сердце занимает в грудной полости срединное положение и как бы «висит» на

сосудах. Может быть функциональный систолический шум, возможны обмороки, чаще в положении стоя, одышка при физической работе, учащение сокращений, снижение артериального давления, низкий систолический объем.

3. «Гипертрофированное» сердце

Характеризуется увеличением левого желудочка, минутного объема крови, небольшим повышением артериального давления (систолического – до 130-140 мм рт. ст.), невысокой частотой сердцебиений, почти всегда имеются функциональные шумы в сердце. Гипертрофия сердца наблюдается у наиболее гармонично развитых подростков, чаще всего у мальчиков.

Особенности аускультации сердца в детском возрасте

При аускультации сердца клапаны следует выслушивать в следующем порядке:

- митральный клапан – в 5-м межреберье слева на 1-1,5 см кнутри от среднеключичной линии (1-я точка акустической проекции);
- клапан аорты – во втором межреберье у правого края грудины (2-я точка акустической проекции);
- клапан легочного ствола – во втором межреберье у левого края грудины (3-я точка акустической проекции);
- трехстворчатый клапан – у основания мечевидного отростка грудины (4-я точка акустической проекции) (рис. 20).

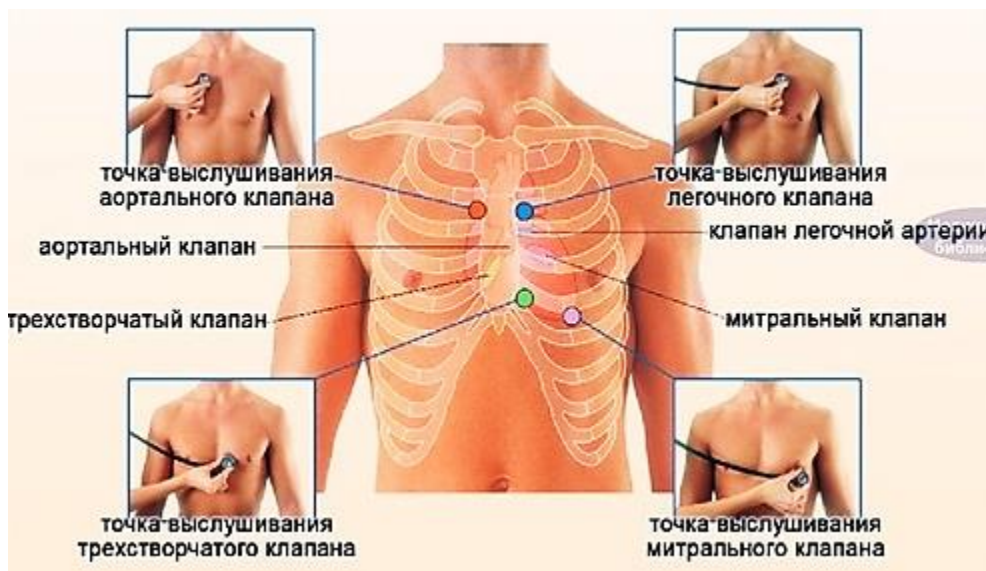


Рис. 20. Точки акустической проекции клапанов сердца.

<https://celes.club/pictures/26553-risunok-auskultacija-serdca.html>

В детском возрасте выявляются отличительные особенности при аускультации сердца.

Так, у новорожденных и детей грудного возраста тоны сердца несколько ослаблены, в возрасте 1,5-2-х лет они становятся отчетливее и в остальные периоды детства всегда относительно громче, чем у взрослых.

У верхушки сердца первый тон у детей всех возрастных групп громче второго, и только в первые дни жизни они почти одинаковы.

У детей 1-го года жизни первый тон у основания сердца громче, чем второй, что объясняется низким артериальным давлением и относительно большим просветом сосудов. К 12-18-ти месяцам сила первого и второго тонов у основания сердца сравниваются, а с 2,5-3-х лет начинает, так же как и у взрослых, превалировать второй тон.

Акцент второго тона на легочной артерии выслушивается у подавляющего числа школьников, причем чаще в горизонтальном положении.

У некоторых здоровых детей отмечается раздвоение тонов сердца в связи с изменением ударного объема правого и левого желудочков во время вдоха и выдоха. Исключительно частым аускультативным феноменом у детей младшего школьного возраста (более 90%) является раздвоение второго тона, связанного со сменой дыхательных фаз. Чаще и наиболее отчетливо оно определяется на легочной артерии. Раздвоение первого тона выслушивается у небольшого числа детей ($\approx 30\%$).

В детском возрасте часто выслушиваются функциональные шумы – систолические шумы, не связанные с анатомическими изменениями клапанов. Причина функционального систолического шума обусловлена ускоренным кровотоком через легочную артерию, а также усилением симпатических влияний на сердце. Функциональные систолические шумы, являющиеся проявлением нормальной сердечной деятельности, встречаются у 50% детей младшего школьного возраста. У большинства из них они носят распространенный характер и не ограничиваются какой-либо одной точкой акустической проекции клапанов.

Систолический и минутный объемы крови у детей

У новорожденных систолический объем крови составляет 2,5-3,0 мл, минутный объем крови – 340 мл. По мере роста ребенка и развития миокарда показатели возрастают (табл. 9).

Относительный систолический объем крови (на 1 кг массы тела) у детей не меньше, а относительный минутный объем крови даже больше, чем у взрослых. Так, относительный минутный объем крови в 1 год составляет 120 мл/кг, в 5 лет – 100 мл/кг, в 10 лет – 83 мл/кг, в 13-16 лет – 80-90 мл/кг (у взрослого – 60-70 мл/кг). Таким образом, благодаря высокому относительному минутному объему крови, обеспечивается высокая потребность растущих тканей организма в кислороде и питательных веществах.

Таблица 9

Возрастные показатели систолического объема крови

Возраст	Систолический объем, мл
Новорожденный	2,5-5
1 год	10,5
3 года	20
6 лет	26-27
10 лет	35-37
12 лет	47
15-16 лет	57-62

Минутный объем крови увеличивается при физических нагрузках. У подростков в 12-14 лет он может достигать 19-22 литров. Минутный объем крови тренированные дети и подростки по сравнению со своими нетренированными сверстниками обеспечивают за счет увеличения ударного объема и в меньшей степени – за счет ЧСС. Время восстановления гемодинамических показателей у тренированных детей короче, чем у нетренированных. В ответ на большую нагрузку у тренированных подростков количество крови, выбрасываемое за 1 мин, достигает такого объема, которое позволяет обеспечить кислородом работающие органы.

Развитие в онтогенезе тонуса центра блуждающего нерва

К моменту рождения ребенка в сердечной мышце достаточно хорошо выражены нервные окончания симпатических и парасимпатических нервов. До 2-3-х лет преобладают тонические влияния симпатических нервов на сердце, о чем свидетельствует высокая ЧСС – до 140 уд/ мин. Тонус центра блуждающего нерва в этом возрасте низкий.

У детей первых лет жизни главную роль в регуляции функций внутренних органов играет симпатический отдел вегетативной нервной системы. Парасимпатический отдел начинает активно включаться в рефлекторные реакции с 3-го года жизни.

Первые признаки влияния блуждающего нерва на сердце обнаруживаются в 3-4-х месячном возрасте. Тонус ядер блуждающих нервов появляется при возникновении первой антигравитационной реакции – умение держать головку. В этом возрасте можно вызвать рефлекторное замедление сердечного ритма, надавливая на глазные яблоки (глазосердечный рефлекс Ашнера).

В первые годы жизни ребенка формируются и закрепляются тонические влияния блуждающего нерва на сердце. Заметное урежение сердечного ритма возникает в связи с реализацией позы стояния в возрасте 1-го года.

В младшем школьном возрасте роль блуждающего нерва значительно усиливается. Изменение типа регуляции сопровождается следующими изменениями работы сердца:

- замедляется сердечный ритм;
- удлиняется диастола желудочков, в связи с чем увеличивается сила сердечных сокращений (закон Франка-Старлинга). Это, в свою очередь, приводит к увеличению адаптационных возможностей сердца.

В связи с изменением типа регуляции и установлением функциональных реципрокных взаимоотношений между ядрами блуждающего нерва и дыхательным центром, у детей и подростков появляется дыхательная аритмия – во время выдоха тонус блуждающего нерва повышается, что приводит к замедлению сердечного ритма, а во время вдоха, напротив, ЧСС возрастает.

В формировании тонуса блуждающего нерва важную роль играет афферентная импульсация от различных рефлексогенных зон, в т. ч. от проприорецепторов. Об этом свидетельствует тот факт, что недостаточная двигательная активность детей сопровождается недостаточной степенью выраженности тонуса блуждающего нерва. Важную роль в становлении тонуса блуждающего нерва играет импульсация от баро- и хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон. Созревание центральных и периферических отделов вегетативной и соматической нервной системы ведет к становлению тонуса всех отделов ЦНС, в т. ч. симпатических и парасимпатических центров.

Для оценки степени выраженности тонуса отделов вегетативной нервной системы в детском возрасте используют глазосердечный и дермографический рефлекс.

Глазосердечный рефлекс: давление на боковые поверхности глаз в течение 20-60 сек вызывает замедление пульса, падение артериального давления, замедление дыхания. Рефлекс проявляется быстро (через 3-5 сек) или медленно (через 8-10 сек). Эффект считается положительным, если пульс замедляется на 4-12 уд/мин, резко положительным – более чем на 12 уд/мин.

Дермографический рефлекс: раздражение кожи штрихами вызывает через 5-10 сек появление белых или красных полос. Белые полосы исчезают через 5-12 сек, красные – через 3 мин. Интенсивно выраженные и долго не исчезающие белые полосы указывают на повышение тонуса симпатического отдела центра кровообращения, а красные – о снижении его тонуса.

Особенности сопротивления периферических кровеносных сосудов у детей раннего возраста

У новорожденных детей низкое удельное сопротивление сосудов, которое обусловлено:

- резистивные сосуды имеют относительно малую длину, в них недостаточно развиты мышечные волокна;
- сосуды эластичного типа развиты хорошо и отличаются высокой растяжимостью своих стенок;
- просвет артерии относительно широк (соотношение артерий и вен 1:1).

В период грудного возраста увеличиваются размеры магистральных сосудов. В первые месяцы жизни происходит истончение характерного для плода и новорожденных гипертрофированного мышечного слоя и утолщенной внутренней оболочки легочных сосудов, значительно увеличивается просвет этих сосудов.

В последующие возрастные периоды происходит интенсивное увеличение длины и просвета крупных и средних артерий, относительного количества коллагеновых волокон в их стенках, что сопровождается снижением растяжимости сосудов. Возрастает количество гладкомышечных клеток, особенно в артериолах. Капилляры удлиняются, становятся извитыми, число их растет за счет ветвления и образования новых сосудов. Изменения упругости сосудов, их тонуса приводят к тому, что периферическое сопротивление с возрастом увеличивается.

Скорость распространения пульсовой волны у детей

Изменения упругости сосудов, их тонуса приводят к тому, что периферическое сопротивление с возрастом увеличивается. Объективным показателем эластичности сосудов является изменение скорости распространения пульсовой волны; с возрастом происходит ее увеличение, более выраженное в сосудах мышечного типа по сравнению с эластическими сосудами. У детей в возрасте 11-13 лет скорость пульсовой волны равна 6-8 м/с.

Скорость распространения пульсовой волны с возрастом возрастает, т. к. увеличиваются упругие свойства артерий. Особенно значительно скорость распространения пульсовой волны увеличивается после 13-ти лет. В артериях мышечного типа она больше, чем в артериях эластического типа. В артериях мышечного типа в руках она увеличивается в период 7-18 лет с 6,5 до 8,0 м/с, а в ногах – с 7,5 до 9,5 м/с. В артериях эластического типа скорость распространения пульсовой волны с 7-ми до 16-ти лет изменяется меньше (с 4,0 до 5,0 м/с, а изредка даже до 6,0 м/с).

Величина кровяного давления у детей разного возраста

У новорожденного ребенка систолическое артериальное давление (АД) составляет в среднем около 70-75 мм рт. ст. Диастолическое АД устанавливается на величине в среднем 36-40 мм рт. ст.

К концу первого месяца жизни систолическое и диастолическое АД постепенно возрастает до 83 и 44 мм рт. ст. соответственно.

К концу первого года систолическое АД достигает 100 мм рт. ст., диастолическое АД – 60 мм рт. ст. Низкое АД детей грудного возраста объясняется относительно большой шириной сосудов. В связи с развитием гладкомышечных элементов стенки сосудов, увеличением их длины и, как следствие, увеличением сопротивления току крови АД продолжает расти. В возрасте 7 лет оно равно 110/70 мм рт. ст., в 14 лет – 115/75 мм рт. ст.

АД в 5-9 лет больше у мальчиков, а в 9-12 лет – у девочек. Повышение АД наблюдается в период полового созревания, в 14-15 лет АД у мальчиков несколько выше, чем у девочек. Однако у девочек АД достигает уровня взрослых раньше, чем у мальчиков, обычно через 3,5 года после появления первых менструаций.

Рост артериального давления происходит более интенсивно в 2-3 года жизни и в пубертатном периоде. Повышение давления с возрастом идет параллельно росту скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного типа и связано с повышением их тонуса.

У детей кровяное давление значительно ниже, чем у взрослых. Чем меньше ребенок, тем у него больше капиллярная сеть и шире просвет кровеносных сосудов, следовательно, и ниже давление крови.

В последующие периоды, особенно в период полового созревания, рост сердца опережает рост кровеносных сосудов. Это отражается на величине кровяного давления, иногда наблюдается так называемая юношеская гипертония, когда нагнетательная сила сердца встречает сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов, а масса тела в этот период значительно увеличивается. Такое повышение давления, как правило, носит временный характер. Тем не менее, юношеская гипертония требует осторожности при дозировании физической нагрузки.

С возрастом увеличивается удельное периферическое сопротивление за счет увеличения длины резистивных сосудов и извилистости капилляров, снижения растяжимости стенок резистивных сосудов и усиления тонуса гладких мышц сосудов.

Сумма частоты пульса и величины систолического артериального давления во все периоды детства равна примерно 200.

Артериальное давление у детей измеряется тонометром или сфигмоманометром, размер манжеток зависит от возраста ребенка. Ширина манжеты должна составлять примерно 2/3 окружности плеча.

У детей первого года жизни систолическое давление можно рассчитать по формуле:

$P_{\text{сис.т.}} = 75 + 2 m$, где 75 – максимальное давление у новорожденного; m – число месяцев жизни.

У детей старше года ориентировочно систолическое артериальное давление определяется по формуле:

$P_{\text{сис.т.}} = 100 + 0,5 n$, где n – количество лет ребенка.

Диастолическое (минимальное) артериальное давление составляет в среднем $1/2-2/3$ от величины систолического давления.

Наблюдаются половые различия артериального давления. В возрасте 5-9 лет артериальное давление у мальчиков выше, в возрасте 9-12 лет ниже, чем у девочек, в дальнейшем у мальчиков оно снова повышается. В подростковом возрасте артериальное давление может значительно отклоняться от средних величин. Его величина связана с показателями физического развития – массой тела, ростом, окружностью грудной клетки.

Особенности кровеносных сосудов в детском возрасте

У новорожденных детей стенки артерий тонкие, мышечные и эластические волокна в них развиты слабо. Диаметр артерий мало отличается от диаметра вен. С возрастом увеличиваются окружность, диаметр, толщина стенок и длина артерий и вен. Наиболее интенсивно это происходит в первые 12 лет жизни.

У новорожденных хорошо развиты густые подкожные венозные сплетения.

Артерии и вены легких наиболее интенсивно развиваются в течение первого года жизни ребенка.

Значительное усиление процесса развития легочных сосудов отмечается и в период полового созревания. Изменяется уровень отхождения отдельных ветвей от магистральных артерий и тип их ветвления. У новорожденных и детей места отхождения магистральных артерий располагаются проксимальнее, а углы, под которыми отходят эти сосуды, больше, чем у взрослых.

Свои особенности имеют и венечные артерии. В детском возрасте для них характерно обилие анастомозов. Коронарные артерии до 2-х летнего возраста распределяются по рассыпному типу, затем – по смешанному, а к 10-ти годам формируется магистральный тип ветвления. Наиболее интенсивный рост диаметра венечных артерий происходит на первом году жизни и в пубертатном периоде.

Артерии головного мозга наиболее интенсивно развиваются в первые 4 года жизни ребенка, превосходя по темпам роста другие сосуды.

Возрастной период с 8-ми до 12-ти лет характеризуется интенсивным ростом и дифференцировкой клеточных элементов всех оболочек стенки артерии. Увеличиваются число и размеры мышечных клеток, хорошо становятся выражены эластические мембраны.

У детей первых лет жизни диаметр капилляров значительно шире, их длина очень мала, отсутствует извитость.

Артериолы имеют малую длину, в них слабо развита мышечная ткань.

У новорожденного разделение стенки вен на оболочки не выражено. Эластические мембраны недоразвиты даже в крупных венах.

Мышечные слои стенки вен новорожденных в 3-4 раза тоньше, чем у взрослых. С возрастом диаметр вен и число венозных анастомозов увеличивается. Толщина венозной стенки достигает максимума к 16-ти годам.

Особенности функций основных сосудистых рефлексогенных зон в раннем онтогенезе

У плода главную роль в поддержании тонуса сосудов играет миогенный механизм. Нервная регуляция тонуса сосудов плода не выражена.

При умеренном снижении уровня кислорода и закислении среды сосуды расширяются. При резко выраженном снижении PO_2 в крови плода сосуды скелетных мышц и кожи сужаются, в связи с чем улучшается кровоснабжение мозга. Наблюдается также брадикардия, ведущая к улучшению коронарного кровотока вследствие увеличения диастолы желудочка.

Рефлекторные влияния с хемо- и барорецепторов аорты и синокаротидной области на сосуды новорожденных имеются, но выражены слабо, они изменчивы и имеют, главным образом, прессорный характер. Тонус сосудов новорожденных регулируется в основном ренин-ангиотензиновой системой.

Занятия физической культурой растущего организма стабилизируют сосудистые реакции, делают их адекватными потребностям.

Контрольные вопросы

1. Кровообращение плода.
2. Изменение в системе кровообращения после рождения ребенка.
3. Частота сердцебиений у детей раннего возраста. Причины изменений.
4. Особенности структуры сердечного цикла у детей. Возрастные изменения систолического индекса.
5. Особенности электрокардиограммы у новорожденного ребенка. Их причины.
6. Систолический и минутный объемы крови у детей.
7. Развитие в онтогенезе тонуса центра блуждающего нерва.
8. Особенности сопротивления периферических кровеносных сосудов у детей раннего возраста. Их причины.
9. Скорость распространения пульсовой волны у детей.
10. Величина кровяного давления у детей разного возраста.
11. Особенности капиллярного русла у детей раннего возраста.
12. Морфологические и физиологические особенности вен ребенка.
13. Особенности функций основных сосудистых рефлексогенных зон в раннем онтогенезе.

ГЛАВА 4. ДЫХАНИЕ

Обеспечение газообмена у плода

Легкие плода не являются органом внешнего дыхания, однако они не бывают спавшимися. Альвеолы и бронхи их заполнены жидкостью, которая секретируется преимущественно альвеоцитами II типа. Смешивания легочной и амниотической жидкостей не происходит, т. к. узкая голосовая щель закрыта. Наличие жидкости в легком, способствует его развитию, т. к. оно находится в расправленном состоянии, хотя и не в такой степени как в постнатальном периоде. Внутренняя поверхность альвеол начинает покрываться сурфактантом в основном после 6-ти месяцев внутриутробного развития.

Внешнее дыхание плода, т.е. газообмен между кровью организма и окружающей средой, осуществляется с помощью плаценты, к которой по пупочным артериям поступает смешанная кровь из брюшной аорты.

В плаценте осуществляется газообмен между кровью плода и кровью матери: O_2 поступает из крови матери в кровь плода, а CO_2 – из крови плода в кровь матери. Таким образом, плацента является органом внешнего дыхания плода весь внутриутробный период развития. В плаценте не происходит выравнивания напряжений O_2 и CO_2 , как это имеет место при легочном дыхании. Это объясняется большой толщиной плацентарной мембраны, в 5-10 раз превышающей толщину легочной мембраны (0,4-1,5 мкм).

В оксигенированной крови пупочной вены плода напряжение O_2 составляет лишь 20-50 мм рт. ст. Несмотря на такое низкое напряжение O_2 , насыщение гемоглобина O_2 достаточно высоко и достигает в среднем 65%. Это объясняется большим сродством гемоглобина плода (HbF) с кислородом по сравнению с гемоглобином взрослого (HbA). Содержание O_2 в артериальной крови (пупочная вена) плода значительно ниже (9-14 об%), чем в артериальной крови взрослого (19 об%), причем кровью с указанным содержанием O_2 снабжается только печень. С незначительно меньшим содержанием O_2 поступает кровь к сердцу и мозгу. Остальные органы и ткани получают кровь с еще меньшим содержанием O_2 .

Однако, все органы и ткани плода получают достаточное для их развития количество O_2 , что объясняется несколькими факторами. Во-первых, метаболические процессы в тканях плода достаточно хорошо осуществляются при более низких напряжениях O_2 , т. к. в них преобладают анаэробные процессы (гликолиз) над аэробными (окисление) процессами, более свойственными взрослому организму.

Во-вторых, кровотоков в тканях плода почти в два раза интенсивнее, чем в тканях взрослого организма, что увеличивает доставку тканям кислорода даже при сниженном его содержании в крови.

В-третьих, затраты энергии в организме плода значительно снижены, т. к. почти не расходуется энергия на процессы терморегуляции, пищеварения, мочеотделения. Кроме того, двигательная активность

ограничена. Также, несмотря на большое сродство гемоглобина плода (HbF) к кислороду, поступление O_2 из крови плода к его тканям проходит в полном соответствии с потребностями, т. к. диссоциация оксигемоглобина плода в тканях проходит также быстро, как и у взрослого человека. Кривая диссоциации оксигемоглобина в верхней трети сдвинута влево, в нижней трети совпадает с таковой у взрослого.

Увеличение кислородной емкости крови плода до 24-26 об% и свойства HbF, изменяющие кривую насыщения гемоглобина кислородом и диссоциации оксигемоглобина, рассматривают как важные механизмы биологической адаптации организма к условиям внутриутробной жизни. Ухудшающиеся к концу беременности соотношения между возрастающей потребностью растущего плода в кислороде и ограниченной диффузионной поверхностью плаценты лимитирует поступление O_2 в кровь плода. Поэтому насыщение гемоглобина крови плода кислородом в конце антенатального периода уменьшается и составляет 40-70% своей кислородной емкости.

В этот период анаэробный тип метаболизма приводит к накоплению промежуточных продуктов обмена, таких как пировиноградная, молочная кислоты, обуславливающие наличие ацидоза в крови. Метаболический ацидоз исчезает в течение 7-8-ми дней постнатального периода.

Диффузия CO_2 через плацентарную мембрану из крови плода в кровь матери осуществляется вследствие разности напряжений CO_2 в артериальной крови матери (25-35 мм рт. ст.) и в артериальной крови плода (35-45 мм рт. ст.). Одной из причин невозможности выравнивания напряжений CO_2 является большая толщина плацентарной мембраны. Невысокое напряжение CO_2 в крови матери объясняется гипервентиляцией беременных женщин, обусловленной, в частности, действием прогестерона на дыхательный центр.

Отсутствие выравнивания напряжений CO_2 в крови плода и матери наблюдается еще и потому, что диффузия происходит в основном за счет физически растворенного CO_2 (2,5 об%) и отщепления CO_2 от карбгемоглобина (4,5%).

Дыхательные движения плода

Дыхательные движения плода являются периодическими. Они появляются с 11-й недели внутриутробного развития, к концу которого занимают 40-70% всего времени. Частота дыхания очень высока – 40-70 в 1 мин. Частота дыхательных движений обычно увеличивается ночью и по утрам, а также при увеличении двигательной активности матери.

Дыхательные движения плода служат подготовкой дыхательной системы к дыханию после рождения. Дыхательные движения необходимы для нормального развития легких, а также способствуют увеличению скорости движения крови по сосудам и ее притоку к сердцу, что улучшает кровоснабжение плода. После их выключения (перерезка диафрагмальных

нервов или спинного мозга) развитие альвеол и увеличение массы легких замедляется.

Различают 2 типа дыхательных движений плода:

- короткие, с высокой частотой (30-100 в мин) и неправильным ритмом, продолжаются длительное время;
- более сильные и редкие, с частотой 1-4 в мин, типа «вздохов», они наблюдаются реже, занимая около 5% времени.

Дыхательные движения плода в основном обусловлены активностью дыхательного центра продолговатого мозга. К 16-17-й неделе формируется центр вдоха, а через 5-6 недель формируется центр выдоха. В возрасте 21-22 недель появляются небольшие периоды непрерывных дыхательных движений, которые чередуются с глубокими судорожными вдохами. У плода 28-33 недель дыхание становится более равномерным. Дыхательные движения сопровождаются потоками импульсов по диафрагмальным нервам и прекращаются после отделения спинного мозга от головного. Частота их зависит от газового состава крови и увеличивается при гиперкапнии и ацидозе. Это опосредовано влиянием на центральные хеморецепторы, расположенные у вентральной поверхности продолговатого мозга. Рефлекторные реакции дыхания при раздражении периферических (артериальных) хеморецепторов у плодов еще не развиты.

На 6-ом месяце внутриутробного развития все основные механизмы центральной регуляции дыхания уже достаточно сформированы, чтобы поддерживать ритмическое дыхание в течение 2-3-х дней, а начиная с 6,5-7-ми месяцев плод может дышать неопределенно долгое время. Достижение зрелости структур, ответственных за центральную регуляцию дыхания обеспечивает возможность их немедленного включения в работу после рождения ребенка. Дыхательные движения плода происходят при закрытой голосовой щели, поэтому околоплодная жидкость не попадает в дыхательные пути.

Периодическая активность дыхательного центра плода, наблюдаемая при нормальном газовом составе крови, возрастает при гипоксии, ацидозе и гиперкапнии. Влияние этих факторов на частоту дыхания реализуется благодаря непосредственному их действию на дыхательный центр. Сосудистые рефлексогенные зоны плода вследствие своей незрелости не реагируют на изменение газового состава крови.

Значение дыхательных движений заключается в том, что они способствуют развитию легких, дыхательной мускулатуры и кровообращению плода, увеличивая приток крови к сердцу, вследствие периодического возникновения отрицательного давления в грудной полости.

Характеристика первого вдоха ребенка

Первый вдох ребенка стимулируется несколькими факторами:

- изменение газового состава крови – накопление углекислого газа, уменьшение содержания кислорода;
- ацидоз;
- резкое усиление во время родов и сразу после рождения потока афферентных импульсов от холодовых, тактильных, вестибулярных и др. рецепторов;
- устранение рефлекса «ныряльщика» – при появлении головы ребенка из родовых путей;
- резкое расширение грудной клетки после прохождения ребенка через родовые пути.

Стимуляция первого вдоха происходит в первую очередь при изменении газового состава крови (накопление CO_2 , уменьшение O_2) и развитии ацидоза, непосредственно воздействующие на дыхательный центр новорожденного, т. к. артериальные хеморецепторы еще незрелые. Важным фактором, стимулирующим первый вдох, является усиление потока афферентных импульсов от холодовых и тактильных рецепторов кожи, от проприорецепторов, вестибулорецепторов, наступающее в процессе родов и сразу после рождения. Эти импульсы активируют ретикулярную формацию ствола мозга, ментальную нервную систему и дыхательный центр. При этом повышается тонус центральной нервной системы и скелетной мускулатуры, в т. ч. и дыхательной. Каждый из перечисленных факторов дополняют друг друга. Например, резкая смена температуры окружающей среды является мощным раздражителем терморецепторов, что вызывает возбуждение ретикулярной формации ствола мозга, подкорковых структур и коры мозга. При появлении головки из родовых путей устраняется рефлекс «ныряльщика» – торможение дыхательного центра при раздражении рецепторов в области наружных носовых ходов жидкостью.

После прохождения ребенка через родовые пути сдавленная грудная клетка резко расширяется, что также способствует первому вдоху.

При первом вдохе затрачивается в 10-15 раз больше энергии, чем при последующих вдохах. Эта энергия расходуется на преодоление сил сцепления между альвеолами и жидкостью, заполняющей легкие новорожденного. Следует отметить, что силы сцепления были бы еще больше, если бы сурфактант не покрывал тонкой пленкой внутреннюю поверхность альвеол. Энергия расходуется на проталкивание в альвеолы жидкости, находящейся в воздухоносных путях. Первый вдох затруднен и вследствие функционально суженной к моменту рождения голосовой щели.

Характеристика первого выдоха ребенка

Первый выдох новорожденного затруднен все еще функционально суженной голосовой щелью и напряжением голосовых связок, сопровождающих крик ребенка.

Особенностью первого выдоха является то, что выдыхается воздуха в 2-3 раза меньше, чем вдыхается, т. к. происходит формирование функциональной остаточной емкости. В последующем это различие постепенно уменьшается и исчезает в первые 2-4 дня жизни, в течение которых полостью формируется функциональная остаточная емкость легких ребенка, равная 100-160 мл.

У начавшего дышать ребенка в течение 2-4-х дней удаляется жидкость из альвеол, что осуществляется различными путями: частично с выдыхаемым воздухом, частично всасыванием в кровеносное русло, по закону осмоса (осмотическое давление крови выше, чем легочной жидкости), частично всасыванием в лимфу.

Особенности внешнего дыхания у новорожденных детей

На ранних этапах онтогенеза характерными чертами дыхания являются частый и не очень стабильный его ритм, относительно равное распределение времени между вдохом и выдохом, относительно низкая скорость воздушного потока, короткие дыхательные паузы, небольшой дыхательный объем. Бронхи узкие и длинные, мало разветвлений.

Частота дыхания новорожденного ребенка составляет 40-60 в 1 мин.

Не только в первый месяц, но и в течение первого года жизни ребенок находится как бы в состоянии физиологической одышки. Большая частота дыхания компенсирует поверхностный характер дыхания. Потребность в кислороде у детей значительно выше, чем у взрослых. Дыхание через рот затруднено из-за относительно большого языка.

Отношение числа дыханий к числу сердечных сокращений составляет у новорожденного 1:2. Во время кормления частота дыхания соответствует частоте сосания.

У новорожденного преобладает диафрагмальный (брюшной) тип дыхания. Грудное дыхание затруднено, т. к. грудная клетка имеет пирамидальную форму, верхние ребра, рукоятка грудины, ключица и весь плечевой пояс расположены высоко, ребра лежат почти горизонтально, дыхательная мускулатура грудной клетки слаба (с момента, когда ребенок начинает ходить и все чаще занимает вертикальное положение, дыхание становится грудобрюшным).

Наличие узких носовых ходов, а также длинных, узких и малоразветвленных бронхов, обилие межуточной ткани, кровеносных и лимфатических сосудов в легких способствуют возникновению разнообразных пневмопатий, которые лежат в основе синдрома дыхательных расстройств у значительного числа новорожденных.

Величина минутной вентиляции легких у детей разного возраста

У новорожденных вентиляция легких обеспечивается большой частотой дыхания – 40-60 в мин. Минутный объем воздуха составляет 1300

мл, жизненная емкость легкого (ЖЕЛ) новорожденного равна 120-140 мл, она определяется при крике ребенка, так называемая ЖЕЛ крика.

Таблица 10

Показатели вентиляции легких

Возраст	Частота дыханий в мин	Дыхательный объем в мл	Минутный объем воздуха		ЖЕЛ	
			мл	мл/кг	возраст	Мл
1 месяц	50	30	1300	190	1 месяц	130
6 месяцев	40	54	1700	210	4 месяца	1100
1 год	35	70	2500	220	6 лет	1200
3 года	30	115	3000	200	8 лет	1600
6 лет	25	160	3500	170	10 лет	1800
10 лет	20	230	4300	150	12 лет	2200
14 лет	17	300	5000	130	14 лет	2700
Взрослые	16	500	8000	100	16 лет	3800

Минутный объем воздуха, вследствие большой частоты дыхания у детей, в пересчете на 1 кг массы тела значительно больше, чем у взрослых. Чем меньше ребенок, тем этот показатель выше. У грудных детей он в 2 раза больше, чем у подростков и юношей. Минутный объем воздуха в возрасте 1 год равен 2,5 л, в возрасте 8 лет – 4-4,5 л и остается примерно таким же до 12 лет, нормы взрослого (6-9 л) достигает в возрасте 16-17 лет (табл. 10).

Особенности газообмена у детей

Дыхательная система состоит из легких, верхних дыхательных путей и бронхов, грудной стенки и дыхательных мышц (межреберных, диафрагмальных и т. д.). Внешнее дыхание обеспечивает обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров, т. е. насыщение венозной крови кислородом и выделение избыточного углекислого газа, что свидетельствует о взаимодействии дыхательной функции с регуляцией кислотно-щелочного баланса.

Газообмен в легких у детей более интенсивный, чем у взрослых. Дыхательный коэффициент у новорожденного, т. е. отношение объема выделяемого углекислого газа к объему поглощаемого кислорода, составляет 0,7 (у взрослого – 0,89). При этом содержание кислорода в выдыхаемом воздухе в раннем детском возрасте составляет в среднем 18%, а углекислого газа – 2,5%. В дальнейшем процент кислорода в выдыхаемом воздухе непрерывно уменьшается, а процент углекислого газа увеличивается. В процессе дыхания у детей, как и у взрослых, для поддержания нормального газообмена необходимо правильно чередовать все фазы или этапы дыхания:

- внешнего дыхания, под которым подразумевается обмен альвеолярного и атмосферного воздуха;
- легочного дыхания, обмена между воздухом легких и кровью;

- тканевого дыхания, т. е. газообмена между кровью и тканями.

У младенцев парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе больше, а углекислого газа меньше, чем у детей старшего возраста и взрослых. Эта особенность связана, прежде всего, с основными особенностями внешнего дыхания ребенка, т. е. его частотой и поверхностным характером. Кроме того, газообмен в легких у маленьких детей особенно неустойчив, а снижение глубины дыхания в результате патологических процессов в легких или одышка как реакция на повышение температуры легко вызывает изменение и без того недостаточной вентиляции.

Абсолютное потребление кислорода в раннем детстве также ниже, чем у детей старшего возраста. У младенцев поглощение кислорода за одну минуту колеблется в пределах 40-70 мл, а у старших увеличивается в среднем до 200 мл. Минутное поглощение кислорода на 1 кг веса у младенцев, соответственно, составляет в среднем 10 мл, а у старших детей – 4 мл. Выделение углекислого газа на 1 кг веса у младенцев в среднем колеблется в пределах 8 мл, а у детей старшего возраста – в пределах 4 мл. Такая интенсивность газообмена происходит за счет увеличения легочной вентиляции за счет увеличения дыхания. Дыхательный коэффициент у детей старшего возраста равен 2,4, у младенцев – 3,3.

Все это свидетельствует о более низкой эффективности дыхательной функции в младенчестве по сравнению со старшим возрастом детей.

Эластическая тяга и растяжимость легких у детей

Воздухоносные пути у новорожденных узкие, их аэродинамическое сопротивление приблизительно в 8 раз выше, чем у взрослых. Легким в этом возрасте свойственна низкая растяжимость. Зато растяжимость (податливость) стенок грудной полости высока. Поэтому стенки грудной полости сильнее втягиваются отрицательным давлением в плевральной полости, чем у взрослых. Величина эластической тяги легких при выдохе низка, что определяет значительно меньшее отрицательное давление в плевральной полости у новорожденных (0,2-0,9 см вод. ст.), чем у взрослых (около 2 см вод. ст.)

Растяжимость легких тем выше, чем больше рост, функционально остаточная емкость и ЖЕЛ. До 7-8-ми лет увеличение растяжимости обусловлено главным образом увеличением количества альвеол, позже – увеличением размеров альвеол. Кроме того, с возрастом в стенках альвеол увеличивается содержание эластических волокон относительно содержания коллагеновых (последние обладают большей упругостью). Растяжимость стенок грудной полости с возрастом, наоборот, снижается.

С возрастом неэластические сопротивления снижаются. Это уменьшение в основном является следствием увеличения просвета воздухоносных путей. Снижение аэродинамического сопротивления имеет

большое значение: в связи с увеличением глубины дыхания увеличивается скорость воздушных потоков. В результате снижения сопротивления воздухоносных путей уменьшаются затраты энергии на преодоление трения и колебания давления в полости легких в течение дыхательного цикла. Таким образом, для детей характерно высокое эластическое и неэластическое сопротивление дыханию. Поэтому дыхательные мышцы (в основном инспираторные) затрачивают на вентиляцию легких 1 л воздуха, в 8 лет приблизительно в 2,5 раза больше, чем у взрослых. С ростом ребенка, особенно в пубертатном периоде, затраты энергии на вентиляцию легких 1 л воздуха уменьшаются

Сурфактант и его значение для дыхания детей

Сурфактант – поверхностно-активное вещество, выстилающее изнутри альвеолы и препятствующее их спадению. Секретируется альвеолоцитами II типа, которые составляют около 10% площади поверхности альвеол. Наличие сурфактанта является необходимым условием нормальной аэрации легких после рождения ребенка.

Сурфактант выполняет следующие основные функции:

- препятствует спадению альвеол на выдохе путем уменьшения поверхностного натяжения на уровне границы «жидкость-воздух»;
- защищает легкие от повреждения и способствует удалению инородных частиц из дыхательных путей;
- обладает бактерицидной активностью против грамположительных микробов и стимулирует функцию макрофагов легких по перевариванию бактерий;
- участвует в регуляции микроциркуляции в легких и проницаемости стенок альвеол, препятствует развитию отека легких.

Главное предназначение сурфактанта – поддержание поверхностного натяжения альвеолы, ее способности к раздуванию при вдохе и противодействие спадению при выдохе. Особенно важна роль сурфактанта при первом вдохе у новорожденного ребенка. Эти свойства сурфактанта объясняются главным образом присутствием в нем фосфолипида дипальмитоилфосфатидилхолина ($C_{40}H_{80}NO_8P$), который образуется в легких доношенного плода непосредственно перед родами. Недостаток этого соединения в легких недоношенных детей является причиной расстройства у них дыхания.

В регуляции секреции сурфактанта участвуют различные гормоны, в частности, катехоламины, эстрогены, тироксин, глюкокортикоиды, простагландины, которые усиливают выработку сурфактанта. В то же время инсулин, андрогены, а также атропин, белки и липиды сурфактанта угнетают его синтез.

Плод начинает синтезировать сурфактант с 20-24-й недели беременности, хотя слабая поверхностная активность в легких

обнаруживается с 14-ти недель. Однако полностью система сурфактанта созревает к 35-36-й неделе внутриутробного развития.

Особенно интенсивный выброс сурфактанта происходит в момент родов, что обеспечивает первичное расправление легких. У недоношенного ребенка имеется дефицит образования и выброса сурфактанта.

У недоношенных детей в первые дни жизни может наблюдаться респираторный дистресс-синдром новорожденного – расстройство дыхания, обусловленное первичным дефицитом сурфактанта и функциональной незрелостью легочной ткани. Поэтому уже в первые 20 минут жизни всем детям, родившимся на сроке гестации до 27-ми недель проводится профилактическое введение сурфактанта в легкие.

Особенности деятельности дыхательного центра в раннем онтогенезе

Благодаря периферическим и центральным хеморецепторным механизмам в дыхательный центр одновременно поступает информация о дыхательных показателях крови, цереброспинальной жидкости, межклеточной жидкости дыхательного центра. Именно эта афферентация определяет режим работы дыхательного центра, обеспечивающего поддержание оптимального для метаболизма уровня PO_2 , PCO_2 и pH.

Дыхательный центр новорожденных обладает низкой возбудимостью. Бульбарные центры отличаются высокой устойчивостью к недостатку кислорода и малочувствительны к избытку углекислоты. Благодаря этому новорожденные могут выживать в гипоксических условиях, смертельных для взрослых. По этой же причине дети могут задерживать дыхание на более длительный срок, чем взрослые. Устойчивость новорожденных к гипоксии связана с преобладанием у них анаэробных процессов над аэробными, с низким метаболизмом мозга, с достаточными запасами гликогена для получения энергии анаэробным путем.

При углублении гипоксии функция дыхательного центра угнетается. Вследствие незрелости дыхательного центра новорожденных и, в частности, низкой чувствительности его к угольной кислоте дыхание ребенка может быть аритмичным, 1-2 раза в мин возникают глубокие вдохи и задержки дыхания на выдохе до 3 сек и более.

Деятельность дыхательного центра точно координируется с активностью центров сосания и глотания. Во время кормления частота дыхания обычно соответствует частоте сосательных движений, причем центр сосания обычно навязывает дыхательному центру свою более высокую частоту возбуждения. У новорожденных, как и у плодов, небольшие уровни гипоксии, в отличие от взрослых, могут возбуждать дыхательный центр, действуя непосредственно на мозговую ткань.

Дыхательный центр грудных детей тоже характеризуется низкой возбудимостью.

Возбудимость дыхательного центра с возрастом постепенно повышается и в школьном возрасте становится такой же, как у взрослых.

В период полового созревания отмечается повышение возбудимости дыхательного центра, в связи с чем отмечается ухудшение координации дыхания. В этом периоде при небольшом снижении количества O_2 во вдыхаемом воздухе часто возникает гипоксемия.

Значение рефлекса Геринга-Брейера у новорожденных детей

Рефлекс Геринга-Брейера – дыхательный рефлекс, возникающий во время вдоха и выдоха; существенное звено саморегуляции. Во время вдоха происходит растяжение легких, которое вызывает раздражение механорецепторов (чувствительных к механическим раздражениям нервных окончаний), расположенных в альвеолах, а также в межреберных мышцах и диафрагме. От механорецепторов нервные импульсы по блуждающему нерву поступают в дыхательный центр продолговатого мозга и приводят к возбуждению нейронов, вызывающих расслабление мышц и выдох. Чем сильнее растяжение легких, тем больше поступает в дыхательный центр импульсов, ведущих к прекращению вдоха и возникновению выдоха. Прекращение этих импульсов вновь стимулирует вдох.

Рецепторы растяжения, которые дают начало рефлексу Геринга-Брейера, расположены в легких, венах, каротидном синусе и дуге аорты.

Физиологическое значение Рефлекса Геринга-Брейера:

- прекращение вдоха при защитных дыхательных рефлексах;
- регуляция соотношения глубины и частоты дыхания в зависимости от объема легких;
- увеличение частоты дыхания при повышении температуры тела;
- смена фаз вдоха и выдоха.

Рефлекс Геринга-Брейера играет важную роль в регуляции периодической деятельности дыхательного центра у новорожденных детей. Торможение вдохов при увеличении объема легких и их усиление при спадении легких наблюдаются еще у плодов. Импульсы от рецепторов растяжения необходимы для сохранения адекватной вентиляции легких у новорожденных, т. к. у них недостаточно развит механизм дыхательного центра, обеспечивающий смену вдоха выдохом. У новорожденных функционируют проприоцептивные рефлексы на растяжение межреберных мышц. Они обеспечивают усиление сокращения этих мышц при увеличении сопротивления дыханию, например, при сужении воздухоносных путей.

Транспорт газов кровью новорожденных. Кислородная емкость крови

Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью осуществляется путем диффузии.

Возрастные особенности диффузии:

1) дыхательная поверхность легких (площадь диффузии) у детей относительно массы и поверхности тела больше, чем у взрослых;

2) у детей объемная скорость движения крови по сосудам легких больше, чем у взрослых;

3) широкая сеть капилляров легких ребенка обеспечивает относительно большую поверхность соприкосновения крови с альвеолярным воздухом.

В первые 2-4 суток после рождения в связи с прогрессирующей аэрацией легких происходит увеличение их диффузионной поверхности, что ведет к повышению PO_2 и снижению PCO_2 в артериальной крови. Вследствие относительно высокой альвеолярной вентиляции в альвеолярном воздухе новорожденных содержится больше O_2 (17%) и меньше CO_2 (3,2%).

Парциальное давление O_2 в альвеолярном воздухе (PAO_2) относительно велико и составляет около 120 мм рт. ст., а парциальное давление CO_2 ($PACO_2$) – 23 мм рт. ст., что почти вдвое ниже, чем у взрослых. При прохождении крови по малому кругу кровообращения у новорожденных не происходит выравнивания напряжения O_2 и CO_2 в альвеолярном воздухе и артериальной крови.

Альвеоло-артериальные разности давлений O_2 и CO_2 по сравнению со взрослыми велики, они составляют около 30 и 13 мм рт. ст. Это объясняется низким отношением вентиляции к перфузии (кровотоку через малый круг кровообращения). И вентиляция, и перфузия относительно выше, чем у взрослых, но кровоток через легкие превосходит вентиляцию, и отношение вентиляции к перфузии у новорожденных составляет лишь около 0,65 (у взрослых 0,8).

Вентиляция легких у новорожденных неравномерна вследствие низкой вентиляции части альвеол. В связи с этим PO_2 после прохождения крови через капилляры малого круга кровообращения остается ниже (70-90 мм рт. ст.), а PCO_2 – выше (35 мм рт. ст.), чем PAO_2 и $PACO_2$.

Таким образом, для новорожденных характерны относительно высокая альвеолярная вентиляция, низкое отношение вентиляции к перфузии, небольшие гипоксемия и гипокапния.

Сразу после начала вентиляции легких вследствие увеличения PO_2 в артериальной крови растет насыщение крови кислородом (SO_2). Перед первым вдохом в крови ребенка содержится 40-80% оксигемоглобина. В конце первого часа внеутробной жизни – около 90%. В дальнейшем количество оксигемоглобина постепенно увеличивается. Кривая диссоциации оксигемоглобина у новорожденного смещена влево.

Снабжению тканей кислородом у детей сразу после рождения способствует большая *кислородная емкость крови* (КЕК) – 210-260 мл $O_2 \times l^{-1}$ (у взрослых – 190 мл $O_2 \times l^{-1}$) из-за высокого содержания гемоглобина в крови.

К 2-3-й неделе после рождения из-за снижения количества гемоглобина КЕК уменьшается.

Поглощение кислорода тканями у ребенка в первые минуты после рождения высокое ($10 \text{ мл} \times \text{кг}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$), т.к. идет компенсация кислородного долга, возникающего в процессе родов и после перевязки пуповины. Через 30-60 мин после рождения потребление кислорода снижается и составляет у новорожденных $5-6 \text{ мл} \times \text{кг}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$ (у взрослых – $4 \text{ мл} \times \text{кг}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$). В течение первых 15 минут внеутробной жизни ребенка, несмотря на уменьшение PCO_2 , наблюдается усиление метаболического ацидоза, рН артериальной крови снижается до 7,22.

Метаболический ацидоз сохраняется в течение первых часов после рождения. Он является физиологически целесообразным, т. к. снижение рН крови стимулирует деятельность дыхательного центра. В дальнейшем происходит компенсация метаболического ацидоза. Через 2-3 суток после рождения рН увеличивается до 7,36, через 7 суток – до 7,42. В течение всего детства рН крови остается высоким.

Таким образом, для новорожденных характерна меньшая, чем у взрослых степень насыщения гемоглобина кислородом, большая кислородная емкость крови (с последующим ее снижением), большее потребление кислорода на единицу массы, снижение рН крови сразу после рождения (усиление метаболического ацидоза) с последующей компенсацией этого состояния.

Контрольные вопросы

1. Обеспечение газообмена у плода.
2. Дыхательные движения плода, их значение.
3. Характеристика первого вдоха ребенка. Причины его возникновения. Особенности внешнего дыхания у новорожденных детей (тип дыхания, частота и глубина) .
4. Величина минутной вентиляции легких у детей разного возраста.
5. Особенности состава альвеолярного воздуха у детей.
6. Эластическая тяга и растяжимость легких у детей.
7. Особенности деятельности дыхательного центра в раннем онтогенезе.
8. Значение рефлексов Геринга и Брейера у новорожденных детей.
9. Кислородная емкость крови у детей. Причины возрастных изменений.
10. Особенности транспорта O_2 кровью плода и новорожденного.
11. Особенности транспорта CO_2 кровью плода и новорожденного.

ГЛАВА 5. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Температура тела детей

Температура тела у только что родившегося ребенка колеблется от 37,7 до 38,2 °С (ректально). Через 30-60 мин после рождения температура тела у ребенка заметно снижается и через 2-3 часа падает на 2,0-2,5° С. Причинами снижения температуры тела у новорожденных является резкое изменение температуры окружающей среды и не сразу установившаяся у новорожденного физическая терморегуляция. Затем у здоровых детей температура вновь начинает повышаться и через 12-24 ч достигает 36,0-37,0° С. В течение еще нескольких последующих дней температура у новорожденных носит несколько беспорядочный характер, и лишь постепенно устанавливается температурная кривая, свойственная здоровым детям грудного возраста.

Для грудного ребенка не характерна монотермия. Средние колебания разницы между максимальной и минимальной температурами в течение суток у новорожденных составляют приблизительно 0,4° С, а у детей более старшего возраста могут достигать до 1° С.

Новорожденный легко переносит снижение температуры тела на 3-4° С, очень тяжело повышение. Перегревание ребенка наступает чрезвычайно легко. Если температура повышается более чем на 2° С, то это вызывает не только болезненное состояние, но представляет опасность для жизни.

В первые месяцы жизни у новорожденных начинают формироваться все системы организма. Механизм терморегуляции несовершенен, и поэтому показатели температуры тела разнятся от температурных данных взрослых людей.

При измерении в прямой кишке (ректально) температура тела детей составляет:

- сразу после рождения – 37,7-38,2° С;
- через 2-4 ч после рождения – 35-33° С;
- через 12-24 ч после рождения – 36-37° С;
- через 5-8 суток после рождения – 36,8° С;
- через 4-5 недель после рождения – 37,1° С;
- в возрасте 2-5-ти лет – 36,9° С.

Особенности терморегуляции новорожденных

У новорожденных детей важной особенностью системы терморегуляции являются недостаточно сформированные механизмы теплообмена. Показано, что причинами несовершенства механизмов терморегуляции являются:

- неразвитость центра химической терморегуляции;
- слабо развитые сосудодвигательные реакции;
- большая удельная поверхность тела ребенка по сравнению со взрослым человеком;

- слабая теплоизоляция кожи.

Особенности терморегуляции новорожденных детей:

- зависимость температуры тела от внешней температуры;
- высокая интенсивность теплоотдачи;
- снижение температуры тела без внешних тревожных признаков (крик, двигательное беспокойство и т.д.);
- развитие транзиторной лихорадки – повышения температуры тела у части детей до 39-40° С через 2-3-е суток после рождения, продолжающего от нескольких часов до нескольких дней;
- относительно высокая термоиндифферентная зона – диапазон внешних температур, в котором нормальная температура тела поддерживается при минимальной теплопродукции, т.е. в условиях определения основного обмена веществ. У обнаженного новорожденного температура термоиндифферентной зоны составляет 32-34° С (для взрослого – 28-30° С);
- относительно малое количество образующегося пота;
- отсутствие холодовой дрожи – при охлаждении возникают обобщенные движения, сопровождаемые криком;
- относительно высокая эффективность несократительного термогенеза;
- относительно высокая температура кожи, обусловленная повышенной васкуляризацией;
- важным источником тепла служит бурая жировая ткань;
- суточная кривая температуры имеет изломанный вид, что отражает неустановившийся ритм обменных процессов и недостаточную эффективность терморегуляции;
- отсутствие в первые сутки после рождения разницы между дневной и ночной температурой тела;
- суточные колебания температуры у детей 5-8-ми дней составляют лишь около 0,4° С.

Особенности теплоотдачи новорожденных

У новорожденных детей высокая интенсивность теплоотдачи, обусловленная:

- относительно большой поверхностью тела, приходящейся на единицу массы тела (в 2,2 раза больше, чем у взрослых);
- интенсивным кровообращением в коже;
- низкой теплоизоляцией кожных покровов из-за малой толщины кожи;
- пропотеванием относительно большого количества воды через тонкий эпидермис;
- повышенным испарением воды со слизистой оболочки дыхательных путей во время крика ребенка.

Особенно опасны экстраренальные потери воды и минеральных соединений у новорожденных при перегревании и чрезмерном укутывании. Вследствие обильного потообразования расширяются выводные протоки потовых желез и на коже туловища образуются мелкие ретенционные кисты (потница).

Значение бурой жировой ткани для терморегуляции ребенка

Важным источником тепла у новорожденных служит бурая жировая ткань, выраженная в области шеи и между лопаток ($m \approx 35$ г). Также эту ткань можно обнаружить около лопаток, за грудиной, вдоль позвоночника, в надключичной ямке, вокруг сердца, аорты, поджелудочной железы, надпочечников и трахеи. У новорожденных эта ткань составляет около 2% от массы тела.

Бурая жировая ткань характеризуется очень большим количеством митохондрий и высокой интенсивностью окислительных процессов. Регуляция обмена веществ в буром жире осуществляется симпатической нервной системой.

Основная функция бурой жировой ткани – термогенез. У новорожденных детей в бурую жировую ткань поступает норадреналин, который, стимулирует гормоночувствительную липазу и запускает гидролиз триглицеридов. В бурых адипоцитах свободные жирные кислоты не высвобождаются в кровь, а быстро метаболизируются, что сопровождается повышением потребления кислорода и продуцированием тепла. Локальное повышение температуры в бурой жировой ткани приводит к нагреванию омывающей ее крови, которая передает тепло на весь организм.

Динамика терморегуляторных механизмов у детей разного возраста

Реакции химической терморегуляции, обеспечивающие поддержание постоянной температуры тела за счет изменений интенсивности метаболических процессов, т. е. усиление теплопродукции в ответ на холодовое воздействие или, наоборот, ее ослабление при нагревании, наблюдаются уже с младенческого возраста.

Терморегуляция кожи у детей грудного и раннего детства весьма несовершенна. Процесс теплопродукции недостаточно активен, а теплоотдача за счет теплоизлучения, теплопроводности и потоотделения выражена интенсивно в связи с обильным количеством поверхностно расположенных кровеносных сосудов, находящихся в состоянии физиологической дилатации.

Терморегуляционная способность кровеносных сосудов в детском возрасте еще полностью не сформирована, поэтому детский организм неэкономно отдает тепло во внешнюю среду. Из-за обилия кровеносных сосудов в коже скорость переноса тепла от ядра тела к его оболочке достаточна высокая. При этом недостаточная рефлекторная регуляция

просвета кожных сосудов обеспечивает потерю тепла у детей в значительно большей степени, чем у взрослых, с меньшей способностью восстанавливать его. Однако скорость восстановления температуры кожи после местного охлаждения у лиц младшего возраста выше, чем у людей старше.

В возрасте от 1-1,5 до 4-5-ти лет, в котором еще сохраняется значительная интенсивность основного обмена, преобладает высокий уровень теплопродукции, механизмы которого компенсируют слабые возможности физической терморегуляции.

В 6-7-ти летнем возрасте у детей отмечается быстрое развитие мышечной стенки артерий и артериол, увеличение возможности перераспределения крови за счет совершенствования сосудодвигательных реакций периферических сосудов. Возможности физической терморегуляции увеличиваются, и роль химической терморегуляции снижается.

В возрасте 8-9 лет формируется устойчивая обратная связь в системе «гипофиз – щитовидная железа», но температурный обмен находится на низком уровне. При этом 9-летний возраст является границей перехода от одного типа поддержания постоянной температуры тела к другому. К 10 годам роли обоих типов терморегуляции достигают баланса.

К 10-11-ти годам у детей происходит значительное увеличение температурного обмена.

Требования к температурному режиму у детей раннего возраста

Оптимальная температура в комнате новорожденного ребенка должна варьироваться в диапазоне от 18 до 22° С. Соблюдение температурного режима в помещении в зимнее время значительно усложняется, но даже зимой в отопительный период необходимо поддерживать температуру не выше 23° С.

Важным условием хорошего самочувствия детей раннего возраста является поддержание необходимых температурных показателей в ночное время суток. Если в комнате будет слишком холодно или жарко, то сон у ребенка будет беспокойным, с частыми просыпаниями. Идеальная температура для спокойного детского сна не должна превышать 22 ° С.

Во время проведения водных процедур также необходимо поддерживать соответствующие температурные параметры воздуха в комнате.

Физиологические особенности терморегуляции у недоношенных детей

Недоношенные новорожденные имеют относительно большую площадь поверхности тела. На 1 кг массы их тела приходится примерно в 1,5 раза больше поверхности тела, чем у доношенных новорожденных.

Терморегуляция недоношенных детей характеризуется особенностями:

- низкая теплопродукция (почти в 2 раза меньше, чем у доношенных детей);
- низкая термоизоляция организма вследствие очень тонкой кожи и слабо развитой подкожной жировой клетчатки;
- термоиндифферентная зона находится на уровне 35-36° С;
- незначительное понижение или превышение температуры термоиндифферентной зоны приводит к опасному охлаждению или перегреванию ребенка;
- отсутствие реакции потоотделения у недоношенных детей, родившихся до 7-ми месяцев внутриутробного развития.

Детей с большими сроками недоношенности помещают в кувезы (термостаты), которые имеют принудительную вентиляцию нагретым воздухом. Температура в кувезе устанавливается в зависимости от срока недоношенности и массы тела (для ребенка с массой тела 1500 г требуется температура воздуха 34° С при относительной влажности не выше 50%).

Контрольные вопросы

1. Температура тела детей.
2. Особенности регуляции теплообразования у детей первого года жизни. Роль бурой жировой ткани.
3. Особенности регуляции теплоотдачи у детей первого года жизни.
4. Требования к температурному режиму у детей раннего возраста.

ГЛАВА 6. ПИЩЕВАРЕНИЕ

Особенности функций слюнных желез у новорожденных и грудных детей

Полость рта у новорожденного и у грудного ребенка относительно мала, альвеолярные отростки и свод твердого неба выражены слабо. Относительно большой язык почти полностью заполняет небольшую ротовую полость. В толще щек новорожденного имеются плотные жировые подушки – комочки Биша. Вдоль челюстных отростков тянется плотный валик в виде дубликатуры слизистой оболочки. Видимая часть слизистой губ у новорожденного имеет поперечную складчатость по отношению к длиннику губы. Названные анатомические особенности обеспечивают ребенку возможность наиболее совершенного охватывания соска материнской груди при акте сосания.

Слизистая оболочка полости рта отличается яркой окраской, нежностью, обилием кровеносных сосудов и некоторой сухостью. Некоторая сухость полости рта объясняется тем, что у детей с момента рождения слюнные железы, хотя и функционируют, но секреция слюны незначительна до 3-4-х месяцев. Это объясняется тем, что слизистая рта бедна слюнными железами, парные слюнные железы малого размера, недостаточно развита ЦНС, а пищей новорожденного является в основном грудное молоко, поэтому слюна играет незначительную роль в пищеварении.

У детей секреция слюны начинается сразу же после рождения, но в первые месяцы слюны отделяется мало. С появлением молочных зубов слюноотделение усиливается. В ротовую полость детей, как и у взрослых, открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушной, подчелюстной и подъязычной. Кроме крупных слюнных желез, есть мелкие слизистые. Они разбросаны почти по всей слизистой оболочке ротовой полости и языка.

Слюнные железы детей обильно васкуляризованы, имеют относительно мало паренхимы и значительно больше соединительной ткани. С возрастом железы увеличиваются в размере, нарастает собственно железистая ткань, происходит расширение и разветвление железистых протоков. К 2-м годам слюнные железы по своему гистологическому строению напоминают таковые у взрослых.

С 4-6-ти месяцев жизни слюноотделение у грудных детей значительно усиливается. Дети не успевают своевременно проглатывать слюну, и она вытекает изо рта (физиологическая гиперсаливация). Усиление саливации обусловлено раздражением тройничного нерва, прорезывающимися зубами, увеличением относительной массы слюнных желез, а также введением в пищу ребенка прикорма.

Всего у детей в сутки выделяется около 800 мл слюны.

Слюна детей, представляющая собой смесь секретов слюнных желез, чаще имеет нейтральную реакцию, реже – слабокислую и

слабощелочную, рН = 6,0-7,8. В слюне обнаруживается фермент альфа-амилаза, который расщепляет крахмал. У новорожденных этот фермент отличается небольшой активностью, в последующие месяцы активность его быстро нарастает, достигая максимальной активности к 2-7-ми годам жизни. Позднее в слюне появляется второй фермент – альфа-глюкозидаза (мальтаза), которой нет у грудных детей.

Наибольшая ферментативная активность слюны в период от одного до четырех лет. Наряду с ферментами в слюне детей обнаружен лизоцим, обладающий бактерицидным действием. Помимо ферментов, в слюне содержится слизистое вещество муцин, некоторые азотистые вещества и ряд минеральных солей – фосфатов, бикарбонатов, натрий, калий, кальций.

Регуляция слюнной секреции детей осуществляется сложнорефлекторным путем, причем, безусловная слюнная секреция после приема пищи уменьшается, что объясняется снижением возбудимости пищевого центра. Степень снижения возбудимости зависит от характера пищевых веществ. У новорожденных первое время условно-рефлекторный компонент в регуляции секреции отсутствует.

Особенности пищеварения в желудке у детей первого года жизни

Желудок расположен в левом подреберье, его кардиальная часть фиксирована слева от грудного позвонка Th₁₀, привратник находится близ средней линии на уровне грудного позвонка Th₁₂, приблизительно на середине между пупком и мечевидным отростком. Это положение значительно меняется в зависимости от возраста ребенка и формы желудка. Изменчивость формы, объема и размеров желудка зависит от степени развития мышечного слоя, характера питания, воздействия соседних органов. К рождению ребенка дно и кардиальный отдел желудка развиты недостаточно, а пилорический отдел – значительно лучше, чем объясняются частые срыгивания.

У грудных детей желудок имеет горизонтальное положение. Когда ребенок начинает стоять и ходить желудок принимает вертикальное положение. Для желудка детей раннего возраста характерно слабое развитие дна.

Емкость желудка у новорожденного в среднем равна 30-33 мл. В дальнейшем она увеличивается приблизительно на 20-25 мл в месяц, достигая к 3-м месяцам 100 мл, к году – 250 мл.

Слизистая желудка в период раннего детства толста, богата кровеносными сосудами, бедна эластической тканью, имеет слабо развитый мышечный слой и мало лимфатических узлов. Сфинктер входа в желудок выражен очень слабо, а мышечный слой привратника наоборот, достаточно сильно, что располагает ребенка к срыгиванию и рвотам.

Общее число желудочных желез относительно мало. Обкладочные клетки имеются в достаточном количестве, бокаловидных клеток мало,

главные клетки не полностью созрели. Секреторная функция клеток понижена. К концу второго года жизни эти гистологические особенности постепенно сглаживаются. Кислотность и ферментативная сила желудочного сока значительно увеличиваются к концу первого года.

У новорожденных кислая реакция желудочного сока поддерживается молочной кислотой. Синтез соляной кислоты начинается с 4-х месяцев жизни. К 1-му году рН сока составляет 3-4, свободная кислотность равна 10, а общая – 23 титр. ед. Кислотность желудочного сока подвержена значительным колебаниям в зависимости от характера и режима питания, состояния желудочно-кишечного тракта.

К 1-му году протеолитическая активность увеличивается в 2,5-3 раза. Хотя желудочное содержимое у грудных детей даже в разгар пищеварения почти никогда не достигает большой кислотности, но при этом у них происходит пептическое расщепление значительной части белков молока.

Количество пепсина у детей находится в зависимости от возраста, состояния здоровья, конституционных особенностей, способа вскармливания и целого ряда других экзогенных и эндогенных моментов. Пепсин у детей имеет низкую активность. В желудочном соке детей содержится фермент катепсин (первичная протеаза). Оптимум действия катепсина при рН около 5-6. Ребенку до 8-ми месяцев дача белковой пищи, кроме молока, должна быть ограниченной.

Химозин желудочного сока детей действует при рН = 6,0-6,5. Он может действовать не только при слабокислой, но и при нейтральной и даже слабощелочной реакции, что важно для переваривания белков молока детей раннего возраста, у которых кислотность в желудке даже в кульминационный период пищеварения не достигает значительной степени.

Липаза переваривает эмульгированные жиры. Особенно легко гидролизует жиры молока. Активность ферментов с возрастом увеличивается. Липолиз у детей, находящихся на грудном вскармливании, происходит значительно энергичнее, чем у детей на искусственном питании, т. к. у первых расщепление жиров в желудке происходит не только за счет липазы, желудочного сока, но и за счет липазы женского молока. Сычужный фермент (самый активный из ферментов у детей грудного возраста) створаживает молоко.

Отделение желудочного сока у детей в основном подчиняется таким же физиологическим закономерностям, что и у взрослого человека. В качестве стимулятора секреции в самом раннем возрасте наибольшее значение имеет рефлекторное и гуморальное действие пищи со стороны полости рта и желудка.

В более поздние сроки к безусловно-рефлекторным раздражителям секреции присоединяется условно-рефлекторный раздражитель (время еды, запах, вид еды и т. д.).

Нервно-гуморальная регуляция секреции осуществляется за счет гормонов, вырабатываемых непосредственно в стенке желудка или кишечника (гастрин, энтерогастрин, гастрогастрин, энтерогастрон, урогастрон) под влиянием гистамина, жира или HCl, которые способны оказывать стимулирующее или тормозящее влияние на секрецию желудочных желез.

Моторная функция желудка у детей раннего возраста несколько замедлена, перистальтика достаточно вялая, газовый пузырь увеличен. Пища находится в желудке детей при естественном вскармливании приблизительно в течение 2-3-х часов, при искусственном – 3-4 часа.

У детей грудного возраста возможно повышение тонуса мускулатуры желудка в пилорическом отделе, максимальным проявлением которого бывает пилороспазм. Функциональная недостаточность с возрастом уменьшается, что объясняется постепенной выработкой условных рефлексов на пищевые раздражители, усложнением пищевого режима ребенка и развитием коры головного мозга.

Особенности функции поджелудочной железы в детском возрасте

У новорожденного поджелудочная железа располагается глубоко в брюшной полости, на уровне грудного позвонка Th₁₀, длина ее составляет 5-6 см. У детей раннего и старшего возраста поджелудочная железа находится на уровне поясничного позвонка L₁. Наиболее интенсивно железа растет в первые 3 года и в пубертатном периоде. К рождению и в первые месяцы жизни она недостаточно дифференцирована, обильно васкуляризована и бедна соединительной тканью. У новорожденного наиболее развита головка поджелудочной железы. В раннем возрасте поверхность поджелудочной железы гладкая, а к 10-12-ти годам появляется бугристость, обусловленная выделением границ долек.

Клеточное развитие поджелудочной железы заканчивается уже в первые месяцы жизни ребенка, чем и объясняется особый процесс в ранний период развития, т. к. поджелудочная железа является основным местом для выработки пищеварительных ферментов. Рост и развитие поджелудочной железы продолжается до 11-ти лет.

В состав сока поджелудочной железы входят ферменты: трипсиноген, амилаза, мальтаза, липаза. Нуклеаза у детей отсутствует. Присутствуют неорганические вещества – соли натрия, калия, кальция, железа и другие, создающие щелочную реакцию сока.

Механизм регуляции поджелудочного сокоотделения такой же, как и у взрослых – гуморальный (секретин, холецистокинин) и нервный. Гуморальный механизм у детей играет наибольшую роль в процессе регуляции пищеварения.

Особенности функции печени в детском возрасте

У детей печень имеет относительно большие размеры: у новорожденных – 4% от массы тела (у взрослых – 2%). В постнатальном периоде печень продолжает расти, но медленнее, чем масса тела. В связи с различным темпом увеличения массы печени и тела у детей от 1-го года до 3-х лет жизни край печени выходит из-под правого подреберья и легко пальпируется на 1-2 см ниже реберной дуги по срединно-ключичной линии. С 7-ми лет в положении лежа нижний край печени не пальпируется, а по срединной линии не выходит за верхнюю треть расстояния от пупка до мечевидного отростка.

Паренхима печени мало дифференцирована, дольчатое строение выявляется только к концу первого года жизни. Печень полнокровна, вследствие чего быстро увеличивается при инфекции и интоксикации, расстройствах кровообращения и легко перерождается под воздействием неблагоприятных факторов. К 8-ми годам морфологическое и гистологическое строение печени такое же, как и взрослых.

Печень у детей обильно васкуляризована, наблюдается слабое развитие соединительной ткани, недостаточная дифференцировка паренхимы. Клетки печени у детей меньше, чем у взрослых. Дольчатость печени выявляется уже к первому году жизни. Печень богата железом.

Функции печени (особенно барьерная и антитоксическая) в первые годы жизни ребенка развиты недостаточно. Это касается также депонирующей (в отношении регуляции количества циркулирующей крови) и регулирующей (в отношении углеводного и жирового обмена) функций печени.

Желчеобразование отмечается уже у 3-х месячного плода. Интенсивность желчеобразования и желчеотделения с возрастом увеличивается.

Желчь бедна желчными кислотами, холестерином, лецитином и солями, но богата водой, муцином, пигментами, а в период новорожденности и мочевиной. Характерной и благоприятной особенностью желчи ребенка является преобладание таурохолевой кислоты над гликохолевой, т. к. таурохолевая кислота усиливает бактерицидный эффект желчи и ускоряет отделение панкреатического сока. Количество отделяемой желчи у ребенка соответственно его массе в 4 раза больше, чем у взрослого. Желчь относительно бедна желчными кислотами.

Печень играет важную роль в углеводном, белковом, желчном, жировом, водном, витаминном (А, D, К, В, С) обмене веществ, а в период внутриутробного развития является еще и кроветворным органом.

У маленьких детей печень находится в состоянии функциональной недостаточности, особенно несостоятельна ее ферментативная система, результатом чего является транзиторная желтуха новорожденных из-за

неполного метаболизма свободного билирубина, образующегося при гемолизе эритроцитов.

Особенности деятельности кишечника у детей

Двенадцатиперстная кишка новорожденного расположена на уровне поясничного позвонка L₁ и имеет округлую форму. К 6-ти месяцам у нее определяются нисходящие и восходящие отделы. Верхняя часть кишки находится на уровне грудного позвонка Th₁₂, у детей 12-ти лет – на уровне Th₁₂-L₁ позвонков. Нисходящий отдел у детей до полутора лет расположен по правому краю двенадцатого грудного и до первого поясничного позвонка. Двенадцатиперстная кишка у детей подвижна, но к 7-ми годам вокруг нее появляется жировая ткань, которая фиксирует кишку и уменьшает ее подвижность. Длина двенадцатиперстной кишки до 4-х лет составляет 7-13 см (у взрослых до 24-30 см). В верхней части двенадцатиперстной кишки происходит ощелачивание кислого желудочного химуса, подготовка к действию ферментов, которые поступают из поджелудочной железы и образуются в кишечнике, и смешивание с желчью (желчь поступает из печени через желчные протоки).

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке у детей совершается под влиянием сока поджелудочной железы, кишечного сока и желчи. Содержимое желудка в виде пищевой кашицы, пропитанной кислым желудочным соком, частично переварившееся, движениями желудка передвигается к его пилорическому отделу и порциями проходит из желудка в двенадцатиперстную кишку, куда открываются общий желчный проток и проток поджелудочной железы. Дуоденальный сок представляет собой смесь секретов поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки и печени. Активность ферментов дуоденального сока с возрастом нарастает.

Тонкий кишечник у детей занимает непостоянное положение, что зависит от степени его наполнения, положения тела, тонуса кишок и мышц брюшины. По сравнению со взрослыми он имеет относительно большую длину, а кишечные петли лежат более компактно за счет относительно большой печени и недоразвития малого таза. После первого года жизни по мере развития малого таза расположение петель тонкого кишечника становится более постоянным.

В тонком кишечнике грудного ребенка содержится сравнительно много газов, которые постепенно уменьшаются в объеме и исчезают к 7-ми годам (у взрослых в норме газов в тонком кишечнике нет).

К другим особенностям кишечника у детей грудного и раннего возраста относятся:

- большая проницаемость кишечного эпителия;
- слабое развитие мышечного слоя и эластических волокон кишечной стенки;

- нежность слизистой оболочки и большое содержание в ней кровеносных сосудов;

- хорошее развитие ворсинок и складчатости слизистой оболочки при недостаточности секреторного аппарата и незаконченности развития нервных путей.

После 5-7-ми лет гистологическое строение слизистой оболочки уже не отличается от ее строения у взрослых людей.

Брыжейка, весьма тонкая у новорожденных, значительно увеличивается в длину в течение первого года жизни и опускается вместе с кишкой. Лимфа, оттекающая от тонкой кишки, не проходит через печень, поэтому продукты всасывания вместе с лимфой через грудной проток попадают непосредственно в циркулирующую кровь. Ворсинки тонких кишок и лимфатический аппарат хорошо развиты, миелинизация нервных сплетений не закончена, ферментативная сила пищеварительных желез незначительна у новорожденных, но с возрастом нарастает.

В кишечном соке имеются все ферменты, нужные для кишечного пищеварения, причем в отличие от старшего возраста они менее активны.

Состав кишечного сока: слизь – 40-50%, NaHCO_3 – 2%, NaCl – 0,6%, ферменты – липаза, амилаза, мальтаза, сахараза, нуклеаза, энтерокиназа, щелочная фосфатаза и пр. Реакция сока щелочная, колеблется в пределах 7,3-7,6.

Слабое развитие мышечного слоя и эластических волокон в кишечной стенке, нежность слизистой оболочки и богатство ее кровеносными сосудами, хорошее развитие ворсинок и складчатость слизистой оболочки при некоторой недостаточности секреторного аппарата и незаконченность развития нервных путей являются важнейшими анатомо-физиологическими особенностями детского кишечника, способствующими легкому возникновению функциональных расстройств его моторики и секреции. Этим отчасти объясняется склонность к запорам у детей. Регуляция кишечной секреции осуществляется рефлекторным и гуморальным путем.

Толстый кишечник имеет длину, равную росту ребенка. Части толстой кишки развиты в различной степени. У новорожденного нет сальниковых отростков, ленты ободочной кишки едва намечены, гаустры отсутствуют до 6-ти месячного возраста. Анатомическое строение толстой кишки после 3-4-ти летнего возраста такое же, как у взрослого.

Слепая кишка, имеющая воронкообразную форму, расположена тем выше, чем младше ребенок. У новорожденного она находится непосредственно под печенью. Чем выше расположена слепая кишка, тем больше недоразвита восходящая. Окончательное формирование слепой кишки заканчивается к году.

Аппендикс у новорожденного имеет конусовидную форму, широко открытый вход и длину 4-5 см, к концу 1-го года – 7 см (у взрослых 9-12 см). Он обладает большей подвижностью из-за длинной брыжейки и может

оказываться в любой части полости живота, но наиболее часто занимает ретроцекальное положение.

Ободочная кишка в виде обода окружает петли тонкой кишки. Восходящая часть ободочной кишки у новорожденного очень короткая (2-9 см), начинает увеличиваться после года. Поперечная часть ободочной кишки у новорожденного находится в эпигастральной области, имеет подковообразную форму, длину от 4 до 27 см; к 2-м годам она приближается к горизонтальному положению. Брыжейка поперечной части ободочной кишки тонкая и сравнительно длинная, благодаря чему кишка легко перемещается при заполнении желудка и тонкого кишечника. Нисходящая часть ободочной кишки у новорожденных уже, чем остальные части толстой кишки; длина ее удваивается к 1-му году, а к 5-ти годам достигает 15 см. Она слабо подвижна и редко имеет брыжейку.

Сигмовидная кишка – наиболее подвижная и относительно длинная часть толстой кишки (12-29 см). До 5-ти лет она расположена обычно в брюшной полости вследствие недоразвитого малого таза, а затем опускается в малый таз. Подвижность ее обусловлена длинной брыжейкой. К 7-ми годам кишка теряет свою подвижность в результате укорочения брыжейки и скопления вокруг нее жировой ткани.

Прямая кишка у детей первых месяцев относительно длинная и при наполнении может занимать малый таз. У новорожденного ампула прямой кишки слабо дифференцирована, жировая клетчатка не развита, вследствие чего ампула плохо фиксирована. Свое окончательное положение прямая кишка занимает к 2-м годам. Благодаря хорошо развитому подслизистому слою и слабой фиксации слизистой оболочки у детей раннего возраста нередко наблюдается ее выпадение. Анус у детей расположен более дорсально, чем у взрослых, на расстоянии 20 мм от копчика.

Гниение в толстом кишечнике здоровых грудных детей первых месяцев жизни совершенно отсутствует, и у них не образуются такие продукты, как индол, скатол, фенол и др. В кишечнике детей более старшего возраста одновременно протекают процессы брожения и гниения. Характер и интенсивность их зависит от особенностей пищи ребенка и бактериальной флоры кишечника.

Двигательная функция кишечника состоит из маятникообразных движений, возникающих в тонкой кишке, за счет чего перемещивается ее содержимое, и перистальтических движений, способствующих продвижению химуса по направлению к толстой кишке. Для толстой кишки характерны и антиперистальтические движения, сгущающие и формирующие каловые массы.

Моторика у детей раннего возраста весьма энергична, что вызывает частое опорожнение кишечника. У детей грудного возраста дефекация происходит рефлекторно – в первые 2 недели жизни до 3-6 раз в сутки, затем реже, к концу первого года жизни она становится произвольным актом.

В первые 2-3 дня после рождения ребенок выделяет меконий (первородный кал) зеленовато-черного цвета. Он состоит из желчи, эпителиальных клеток, слизи, ферментов, проглоченных околоплодных вод. На 4-5-й день после заселения кишечника бактериальной микрофлорой кал приобретает обычный вид. Испражнения здоровых новорожденных, находящихся на естественном вскармливании, имеют кашицеобразную консистенцию, золотисто-желтого или желто-зеленоватого цвета, кисловатого запаха. Золотисто-желтая окраска кала в первые месяцы жизни ребенка объясняется присутствием билирубина, зеленоватый – биливердина. У более старших детей стул оформленный, с частотой 1-2 раза в сутки.

Кишечник плода и новорожденного первые 10-20 часов свободен от бактерий. Формирование микробного биоценоза кишечника начинается с первых суток жизни, к 7-9-м суткам у здоровых доношенных детей, получающих грудное вскармливание, достигается нормальный уровень кишечной микрофлоры с преобладанием *B. Bifidus*, при искусственном вскармливании – *B. Coli*, *B. Acidophilus*, *B. Bifidus* и энтерококков.

Особенности процесса всасывания в детском возрасте

Энергия всасывания у детей раннего возраста значительно больше, чем у детей старших и взрослых.

У детей старше десяти лет в желудке всасываются только яды, спирты и спиртовые растворы. У детей более раннего возраста в желудке интенсивно всасываются и водные растворы. В толстых кишках всасываются, главным образом, вода, а все остальные продукты переваривания пищи всасываются в основном в тонких кишках. Белки всасываются в виде аминокислот и частично в виде более сложных полипептидов. Некоторые белки сыворотки крови, жидкий казеин и другие в очень небольших количествах могут резорбироваться и в неизменном виде.

Жиры всасываются в виде глицерина, мыл и жирных кислот. Последние, вступая в соединение со щелочами кишечника, желчи и панкреатического сока, омыляются и становятся растворимыми в воде, а с желчными кислотами они образуют легко растворимые и хорошо всасываемые холеиновые комплексы.

Углеводы всасываются в виде моносахаридов, но, возможно, частично и в виде декстринов.

Чем меньше ребенок, тем более проницаема стенка как для продуктов неполного переваривания пищи (диатез), так и для микробов. У новорожденного кишечная стенка проницаема для токсинов, гормонов и иммунных тел женского молока.

Сосательный рефлекс

Сосательные движения появляются у плода на 5-м месяце развития. Сосательный рефлекс формируется к 36-ти неделям внутриутробного развития. Ребенок рождается с хорошо выраженным сосательным рефлексом.

Появляется рефлекс при механическом, тепловом и вкусовом раздражении рецепторов ротовой и околоушной областей.

При рождении активность этого рефлекса проявляется в стремлении к грудному вскармливанию, которое наиболее сильно выявляется примерно через час после родов. По мере развития ребенка происходит сужение рефлексогенной зоны сосательного рефлекса: через 1-5 дней после рождения – губы и кожа всего лица, через 6-10 дней – губы и кожа вокруг рта, через 10 дней – губы.

Сосательный центр находится в продолговатом мозге.

Рефлекторная дуга сосательного рефлекса включает:

рецепторы слизистой рта → центостремительные волокна в составе тройничного нерва → сосательный центр в продолговатом мозге → центробежные волокна в составе тройничного, лицевого и подъязычного нервов → рабочий орган (жевательные мышцы, мышцы губ и рта, мышцы языка).

Акт сосания обеспечивается анатомическими особенностями полости рта новорожденного и ребенка грудного возраста. При сосании губы ребенка плотно захватывают сосок груди матери с околососковым кружком. Челюсти сдавливают его, и сообщение между полостью рта и наружным воздухом прекращается. Во рту ребенка создается полость с отрицательным давлением, чему способствует опускание нижней челюсти (физиологическая ретрогнатия) вместе с языком вниз и назад. В разреженное пространство полости рта поступает грудное молоко.

При неправильной технике вскармливания ребенка, короткой уздечке языка, жадном сосании, слишком быстром выделении молока из груди матери при сосании заглатывается воздух (аэрофагия), что является причиной срыгивания.

Угасает сосательный рефлекс к 2-4-м месяцам жизни ребенка. Однако это не означает, что к этому возрасту снижается навык к сосанию. Напротив, из врожденного рефлекса сосание превращается в произвольную потребность, которую регулирует сам ребенок.

Сосание является безусловно-рефлекторным актом, объединяющим в единый комплекс ряд функций всего организма. На акт сосания оказывают влияние комплекс раздражений с рецепторов губ и полости рта, которые являются афферентной частью безусловного пищевого рефлекса.

Акт сосания в течение первых дней жизни становится более совершенным и автоматизированным, благодаря таким механизмам, как система обратной афферентации, которая обеспечивает оценку полезности

произведенного действия, процессы саморегуляции и приспособительный характер деятельности.

Роль грудного молока в питании детей

Грудное молоко является наиболее оптимальным видом питания ребенка в периоде новорожденности и грудном возрасте. Сформировавшийся в процессе длительной эволюции качественный состав грудного молока хорошо адаптирован к особенностям пищеварения и обмена веществ ребенка. Оно является уникальным пищевым продуктом с хорошо сбалансированным составом. По содержанию всех своих компонентов, особенно по незаменимым факторам питания, оно наиболее полно удовлетворяет потребности растущего организма.

Средняя прибавка массы тела при кормлении грудным молоком меньше, увеличение роста более медленное, тогда как окружность головы при сравнении этих детей не отличается. Грудное молоко секретруется молочными железами и на протяжении секреции постоянно изменяет свой состав. Первая порция молока отличается от последней. Молозиво отличается от переходного и зрелого молока. Грудное молоко изменяет свой состав в течение дня и даже во время кормления.

Молозиво по своему химическому составу и биологическим свойствам значительно отличается от зрелого молока. Объем составляет от 2 до 20 мл на кормление в первые 3 дня жизни. В первые сутки лактации 1 л молозива содержит 58 г белка, 76 г углеводов, 41 г жиров. Энергетическая ценность составляет 1500 ккал. На 4-й день лактации энергетическая ценность снижается до 750 ккал, содержание белка составляет 21 г/л, содержание липидов и углеводов практически не меняется. Концентрация натрия, калия и хлоридов выше, чем в зрелом молоке. Молозиво богато иммуноглобулинами, особенно IgA (в среднем 9,5 г/л). Общее их количество – 15 г/л, но к 4-5 суткам их содержание падает в 10 раз.

Молозиво содержит антитела к аутоантигенам: нативной ДНК, актину, миозину, миоглобину и другим белкам. Антитела полиспецифичны, и их уровень ниже, чем в сыворотке крови. В молозиве содержится высокая концентрация ингибиторов трипсина и других протеиназ, которые предохраняют антитела в пищеварительном тракте от разрушения.

Молозиво содержит высокую концентрацию лактоферрина (около 0,5% от общей концентрации белка), который обладает бактерицидными свойствами, а также необходим для процессов кроветворения. Относительное распределение индивидуальных аминокислот отличается у каждой матери. В молозиве свободных аминокислот больше, чем в зрелом молоке. Поступление молозива в организм новорожденного облегчает заселение кишечника бифидофлорой и стимулирует рост *Lactobacillus bifidus*. Концентрация лактозы в молозиве увеличивается ежедневно и на 3-

4-е сутки составляет 50-60 г/л. Наряду с лактозой в молозиве определяются мальтоза и сахароза, а также моносахара, концентрации которых достигают 8-10 г/л. Среди жирных кислот: насыщенные – 42%, мононенасыщенные – 43% и полиненасыщенные – 15%.

В период между молозивом и зрелым молоком (7-14 дней) продуцируется переходное молоко. Концентрация общего белка и иммуноглобулинов снижается, тогда как липидов и лактозы повышается. Уровень водорастворимых витаминов повышается, тогда, как жирорастворимых падает и приближается к уровням в зрелом молоке. Содержание витамина В₁ – 27 нг/мл, В₂ – 57 нг/мл, А – 1,3 мкг/мл, Е – 9,7 мкг/мл, β-каротин – 0,2 мкг/мл.

Зрелое грудное молоко служит оптимальным продуктом питания новорожденных и детей первых месяцев жизни. Среди белковых фракций в зрелом грудном молоке преобладают альбумины. Их соотношение с казеиногеном составляет 3:2. В коровьем молоке преобладает фракция казеиногена, и указанное соотношение составляет 2:8. Поэтому грудное молоко по качеству относится к «альбуминовому типу», а коровье – к «казеиновому типу» молока. Под влиянием соляной кислоты желудочного сока и фермента реннина казеиноген женского молока створаживается мелкими хлопьями, в то время как коровьего молока – крупными. Поэтому коровье молоко вызывает более напряженную деятельность желудка грудного ребенка.

Одним из факторов, усиливающих секрецию желудочных желез, является относительно высокая буферная емкость коровьего молока. Это значит, что для полноценного переваривания коровьего молока должно выделяться соляной кислоты в 3 раза больше, чем на женское молоко. Содержание и состав липидов грудного молока формируется из трех источников: рациона матери, мобилизации из жировых депо матери, синтез жирных кислот в молочных железах. Жиры обеспечивают наибольшую часть калорий грудного молока. Следует учитывать, что липидный состав грудного молока имеет индивидуальный характер. Концентрация липидов в молоке выше после обеда и вечером, чем ночью. Чем больше интервал между кормлениями, тем меньше в молоке концентрация липидов.

Количество липидов в грудном и коровьем молоке примерно одинаковое, но имеются существенные отличия по жирно-кислотному составу. Около 170 жирных кислот идентифицировано в грудном молоке и более 430 – в коровьем молоке. В грудном молоке в 2 раза выше содержание мононенасыщенных и в 10 раз – полиненасыщенных жирных кислот, чем в коровьем молоке. Присутствие в грудном молоке в большом количестве фосфолипидов (особенно лецитин) положительно влияет на транспорт липидов в организме ребенка и обеспечивает структурным материалом мембраны пролиферирующих клеток. Количество холестерина в грудном молоке примерно в 2 раза выше, чем в коровьем молоке.

Холестерин приблизительно одинаково распределен между липопротеинами низкой и высокой плотности. У новорожденных, получающих грудное молоко, выше холестерин плазмы, чем у , находящихся на искусственном вскармливании.

Углеводы в женском молоке представлены, в основном, лактозой, в меньшем количестве в нем присутствуют другие 75 углеводы (фруктоза, глюкоза, галактоза). Причем в женском молоке содержится β -лактоза, в коровьем – α -лактоза. В кишечнике ребенка именно β -лактоза способствует формированию нормальной микрофлоры с преобладанием *B. bifidus* и *B. acidophilus*, которые участвуют в синтезе витаминов группы В.

Большое биологическое значение имеют ферменты грудного молока. В настоящее время в нем обнаружено более 40 ферментов, участвующих в расщеплении белков, жиров и углеводов молока. Это особенно важно для детей первых месяцев жизни, т. к. на ранних этапах онтогенеза секреция пищеварительных желез значительно снижена. Высокое содержание в молоке, особенно в молозиве, трипсина, липазы, амилазы, максимально приспособленных для расщепления основных компонентов пищи, позволяет ребенку хорошо усваивать пищевые вещества грудного молока, несмотря на относительную функциональную незрелость желудочно-кишечного тракта новорожденного – низкую активность пищеварительных ферментов.

Прикорм и последствия его неправильного введения

Прикорм – продукты, кроме женского молока и адаптированных детских молочных смесей, дополняющие рацион пищевыми веществами, необходимыми для обеспечения дальнейшего адекватного роста и развития ребенка.

Расширение рациона питания ребенка и дополнение материнского молока или молочной смеси другими продуктами питания обусловлено несколькими факторами:

- необходимостью дополнительного введения в организм растущего ребенка энергии и ряда пищевых веществ (белок, железо, цинк, медь, кальций, витамины), поступление которых только с женским молоком или детской молочной смесью на определенном этапе развития (с 4-6-ти месяцев), становится недостаточны;

- целесообразностью расширения спектра пищевых веществ рациона за счет содержащихся в продуктах прикорма растительного белка, различных групп углеводов, растительных масел, пищевых волокон, комплекса минеральных веществ (железо, цинк, кальций и др.), необходимых для дальнейшего роста и развития ребенка;

- необходимостью тренировки и развития пищеварительной системы, жевательного аппарата и стимуляции моторной активности кишечника детей, формированию адекватных вкусовых привычек.

При введении прикорма основным видом питания ребенка остается грудное молоко или его заменители, потребление которого постепенно уменьшается. Начинать использование новых блюд и продуктов прикорма следует только здоровому ребенку. Каждый продукт прикорма следует вводить под контролем переносимости с небольшого количества, постепенно за 5-7 дней увеличивают до объема, рекомендованного в данном возрасте. Введение нового вида прикорма возможно только после привыкания к предыдущему. Не допускается одновременное введение более одного нового блюда прикорма. Сроки введения прикорма определяются возрастающими потребностями, которые уже не могут быть удовлетворены только женским молоком или молочными смесями, а также готовностью ребенка принять и усвоить новую пищу.

Готовность ребенка определяется степенью развития физиологических систем – пищеварительной, иммунной, нервной, а также и созреванием зубочелюстного и жевательного аппарата.

Последствия раннего введения прикорма (ранее 4-х месяцев):

- кишечная дисфункция вследствие незрелости органов пищеварения – срыгивание, рвота, учащение и разжижение стула, запоры, кишечный дисбиоз;
- пищевая непереносимость, в т. ч. пищевая аллергия;
- риск развития кишечных и респираторных инфекций вследствие возможности загрязнения пищи патогенными микробами и снижения защитных свойств женского молока;
- снижение лактации у матери вследствие уменьшения частоты и интенсивности сосания груди;
- аспирация пищи вследствие незрелости функции жевания, продвижения и глотания густой пищи, формирования навыка глотать непрожеванную пищу;
- развитие ожирения, сахарного диабета;
- стимуляция ферментных систем;
- риск развития целиакии.

Последствия позднего введения прикорма (позднее 6-7-ми месяцев):

- задержка формирования навыков потребления более густой и плотной пищи, а затем твердой пищи и отказ от пережевывания и глотания плотной пищи на длительный срок;
- задержка формирования вкусовых ощущений, задержка знакомства с новыми видами пищи, пристрастие к однообразной, жидкой или пюреобразной гомогенной пище;
- нарушение роста и развития, недостаточное поступление пищевых веществ, развитие дефицитных состояний – железа, цинка, меди, кальция, витамина D, эссенциальных жирных кислот;
- задержка созревания пищеварительной системы, запоры;
- повышенная антигенная нагрузка.

Контрольные вопросы

1. Особенности функций слюнных желез у новорожденных и грудных детей.
2. Особенности пищеварения в желудке у детей первого года жизни.
3. Особенности внешнесекреторной функции поджелудочной железы ребенка первых месяцев жизни. Развитие ее с возрастом.
4. Особенности моторики пищеварительного тракта ребенка.
5. Сосательный рефлекс. Механизм сосания. Роль слюны.
6. Особенности микрофлоры кишечника ребенка. Ее значение.
7. Особенности всасывания в кишечнике у детей первого года жизни.
8. Роль грудного молока в питании детей
9. Прикорм и последствия его неправильного введения

ГЛАВА 7. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Особенности обмена веществ в детском возрасте

Обмен веществ и энергии у детей связан с повышенной потребностью в энергии, повышенной двигательной активностью, постепенным регулированием обменных процессов, а также быстрой прибавкой массы тела. Энергия в организме ребенка расходуется иначе, чем в организме взрослого, т. к. у ребенка часть расхода энергии идет на рост и накопление необходимых для организма веществ.

Основной обмен (минимальное количество энергии, необходимое для обеспечения процессов, происходящих внутри организма) у детей до 3-х месяцев ниже, чем у взрослого, затем он начинает увеличиваться и к 6-ти месяцам приравнивается к уровню взрослого человека, а к 1-му году значительно превышает его.

Также у детей раннего возраста расход энергии при выраженном беспокойстве и крике может резко повыситься (иногда на 100-200%). Увеличение основного обмена происходит до 2-х летнего возраста, после чего постепенно снижается. До наступления половой зрелости основной обмен у девочек выше, чем у мальчиков. Девочки примерно на год опережают мальчиков по изменению темпов роста и интенсивности обмена.

Для обмена энергии у детей характерно то, что чем меньше ребенок, тем в меньшей степени повышается обмен под влиянием одной и той же мышечной работы. При голодании обмен у детей снижается сильнее, чем у взрослых.

Главными особенностями обмена веществ у детей являются:

- преобладание процессов ассимиляции над процессами диссимиляции;
- высокий уровень основного обмена;
- повышенная потребность в белках;
- положительный азотистый баланс.

Суточная потребность в белках, жирах, углеводах детей разного возраста

При составлении пищевых рационов необходимо учитывать количественный и качественный подбор питательных веществ. Важно, чтобы в пище были все необходимые вещества (белки, жиры, углеводы, вода, минеральные соли и витамины). Важно и соотношение питательных веществ в рационе.

Для детей младшего школьного возраста наилучшим считается соотношение белков к жирам и углеводам 1:1:4, для детей более раннего возраста как 1:1:3, для взрослых как 1:1:4.

Суточные нормы белков, жиров и углеводов, необходимых для организации рационального питания детей показаны в табл. 11. Пища должна быть достаточной по объему и калорийности, т. е. должна вызывать чувство сытости и покрывать все энергетические затраты растущего организма.

Таблица 11

Суточные нормы белков, жиров и углеводов в пище детей

Возраст	Белки, г		Жиры, г	Углеводы, г
	Общее кол-во	Животного происхождения		
До 2-3-х мес.	8-10	8-10	25-30	50-55
5-6 мес.	12-15	12-15	35-40	60-75
1-1,5 года	45-48	36	40-50	90-120
3-4 года	60-63	44	60-70	180-230
5-7 лет	72-75	47	75-80	250-300
8-11 лет	75-95	56	80-95	350-380
12-14 лет	90-110	64	90-110	380-400
15-16 лет	100-120	68	90-110	420-450

Особенности белкового обмена у детей

На ранних этапах развития синтез белков преобладает над их распадом, в зрелом возрасте уровень этих процессов выравнивается, а в старости имеет место даже и преобладание процессов распада белков над их синтезом.

В организме ребенка интенсивно происходят процессы роста и формирования новых клеток и тканей. Поэтому потребность в белках у ребенка значительно выше, чем у взрослого и тем выше, чем ребенок моложе, чем интенсивнее происходят процессы роста.

Для детей характерен положительный азотистый баланс. Общее количество азота, выделяемого с мочой и потом, меньше количества азота белка, усвоенного из пищи. В связи с процессами роста потребность в белках у детей значительно выше по сравнению со взрослыми.

В зависимости от возраста и массы тела количество белка в рационе ребенка должно составлять: 1-3 года – 55 г, 4-6 лет – 72 г, 7-9 лет – 89 г, 10-15 лет – 100-106 г.

За счет белков пищи должно покрываться приблизительно 10-15% общего суточного количества калорий.

Баланс и ретенция азота в организме ребенка зависит от индивидуальных его особенностей, определяемых в значительной степени типом высшей нервной деятельности. У детей с преобладанием процессов возбуждения над процессами торможения ретенция азота менее выражена, чем у детей с преобладанием процессов торможения. Самые высокие

показатели ретенции азота были отмечены у детей с уравновешенными процессами высшей нервной деятельности. Имеет значение не только количество, но и качество вводимого белка. Дети нуждаются в гораздо большем количестве нуклеиновых кислот, чем взрослые, а также качественно ином составе аминокислот пищи. Такая особенность белкового обмена первых лет жизни, очевидно, связана с возрастными изменениями «белкового спектра» клеток и тканей – различием соотношений белковых фракций, входящих в их состав.

Использование белков для пластических целей в организме ребенка возможно только при достаточном количестве других ингредиентов. Соотношение белков, жиров и углеводов в пище ребенка должно составлять 1:1:4, при этих условиях азот максимально задерживается в организме.

Существенные изменения в возрастном развитии претерпевают процессы обмена, показателями которых для белков служат изменения состава мочи и величины мочевых коэффициентов. В моче новорожденного распределение азота иное, чем у взрослого – меньше азота мочевины, больше азота аммиака и азота мочевой кислоты. У детей значительно больше, чем у взрослых, выделяется с мочой аминокислот. В период новорожденности аминокислоты составляют 10% общего азота мочи (у взрослого 3-4%).

Одним из показателей нарушения белкового обмена у детей является накопление остаточного азота в крови. У здоровых детей от 3-х месяцев до 3-х лет остаточный азот в крови колеблется в пределах от 17,69 до 26,15 мг%.

Особенности основного обмена у детей

Величина основного обмена у детей больше, чем у взрослых, что обусловлено:

- интенсивностью роста, напряженностью процессов синтеза;
- свойствами самих молодых тканей, которые обладают более интенсивным метаболизмом по сравнению с тканями взрослого;
- относительно большей поверхностью тела у детей.
- усиленной работой сердца и органов дыхания по сравнению со взрослым;
- повышенной теплоотдачей и большими затратами энергии для поддержания постоянства температуры тела.

Характерной особенностью периода новорожденности является более низкий обмен, что связано с недостаточной функцией щитовидной железы в этот период. Однако уже со второй половины первого дня жизни основной обмен постепенно нарастает и к 1-2,5 годам достигает максимальной величины, после чего начинает постепенно снижаться, приближаясь к основному обмену взрослого.

Величина основного обмена на 1 кг массы тела в сутки представлена в табл. 12.

Закономерность этих возрастных колебаний выступает еще более отчетливо при расчете на единицу поверхности тела. После рождения он повышается и к 2-4-м годам жизни достигает максимума, а затем постепенно уменьшается до периода полового созревания. К 12-ти годам он снова, но менее значительно, увеличивается, а затем уменьшается с 15-16-ти годам.

Таблица 12

Основной обмен у детей	
Возраст	Килокалории, на 1 кг массы тела в сутки
Новорожденные	38-42
1,5 года	56-60
7 лет	44
12 лет	32

Интенсивность основного обмена у ребенка зависит от возраста, пола, веса, роста, работы желез внутренней секреции, конституции, условий жизни и др.

В течение первого полугодия жизни у девочек и мальчиков основной обмен почти одинаков, но уже во втором полугодии жизни суточный основной обмен у мальчиков несколько превышает таковой у девочек. В возрасте 12-13 лет девочки по энергии основного обмена опережают мальчиков, по достижении мальчиками полового созревания они снова обгоняют девочек.

Существенным фактором в общем балансе энергии является расход на мышечную работу, у детей раннего возраста этот расход энергии значительно меньше. В этот период жизни особенно велики затраты энергии на крик и плач, при которых расход энергии может повышаться на 100-200%.

Особенности минерального обмена ребенка

Обычно употребляемые в пищу вещества животного и растительного происхождения содержат в достаточном количестве все необходимые растущему организму минеральные соли. Только поваренная соль добавляется при рациональном приготовлении пищи.

У детей баланс минерального обмена положительный, что связано с ростом организма, в первую очередь, костной ткани.

В раннем детском возрасте содержание минеральных солей относительно меньше, чем в старшем возрасте. У новорожденного количество солей составляет 2,55% массы тела (у взрослого – 5%).

Баланс отдельных минеральных веществ зависит от возраста ребенка, его индивидуальных особенностей и времени года.

Для растущего организма большое значение имеет *кальций*, 97% его содержится в костях и только 3% в крови и тканях. Относительная потребность в кальции особенно велика у грудного ребенка. У него она в 8 раз больше, чем на втором году жизни и в 13 раз больше, чем на третьем году. В регуляции обмена кальция большая роль принадлежит околотитовидной железе, которая способствует переходу кальция из крови в ткани.

Фосфор необходим не только для роста костной ткани, но и для нормального функционирования нервной системы, большинства железистых клеток и других органов. С возрастом относительная потребность в фосфоре уменьшается.

Для растущего организма ребенка особенно велико значение правильного соотношения между всеми основными минеральными солями. Абсолютное количество вводимых солей имеет меньшее значение. Оптимальное соотношение между концентрацией солей кальция и фосфора для детей дошкольного возраста составляет 1:1, в возрасте 8-10 лет – 1:1,5, у подростков – 1:2.

При отсутствии или недостатке витамина Д понижается активность фосфатазы и уменьшается отложение в костях фосфорнокислых солей кальция, развивается рахит.

Калий содержится, главным образом, в клетках, натрий – преимущественно в тканевых соках. Дети получают с пищей этих солей меньше, чем взрослые и меньше их выделяют. Депо натрия и хлора является кожа, у ребенка депонирование почти отсутствует.

Железо входит в состав гемоглобина (86%). У детей потребность в железе больше, чем у взрослых (1-1,2 мг/кг в сутки, у взрослых – 0,9 мг/кг в сутки). Пока ребенок питается молоком, в котором мало железа, последний используется из запасов элемента в печени. Поэтому большое значение имеет раннее введение пищи, содержащей железо (соки, овощи), что предотвращает развитие анемии.

Для нормального развития ребенка необходимо поступление с пищей микроэлементов – *меди, цинка, кобальта, марганца, магния, брома, фтора* и других, имеющих важное биологическое значение. Грудной ребенок получает их с молоком матери, баланс их у ребенка положительный.

Значение витаминов в процессе роста и развития детей. Рахит и его профилактика

Витамины являются незаменимыми биологически активными веществами, выполняющими роль катализаторов различных ферментных систем или входящими в состав многих ферментов. Витамины необходимы для нормального обмена веществ, роста и обновления тканей, а также биохимического обеспечения всех функций организма. Витамины входят в состав коферментов и гормонов, служат чрезвычайно важным компонентом системы обмена веществ. Витамины не являются пластическим материалом или источником энергии, не синтезируются в организме и поэтому должны поступать готовом виде в основном с пищей.

Периоды особо интенсивного роста детей и подростков сопровождаются повышенной потребностью в витаминах. Профилактика витаминной недостаточности должна быть направлена на обеспечение полного соответствия между потребностями детей в витаминах и их поступлением с пищей. Особенности быта и питания детей в современных условиях не позволяют полностью удовлетворить их потребности во всех основных витаминах только за счет пищевого рациона. В связи с этим необходимо дополнительное снабжение детей витаминами.

Витамины подразделяются на водорастворимые и жирорастворимые.

Водорастворимые витамины

Суточная потребность в водорастворимых витаминах в разном возрасте представлена в табл.13.

Таблица 13

Суточная потребность в водорастворимых витаминах

Возраст	Количество витаминов, мг					
	С	В ₁	В ₂	В ₅	В ₆	В ₁₂
0-0,5 лет	30	0,4	0,5	2,0	0,5	0,4
0,5-1 год	35	0,5	0,6	3,0	0,6	0,5
1-3 года	40	0,8	0,9	3,0-4,0	0,8	1,0
4-6 лет	45	0,9	1,0	3,0-4,0	1,3	1,5
7-10 лет	45	1,2	1,4	4,0-5,0	1,9	2,0
Взрослые	60-75	1,2-2,0	1,6-2,0	4,0-7,0	1,8-2,4	3,0-4,0

Витамин С (аскорбиновая кислота) – мощный антиоксидант. Он играет важную роль в регуляции окислительно-восстановительных процессов, участвует в синтезе коллагена и проколлагена, обмене фолиевой кислоты и железа, а также синтезе стероидных гормонов и катехоламинов. Аскорбиновая кислота также регулирует свертываемость крови, нормализует проницаемость капилляров, необходима для

кроветворения, оказывает противовоспалительное и противоаллергическое действие. Витамин С является фактором защиты организма от последствий стресса. Усиливает репаративные процессы, увеличивает устойчивость к инфекциям, укрепляет детскую иммунную систему. Уменьшает эффекты воздействия различных аллергенов. Витамин С улучшает способность организма усваивать кальций и железо, выводить токсичные медь, свинец и ртуть.

Недостаток витамина С снижает сопротивляемость организма к различным заболеваниям, в т. ч. инфекционными заболеваниями.

Витамин В₁ (тиамин) – необходим для окислительного декарбоксилирования пировиноградной и молочной кислот, синтеза ацетилхолина, он участвует в углеводном обмене и связанных с ним энергетическом, жировом, белковом, водно-солевом обмене, оказывает регулирующее воздействие на трофику и деятельность нервной системы. При недостаточном поступлении тиамин пировиноградная и молочная кислоты накапливаются в тканях, нарушается синтез ацетилхолина, вследствие чего ухудшаются функции ряда систем, в первую очередь, нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной. Тиамин улучшает циркуляцию крови и участвует в кроветворении, оптимизирует познавательную активность и функции мозга. Он оказывает положительное действие на уровень энергии, рост, аппетит, способность к обучению. Необходим для тонуса мышц пищеварительного тракта, желудка и сердца, выступает как антиоксидант, обладает хелатными свойствами.

При недостатке витамина В₁ отмечается расстройство нервной системы. При его отсутствии возникает болезнь «бери-бери», которая начинается с потери веса, слабости, бессонницы, утраты аппетита, парализуются нижние конечности, развивается мышечная атрофия.

Витамин В₂ (рибофлавин) – интенсифицирует процессы обмена веществ в организме, участвуя в метаболизме белков, жиров и углеводов. Рибофлавин необходим для образования красных кровяных телец и антител, для дыхания клеток и роста. Облегчает поглощение кислорода клетками кожи, ногтей и волос. Улучшает состояние органа зрения, принимая, наряду с витамином А, участие в процессах темновой адаптации, снижает усталость глаз и играет большую роль в предотвращении катаракты. Витамин В₂ оказывает положительное воздействие на слизистые оболочки пищеварительного тракта. Рибофлавин сводит к минимуму негативное воздействие различных токсинов на дыхательные пути. Рибофлавин необходим для метаболизма триптофана, который превращается в организме в ниацин. Одним из ценнейших качеств рибофлавина является его способность ускорять в организме превращение пиридоксина (витамин В₆) в его активную форму.

При гиповитаминозе В₂ отмечается снижение аппетита, падение массы тела, слабость, головная боль, чувство жжения кожи, резь в глазах,

нарушение сумеречного зрения, болезненность в уголках рта. При развитии заболевания возникают трещины и корочки в уголках рта (угловой стоматит), воспаление слизистой ротовой и языка, себорейный дерматит носа, губных складок, поражение кожи, дерматиты, выпадение волос, расстройства пищеварения, изменение роговицы, повышение чувствительности к свету, конъюнктивит, блефарит; головокружения, бессонница, замедленная умственная реакция, задержка роста.

Витамин B₅ (пантотеновая кислота) – обладает способностью стимулировать производство гормонов надпочечников (глюкокортикоидов), что делает его мощным средством для лечения таких заболеваний как артрит, колит, аллергия и болезни сердца. Он играет важную роль в формировании антител, способствует усвоению других витаминов, а также принимает участие в синтезе нейротрансмиттеров. Пантотеновая кислота участвует в метаболизме жирных кислот. Нормализует липидный обмен и активирует окислительно-восстановительные процессы в организме. Пантотеновая кислота оказывает значительное гиполипидемическое действие, обусловленное ингибированием биосинтеза основных классов липидов, формирующих в печени липопротеины низкой и очень низкой плотности.

Симптомы гиповитаминоза: усталость, депрессия, расстройство сна, повышенная утомляемость, головные боли, тошнота, мышечные боли, онемение пальцев ног, боли в нижних конечностях по ночам, покраснение кожи стоп, диспепсические расстройства, язвы 12-перстной кишки, снижается сопротивляемость организма к инфекции, возникают острые респираторные заболевания.

Витамин B₆ (пиридоксин) – играет важную роль в обмене веществ, необходим для нормального функционирования центральной и периферической нервной системы, участвует в синтезе нейромедиаторов. В фосфорилированной форме обеспечивает процессы декарбоксилирования, переаминирования, дезаминирования аминокислот, участвует в синтезе белка, ферментов, гемоглобина, простагландинов, обмене серотонина, катехоламинов, глутаминовой кислоты, ГАМК, гистамина, улучшает использование ненасыщенных жирных кислот, снижает уровень холестерина и липидов в крови, улучшает сократимость миокарда, способствует превращению фолиевой кислоты в ее активную форму, стимулирует гемопоэз.

При дефиците витамина B₆ наблюдаются судороги, депрессия, раздражительность, заторможенность, повышение уровня тревожности, бессонница; дерматит на лице, над бровями, около глаз, иногда на шее и волосистой части головы, сухие дерматиты в области носогубной складки, себорея, глоссит, хейлоз с вертикальными трещинами губ, стоматит; снижение аппетита, конъюнктивиты, полиневриты верхних и нижних конечностей. Недостаток пиридоксина ведет к снижению количества Т-лимфоцитов.

Витамин В₁₂ (цианкобаламин) – обладает выраженным липотропным действием, предупреждает жировую инфильтрацию печени, повышает потребление кислорода клетками при острой и хронической гипоксии. Витамин В₁₂ участвует в процессах трансметилирования, переноса водорода, активизирует синтез метионина. Усиливая синтез и способность к накоплению протеина в организме, оказывает анаболическое воздействие. Повышая фагоцитарную активность лейкоцитов и активизируя деятельность ретикулоэндотелиальной системы, усиливает иммунитет. Играет важную роль в регуляции функции кроветворных органов: принимает участие в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеиновых кислот, необходимых для процесса эритропоэза, активно влияет на накопление в эритроцитах соединений, содержащих сульфгидрильные группы. От обеспеченности цианкобаламином зависит широкий спектр эмоциональных и познавательных способностей.

При дефиците витамина В₁₂ развиваются хроническая усталость, раздражительность, депрессия, головокружение, звон в ушах, сонливость, головные боли, затрудненное дыхание, расстройства зрения, галлюцинации, потеря памяти. Может появиться пернициозная анемия, неврологические расстройства, иммунодефициты, гастродуодениты, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Даже небольшое снижение содержания цианкобаламина в крови по сравнению с нормой может нанести значительный вред мозгу и нервной системе.

Жирорастворимые витамины

Суточная потребность в жирорастворимых витаминах в разном возрасте представлена в табл.14.

Таблица 14

Суточная потребность в жирорастворимых витаминах

Возраст	Количество витаминов			
	А, мкг	Е, МЕ	К, мкг	Д, мкг
0-0,5 лет	400	3	5	10
0,5-1 год	400	4	10	10
1-3 года	450	6	15	10
4-6 лет	500	7	20	2,5
7-10 лет	700	7	30	2,5
Взрослые	800-1000	8-10	45-70	2,5

Витамин А (ретинол) – участвует в окислительно-восстановительных процессах, регуляции синтеза белков, способствует нормальному обмену веществ, функции клеточных и субклеточных

мембран, играет важную роль в формировании костей и зубов, а также жировых отложений; необходим для роста новых клеток, замедляет процесс старения. Имеет огромное значение для фоторецепции, обеспечивает нормальную деятельность зрительного анализатора, участвует в синтезе зрительного пигмента сетчатки и восприятии глазом света. Витамин А требуется для нормального функционирования иммунной системы и является неотъемлемой частью процесса борьбы с инфекцией. Ретинол необходим для поддержания и восстановления эпителиальных тканей, для нормального эмбрионального развития, питания зародыша и уменьшения риска таких осложнений беременности, как малый вес новорожденного. Витамин А принимает участие в синтезе стероидных гормонов (включая прогестерон), сперматогенезе, является антагонистом тироксина. Способствует росту и развитию тканей детского организма, поддержанию иммунитета, функционированию печени, восстановлению слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта.

Самым известным симптомом гиповитаминоза А является "куриная слепота" (ночная слепота) – резкое ухудшение зрения при пониженной освещенности. Дефицит витамина А ведет к изменениям практически во всех органах и системах организма: помутнение роговицы, ксерофтальмия (сухость слизистой оболочки глаз), слезящиеся глаза на холоде, скопление корок и слизи в углах глаз, ощущение "песка" в глазах, покраснение век, сухость кожи, раннее старение кожи с образованием морщин, себорейный дерматит, акне, предраковые заболевания и рак кожи; сухость волос, перхоть; гиперестезия зубной эмали; атрофический гастрит, колит, холелитиаз, диарея, кишечные инфекции, кисты печени; слабость сфинктера мочевого пузыря, нарушения развития, замедленный рост; повышенная болевая и температурная чувствительность; бессонница.

Витамин Е (токоферол) – защищает клеточные структуры от разрушения свободными радикалами, действуя как антиоксидант. Участвует в биосинтезе гема; препятствует тромбообразованию; участвует в синтезе гормонов; поддерживает иммунитет; обладает

При гиповитаминозе первым и наиболее ранним признаком является мышечная дистрофия. Мышечные волокна подвергаются распаду, а в некротизированных волокнах откладываются соли кальция. В печени при авитаминозе Е описаны некрозы, жировая дистрофия, расширение синусоидов, уменьшение содержания гликогена. Недостаточность также может провоцировать сокращение длительности жизни красных кровяных клеток.

Витамин К (филлохинон) – противогеморрагический витамин, или коагуляционный. Витамин К играет важную роль в формировании и восстановлении костей, обеспечивает синтез остеокальцина – белка костной ткани, на котором кристаллизуется кальций. Он способствует предупреждению остеопороза, участвует в регуляции окислительно-восстановительных процессов в организме.

Дефицит витаминов группы К в организме приводит к развитию геморрагического синдрома. У новорожденных недостаточность витамина К проявляется кровотечениями изо рта, носа, пупка, мочевых путей. Появляются желудочно-кишечные кровотечения, кровавая рвота, жидкий, дегтеобразный стул.

Витамин D (кальциферол) – обеспечивает нормальный рост и развитие костей, предупреждает рахит и остеопороз. Регулирует минеральный обмен и способствует отложению кальция в костной ткани и дентине, препятствуя остеомаляции (размягчению) костей. Витамин D необходим ребенку для полного усвоения кальция, который способствует формированию костей. Поступая в организм, витамин D всасывается в проксимальном отделе тонкого кишечника, причем обязательно в присутствии желчи. Стимулирует всасывание из кишечника кальция, фосфатов и магния. Важным эффектом витамина является повышение проницаемости эпителия кишечника для кальция и фосфора. Поддерживает уровень неорганического фосфора и кальция в плазме крови выше порогового значения и повышает всасывание Ca^{2+} в тонкой кишке.

Основным признаком недостаточности витамина D является рахит и остеомаляция. Более легкие формы дефицита витамина D проявляются потерей аппетита, снижением веса; ощущением жжения во рту и в горле; бессонницей; ухудшением зрения.

Рахит и его профилактика

Рахит – заболевание детей грудного и раннего возраста с расстройством костеобразования и недостаточностью минерализации костей. Ведущим звеном патологического состояния является дефицит витамина D и его активных метаболитов в период наиболее интенсивного роста организма.

Основным фактором является гиповитаминоз D, дефицит витамина D экзогенного или эндогенного происхождения. Заболевание провоцируют недостаток солнечного облучения и пребывания на свежем воздухе, неправильное вскармливание и алиментарная недостаточность витамина D, длительное искусственное вскармливание неадаптированными молочными смесями.

При возникновении рахита развиваются выраженные изменения в костной, мышечной, нервной и кровеносной системах, умеренное нарушение функций внутренних органов. Со стороны нервной системы у детей часто наблюдаются беспокойство, раздражительность, плаксивость, тревожный сон, мышечная дистония. Появляются симптомы расстройства вегетативной нервной системы в виде потливости и облысения затылка. При тяжелом течении возможны задержка психомоторного развития ребенка, деформация скелета и нарушения осанки.

Для профилактики заболевания рекомендуется рациональное питание, преимущественно естественное вскармливание, овощные и

фруктовые соки, дополнительное назначение витаминов. Большое значение имеет достаточная инсоляция, т.к. витамин D образуется в коже под влиянием солнечного облучения.

Для предупреждения рахита у детей беременным женщинам на 30-32-й неделях беременности назначают витамин D₂ дробными дозами в течение 10-ти дней. В целях профилактики рахита детям начинают давать эргокальциферол с 3-х недельного возраста.

Водный обмен в детском возрасте

Для детей раннего возраста характерна неустойчивость водно-солевого обмена, что связано с незрелостью почек, нейроэндокринного регуляторного аппарата и строения тканей.

Общий объем воды у новорожденного составляет 80% массы тела, у ребенка первых 5-ти лет жизни – 70%, к 10-ти годам – 60% (у взрослого человека – 50-60%). Колебания объема зависят от типа телосложения, пола и возраста. Из этой величины 40% приходится на внутриклеточный (интрацеллюлярный) и 20% на внеклеточный (экстрацеллюлярный) объемы.

У ребенка раннего возраста внеклеточная жидкость составляет около 45% массы тела (у взрослого – 18%), что объясняется уменьшением с возрастом интерстициального пространства из-за увеличения объема клеток. Кроме того, у детей 1-го жизни высока активность альдостерона, что ведет к накоплению натрия в организме и, соответственно, воды. С возрастом количество внутриклеточной жидкости увеличивается, а количество внеклеточной уменьшается.

Водный обмен у детей протекает более интенсивно, чем у взрослых, у которых вся вода в организме обновляется примерно каждый месяц, а внеклеточное водное пространство – каждую неделю. У грудного ребенка время пребывания молекулы воды в организме составляет 3-5 дней. Чем меньше возраст ребенка, тем интенсивнее протекает водный обмен.

Потребность в воде в детском возрасте повышенная. Дети потребляют большее количество воды на единицу массы по сравнению со взрослыми, что связано с интенсивностью происходящих в их организме окислительно-восстановительных процессов. Суточная потребность в воде новорожденного составляет 130-150 мл/кг массы тела, в возрасте 1-2 года – 120-130 мл/кг, а в 12-13 лет – 60 мл/кг (у взрослых – около 25 мл/кг).

У детей больше, чем у взрослых, выводится воды через кожу и легкие, равно как общее количество выводимой воды – 1,3 г/кг/ч (у взрослых – около 10,7 г/кг/ч).

Поддержание гомеостаза возможно только при соблюдении строгого баланса поступления и выделения воды из организма. Превышение первого над вторым в условиях нормы характерно только для новорожденных (до 15-22 мл/сут) и у детей в возрасте до 1-го года (3-5 мл/сут).

Водно-электролитный обмен у детей очень неустойчив. У них очень легко возникают состояния гипер- и дегидратации, легко меняется концентрация веществ в жидкости, что проявляется различными болезнями.

В целом, постоянство состава жидкостей в организме связано с поступлением их с пищей и выведением через выделительные пути. Однако нужно учитывать также воду, образующуюся в организме в результате обмена веществ. Например, при окислении 100 г жира образуется более 100 мл воды, 100 г белка – около 40 мл воды, 100 г углеводов – 55 мл воды. Допустимо образование воды в организме ребенка в количестве 12 мл/кг массы тела.

У маленьких детей потери воды путем испарения через легкие и кожу составляет до 50-75 % от общей величины потерь воды. Это до 45 мл/кг, из них 15 мл/кг теряется через легкие, 30 мл/кг – через кожу. У взрослых потери воды путем испарения составляют всего 14 мл/кг в сутки.

Потери за счет испарения пропорциональны площади поверхности тела и зависят от температуры тела и окружающей среды, частоты дыхания, давления водяных паров в воздухе. Так, потоотделение незначительно при температуре окружающего воздуха 26,5-29,5 ° С, начиная с 30,5 ° С оно возрастает на 30 мл/100 ккал с каждым градусом. Но эти расчеты неприемлемы у недоношенных детей, которым необходима более высокая температура окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Суточная потребность в белках, жирах, углеводах детей разного возраста.
2. Особенности белкового обмена у детей.
3. Особенности основного обмена у детей. Его величина на единицу массы и поверхности тела. Изменения с возрастом.
4. Особенности минерального обмена ребенка. Потребность плода и ребенка в минеральных веществах.
5. Значение витаминов в процессе роста и развития детей.
6. Водный обмен в детском возрасте.

ГЛАВА 8. ВЫДЕЛЕНИЕ

Развитие почек в постнатальном периоде

Завершение образования новых нефронов происходит к концу 3-й недели после рождения.

Масса почки детей в 2 раза относительно больше почки взрослого и к рождению составляет 10-12 г. К 5-6-ти месяцам масса почки удваивается, к 15-ти годам – увеличивается в 10 раз.

Почки до 2-4-х лет сохраняют дольчатое строение, что определяет их неровную и бугристую поверхность. Бугристость почки сохраняется до 2-5-ти лет, а затем постепенно исчезает. Развитие коркового вещества особенно интенсивно происходит в возрасте 5-9 и 16-19 лет. Масса его увеличивается благодаря росту в длину и ширину извитых канальцев и восходящих частей петель нефронов. У детей раннего возраста толщина мозгового слоя почки преобладает над толщиной коркового слоя (4:1). Рост мозгового вещества прекращается к 12-ти годам. Лимфатические сосуды почек тесно связаны с сосудами кишечника, что является причиной инфицирования этих органов друг от друга.

Интенсивный рост почки наблюдается на первом году жизни, в период полового созревания и в юношеском периоде. В течение первых трех недель образуются новые нефроны, а затем дальнейший рост почки идет за счет нарастания массы и дифференцировки уже имеющихся структур: увеличивается диаметр гломерул, длина и диаметр канальцев, особенно тонкого сегмента петли Генле, изменяется структура почечного эпителия. Количество клубочков в единице объема ткани у новорожденных и грудных детей больше, чем у взрослых, но диаметр их значительно меньше. Из-за малых размеров клубочков общая фильтрующая поверхность клубочков у новорожденных относительно небольшая (около 30% нормы взрослого). Всего у ребенка 2 млн. нефронов, столько же клубочков, или почечных телец. Размеры клубочков увеличиваются с возрастом от 100 мкм до 200 мкм. Канальцы и петли Генле у новорожденных более короткие, и просвет их в 2 раза более узкий, чем у взрослых, что служит причиной значительно сниженной реабсорбции первичной мочи. В целом морфология почек становится сходной с почкой взрослого человека только к школьному возрасту.

Характерно относительно низкое расположение почек до 7-8-ми лет из-за их относительно большого размера и относительно короткого поясничного отдела позвоночника. Происходит смещение почек вниз на фазе вдоха: у младших детей на 1 см, у старших – на 2 см. Большая физиологическая подвижность почек у детей раннего возраста во время дыхания и при изменении положения тела обусловлена относительно длинной и растяжимой почечной ножкой, слабым развитием фиброзной капсулы и околопочечной клетчатки.

Почки начинают функционировать на 9-й неделе внутриутробного развития, выделяя мочу в околоплодную жидкость, принимая, таким образом, участие в регуляции водно-электролитного баланса эмбриона. Однако основным органом, осуществляющим регуляцию гомеостаза и экскрецию продуктов обмена у плода, является плацента.

Незрелая почка новорожденного удовлетворительно поддерживает водно-солевой гомеостазис только в условиях соблюдения строгого режима питания. Функциональное созревание почек после рождения идет очень быстро и основные процессы, протекающие в них, приближаются к показателям взрослых уже к 2-м годам. Оптимального уровня функционирования почки достигают к 10-11-ти годам, максимального – к 18-ти годам.

Особенности клубочковой фильтрации у детей раннего возраста

У новорожденных низкий объем клубочковой фильтрации, составляющий на 1 м² поверхности тела 20-40% от величины фильтрации у старших детей и взрослых.

Причины низкой эффективности фильтрации:

- сниженная проницаемость клубочков;
- малая суммарная фильтрующая поверхность клубочков;
- низкое артериальное давление;
- низкий почечный кровоток.

В раннем возрасте имеет место несостоятельность регуляции клубочкового кровотока, обусловленное анатомическим несовершенством строения капсулы Шумлянского. В связи с недостаточной активностью функции почек выделение воды из организма у новорожденных происходит в значительной степени через кожу и легкие. Тем не менее, на 1 кг веса тела мочи у ребенка выделяется больше, чем у взрослого.

У грудных детей наблюдается постепенное повышение клубочковой фильтрации, величина которой после 1-го года приближается к уровню взрослых.

Причинами повышения клубочковой фильтрации являются:

- повышение артериального давления;
- созревание почки – клубочковый эндотелий капилляров и эпителий висцерального листа капсулы уплощаются, фильтрующая мембрана становится тоньше, количество и диаметр пор в ней, а также ее поверхность увеличивается;
- увеличение скорости клубочковой фильтрации за счет повышения кровотока и гидростатического давления в капиллярах клубочков.

Объем клубочковой фильтрации определяется по клиренсу эндогенного креатинина (коэффициент очищения) – количество плазмы, полностью очищающегося от определенного вещества в 1 мин.

У новорожденных клиренс по эндогенному креатинину составляет 38 мл/мин (45% от взрослых), в 1 год – 65 мл/мин (85% от взрослых).

Особенности функций канальцев почки у детей раннего возраста

Канальцы и петли Генле у новорожденных более короткие, и просвет их в 2 раза более узкий, чем у взрослых. В связи с этим у новорожденных и детей первого года жизни значительно снижена реабсорбция первичной мочи. Низкая реабсорбция обусловлена не только короткими и узкими канальцами, но и отсутствием щеточной каемки на апикальной поверхности эпителиальных клеток и с отсутствием складок на базальной мембране клеток, следовательно, малым размером базального лабиринта.

В проксимальных канальцах и петле Генле нефрона новорожденного натрий и хлор реабсорбируются мало, а в дистальных извитых канальцах и собирательных трубках, наоборот, очень много. В результате у новорожденного и у детей грудного возраста натрия реабсорбируется в 5 раз больше, чем у взрослого. Интенсивно происходит у новорожденных реабсорбция ионов натрия в дистальных сегментах нефрона благодаря высокой активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. При нагрузке хлоридом натрия почки новорожденных продолжают интенсивно реабсорбировать ионы натрия, в связи с чем происходит его задержка, а вместе с ним и воды, в то время как у взрослых происходит угнетение его всасывания. Этим объясняется склонность детей к развитию отеков. При введении в организм ребенка избыточного количества натрия он задерживается в организме, что может привести к отекам. При избыточном введении воды в организм увеличивается диурез, выделяется при этом и натрий, что может привести к значительным его потерям.

Механизмы реабсорбции глюкозы у новорожденного в основном сформированы и при малом количестве фильтрата удовлетворительно возвращают его в кровь.

Аминокислоты реабсорбируются значительно менее интенсивно, что может приводить к их появлению в конечной моче.

Секреция в канальцевом аппарате незрелой почки новорожденного осуществляется также на низком уровне. Механизмы секреции продолжают развитие после рождения. Например, парааминогиппуровая кислота выводится вдвое медленнее, чем у взрослого. Однако активная экскреция этого вещества, все же происходит, т. к. его выводится больше, чем поступает с гломерулярным фильтратом. Основные показатели функции почек приближаются к таковым взрослых в 2-3 года, однако при водной нагрузке почки в это время выводят воду еще недостаточно.

Особенности концентрационной функции почек у детей

По сравнению со взрослыми способность к концентрированию мочи у детей ограничена.

Почки новорожденных питающиеся материнским молоком, продуцируют преимущественно гипотоническую мочу. Дети, получающие коровье молоко или смеси для искусственного вскармливания чаще выделяют гипертоничную мочу, т. к. в коровьем молоке содержится больше солей и белков, чем в женском.

Лишение новорожденных детей жидкости на 24-48 ч повышает осмотическую концентрацию мочи, но не более чем до 700 мосм/л. Это обусловлено тем, что петли Генле имеют меньшую длину и не проникают глубоко в зону мозгового вещества. Кроме того, количество мочевины во внутреннем мозговом веществе почки в 3 раза меньше, чем у взрослых, что тоже снижает эффективность концентрирующего аппарата почки. Необходимо отметить, что почки новорожденных и грудных детей нечувствительны к действию антидиуретического гормона. При избыточном поступлении поваренной соли в организм ребенка первого года жизни происходит задержка воды в организме и развитие в связи с этим отеков.

В процессе созревания почки ее способность концентрировать мочу возрастает и достигает нормы взрослого в начале 2-го года жизни.

Особенности системы мочевыведения в онтогенезе

Сразу после рождения мочеиспускание обычно редкое. Первый раз младенец может помочиться через 12 и более часов. После первой недели частота мочеиспусканий быстро возрастает и достигает максимума в возрасте от 2-х до 4-х недель и составляет в среднем один раз в час. Затем частота уменьшается и остается стабильной до 6-ти месяцев – 10-15 раз в день. После первого года число мочеиспусканий уменьшается до 8-10 раз в день.

У новорожденных мочеиспускание может иметь прерывистый характер, при этом более чем в 80% мочевого пузыря опорожняется полностью. Для детей до 6-ти месяцев жизни характерным является частое и неполное опорожнение мочевого пузыря, мочеиспускание в два приема, относительно большой объем остаточной мочи, что указывает на функциональную нестабильность мочевого пузыря, которая уменьшается с возрастом и достигает определенной зрелости к одному году. С полутора лет у здоровых детей стабильно увеличивается эффективная емкость мочевого пузыря и уменьшается частота мочеиспусканий. Давление вытеснения у мальчиков выше, чем у девочек, а до 70% младенцев имеют прерывистое мочеиспускание. Эти более высокие значения давления детрузора и прерывистый характер мочеиспускания постепенно уменьшаются с возрастом в течение 1-2-х лет жизни, отражая процесс созревания детрузора и сфинктерной координации.

Анатомические особенности системы мочевыведения в раннем онтогенезе:

- интенсивное развитие почечных лоханок на фоне слабого развития мышечных волокон;
- наличие тесной связи лимфатических сосудов почек с лимфатическими сосудами кишечника (легкость перехода инфекции из кишечника в почечные лоханки и развитие пиелонефрита);
- преимущественно внутривисцеральное расположение лоханки (у детей младшего возраста);
- относительно большой диаметр мочеточников (0,3-0,4 см);
- наличие множества изгибов мочеточников;
- высокое расположение мочевого пузыря.

Емкость мочевого пузыря у детей:

- новорожденный – 30 мл;
- 1 год – 35-50 мл;
- 1-3 года – 50-90 мл;
- 3-5 лет – 100-150 мл;
- 5-9 лет – 200-250 мл;
- 9-12 лет – 250-300 мл;
- 12-15 лет – 300-400 мл.

Определение эффективной емкости мочевого пузыря (ЕМП) у детей различных возрастов производится по формулам:

- у младенцев:

$ЕМП \text{ (мл)} = 38 + (2,5 \times m)$, где m – возраст в месяцах.

- у детей с одного года жизни:

$ЕМП \text{ (мл)} = 30 + (30 \times g)$, где g – возраст в годах.

Длина мочеиспускательного канала:

у мальчиков – 5-6 см;

у девочек – 1-2 см (у взрослых – 14-18 см).

До года жизни у ребенка не развито чувство жажды, что может привести к снижению приема воды и дегидратации организма.

Испускание мочи – процесс рефлекторный. Поступающая в мочевой пузырь моча вызывает повышение давления в нем, что раздражает рецепторы, находящиеся в стенке пузыря. Возникает возбуждение, доходящее до центра мочеиспускания в крестцовом отделе спинного мозга. Отсюда импульсы поступают к мускулатуре пузыря, заставляя ее сокращаться: сфинктер при этом расслабляется, и моча поступает из пузыря в мочеиспускательный канал. На протяжении первого года жизни ребенка мочеиспускание происходит произвольно. Старшие дети, как и взрослые, могут произвольно задерживать и вызывать мочеиспускание. Это связано с установлением корковой, условно-рефлекторной регуляции мочеиспускания. Обычно к двухлетнему возрасту у детей сформированы условно-рефлекторные механизмы задержки мочеиспускания не только днем, но и ночью. Однако у 5-10% детей в возрасте до 13-14-ти лет наблюдается ночное недержание мочи – энурез.

Особенности диуреза в детском возрасте:

- необходимость повышенного количества воды для выведения осмотически активных веществ (Na^+ , мочевины) ребенком раннего возраста;

- зависимость диуреза от температуры воздуха (количество мочи при высокой температуре уменьшается, при низкой – увеличивается) и от питьевого режима;

- отсутствие способности почки новорожденных к быстрому освобождению организма от избытка воды (при водной нагрузке у взрослого человека выведение воды полностью происходит через 2 ч, у новорожденного в первый день жизни за то же время выводится всего около 15%, на 2-3-й день – 20-25%, на 7-й день – 45%, на 14-й – 60% введенной жидкости).

Стадии становления произвольного мочеиспускания у детей:

- I стадия: от рождения до 6-ти месяцев – автоматизм на уровне самого мочевого пузыря. Мочевой пузырь опорожняется по мере его заполнения;

- II стадия: от 6-ти месяцев до 1-го года – выработка условного рефлекса. Ребенок ощущает заполнение мочевого пузыря и может обучаться удержанию мочи или ее испусканию в зависимости от создаваемой обстановки;

- III стадия: от 8-ми до 18-ти месяцев – ребенок может регулировать мочеиспускание, но не может обслужить себя адекватно событию;

- IV стадия: от 18-ти до 36-ти месяцев – высокая обучаемость и постепенное формирование навыков самообслуживания;

- V стадия: от 3-х до 4,5 лет – полное управление мочеиспусканием днем, неполное управление во время сна;

- VI стадия: старше 4,5 лет – прекращение ночного недержания мочи, единичные эпизоды его в течение недели или месяца.

Состав и количество мочи у детей

В первые 3 месяца жизни почка нечувствительна к антидиуретическому гормону, поэтому у детей этого возраста выводится гипотоничная моча. При питании материнским молоком дети выделяют гипотоничную мочу, при питании коровьим молоком или смесями для искусственного вскармливания – гипертоничную мочу (в коровьем молоке содержится больше солей и белков, чем в женском).

Моча новорожденных содержит следы *белка*. Эта физиологическая альбуминурия зависит от повышенной проницаемости эпителия мочевых клубочков и канальцев. У детей старшего возраста белка в моче нет.

В моче детей часто обнаруживаются *молочный сахар, гликуроновая кислота, гормоны, ферменты* (пепсин, диастаза, трипсин, мальтаза, уропепсин и др.).

У детей 3-4-х месяцев *мочевины* в моче относительно меньше, чем у взрослых. Количество мочевины постепенно нарастает и увеличивается

вдвое у детей двух лет. С возрастом в моче снижается количество *мочевой кислоты*.

В моче детей содержится мало *хлоридов* и *фосфатов*. Количество их и *серной кислоты* в моче детей за сутки на 1 кг массы тела с возрастом нарастает. Количество выделяемой *серы* с мочой зависит преимущественно от количества пищевого белка в суточном рационе ребенка. Ионы *натрия* и *хлориды* у детей легко всасываются из канальцев в кровь, отчего хлоридов в моче грудных детей примерно в десять раз меньше, чем у взрослых. Количество хлоридов в моче детей с возрастом нарастает. Дети склонны к задержке натрия в организме. С возрастом количество натрия в моче увеличивается

Характеристика мочи у детей:

- на 3-4-й день жизни очень высокое содержание мочевой кислоты и ее солей (в это время часто обнаруживается мочекишный инфаркт почек – приблизительно у 75% новорожденных);
- кислая реакция мочи у новорожденного (pH=5,6-5,9);
- низкая плотность мочи у детей грудного возраста – 1,003-1,005 (в возрасте 4-5-ти лет приближается к норме взрослого – 1,012-1,020);
- низкое осмотическое давление мочи (до конца 1-го года).

Удельный вес мочи после рождения ребенка относительно высокий (1006-1018). У детей грудного возраста удельный вес падает до 1003-1005, потом опять повышается и у детей 4-5-ти лет составляет 1012-1020. К 10-ти годам удельный вес мочи равен 1011-1020, т.е. приближается к цифрам, обычным для взрослых.

Вязкость мочи у детей меньше, чем у взрослых.

Реакция мочи у новорожденных резко кислая, с возрастом становится слабокислой. Реакция мочи может меняться в зависимости от характера получаемой ребенком пищи. При питании преимущественно мясной пищей в организме образуется много кислых продуктов обмена, соответственно и моча становится более кислой. При употреблении растительной пищи реакция мочи сдвигается в щелочную сторону.

В первые 3 дня после рождения часто наблюдается олигоурия – снижение количества выделяемой мочи. У грудных детей количество мочи на м² в 2-3 раза больше, чем у взрослых. Причиной этого является интенсивный обмен веществ и относительно большое количество воды и углеводов в рационе питания ребенка.

Суточное количество мочи возрастает с ростом ребенка (табл. 15).

Должное суточное количество мочи можно рассчитать по формуле: 1500 мл×S/1,73, где S – площадь поверхности тела ребенка, м².

Причины частого мочеиспускания у новорожденных детей:

- малый объем мочевого пузыря;
- большое количество мочи;
- интенсивный обмен веществ;
- высокое содержание углеводов и воды в молозиве.

Таблица 15

Динамика мочеиспускания у детей

Возраст	Суточное количество мочи, мл	Число мочеиспусканий в сутки	Разовое количество мочи, мл
До 6-ти месяцев	300-500	20-25	20-35
6-12 месяцев	300-600	15-16	24-45
1-3 года	760-820	10-12	60-90
3-5 лет	900-1070	7-9	70-90
5-7 лет	1070-1300	7-9	100-150
7-9 лет	1240-1520	7-8	145-190
9-11 лет	1520-1670	6-7	220-260
11-13 лет	1600-1900	6-7	250-270

Возрастные особенности кожи

У новорожденных отношение веса кожи к весу тела – 19,7% (у взрослых – 17,7 %). У новорожденного завершена дифференцировка слоев кожи. По мере роста ребенка происходит дифференцировка клеточных элементов.

С возрастом эпидермис кожи утолщается. К 1-2-м месяцам заметно утолщение эпидермиса на коже лица, груди, ягодиц, тыла кисти. Увеличивается толщина рогового слоя. К 4-6-ти месяцам утолщается эпидермис других участков тела. До 7-ми лет роговой слой кожи рыхлый и легко отторгается, после заканчивается развитие сосочкового слоя.

К моменту рождения секреция *сальных желез* достигает высокого уровня, что облегчает прохождение ребенка по родовым путям. После рождения секреция сальных желез затухает. Количество сальных желез у новорожденного в 5-6 раз больше, чем у взрослого. К 7-ми годам их количество уменьшается, поскольку часть из них атрофируются, функция оставшихся желез снижена. В период полового созревания их количество снова увеличивается и усиливается их функция, что вызвано нейроэндокринными процессами. Максимального развития сальные железы достигают к 18-25-ти годам.

Дерма детей первых лет жизни содержит больше клеточных элементов, чем у взрослого. Дерма детей первых месяцев жизни в 2-3 раза тоньше, чем у взрослых, а подкожной жировой клетчатки на единицу массы тела у грудных детей в 4-5 раз больше, чем у взрослых.

В дерме кожи идет процесс разрастания и утолщения коллагеновых и эластических волокон. Особенно в дерме увеличивается количество и длина пучков коллагеновых и эластических волокон. К 10-ти годам пучки этих волокон становятся толще и плотнее.

Подкожная жировая клетчатка с 3-х до 8-ми лет почти не увеличивается, а затем начинает нарастать. Подкожно-жировой слой у ребенка хорошо развит, особенно на щеках. Толщина подкожной жировой клетчатки увеличивается в начале пубертатного периода. До 12-ти лет подкожный жировой слой увеличивается в одинаковой степени, как у мальчиков, так и у девочек. После 13-14-ти лет у мальчиков уменьшается количество подкожного жирового слоя, что связано с пубертатным ускорением роста.

Детская кожа легко подвергается травмам, деформациям, но с возрастом она становится более прочной: усиливается сопротивление кожи к разрыву, растяжению. Регенерационные процессы в ней развиты лучше, чем у взрослых.

Кожа ребенка тонкая, нежная, содержит больше воды, чем кожа взрослого. Газообмен через кожу у детей разных возрастных групп составляет 10-40%, тогда как у взрослого 2% от всего газообмена. Проницаемость кожи для кислорода и углекислого газа у детей больше, чем у взрослых.

В 8-15 лет тонус нервно-сосудистого аппарата кожи ниже, чем у взрослых, поэтому при механическом раздражении кожи ее сосуды расширяются.

Кожа детей характеризуется обильным кровоснабжением. Кровеносные сосуды широкие, образуют густую сеть. У детей первого месяца жизни $\frac{2}{3}$ циркулирующей крови находится в коже, что обусловлено большой поверхностью кожи по отношению к массе тела. Окончательная дифференциация и полное развитие капилляров завершается к 13-14-ти годам. До 15-ти лет у мальчиков и девочек волосы растут с одинаковой скоростью, с 16-ти лет скорость роста волос у девочек увеличивается.

Защитная функция кожи у детей развита слабее, чем у взрослых, но с возрастом увеличивается, а к 12-14-ти годам она больше, чем у взрослых.

В подростковом периоде в коже и подкожной жировой клетчатке происходят изменения. Кожа становится более устойчивой по отношению к действию солнечного света, усиливается в ней пигментобразование.

В коже много рецепторов разных по виду и форме. Развитие кожных рецепторов начинается с 3-го месяца внутриутробного развития. Поэтому кожа как орган болевой и тактильной чувствительности начинает функционировать у 3-х месячного плода. К этому времени заложены уже волосяные луковицы. Первыми появляются рецепторы в области губ и век, затем в подушечках пальцев рук и ног, позже – на коже головы и шеи. Окончательно рецепторы развиваются к одному году, но совершенствуются их функции и продолжается процесс становления всех видов кожной чувствительности вплоть до 17-20-ти лет.

У новорожденного наиболее развитыми являются терморепцепторы: колбы Краузе, воспринимающие холод и рецепторы Руффини,

воспринимающие тепло. Основные области их расположения – кожа, кожные сосуды, скелетные мышцы и внутренние органы. Свободные рецепторы появляются в коже на 8-ой неделе, а инкапсулированные – на 3-4-м месяце внутриутробного развития.

Тактильные раздражения кожи на втором месяце жизни вызывают у новорожденного общую двигательную реакцию.

Все виды чувствительности выражены у плода слабее, чем у взрослого. У него возникает реакция на болевое раздражение. Болевая чувствительность у новорожденного ниже, чем у взрослого. В возрасте 2-3-х лет ребенок может определить место болевого раздражения на коже и во внутренних органах, а в возрасте 1-го года – только на коже.

Особенности потоотделения в детском возрасте

Потовые железы к моменту рождения не до конца сформированы, их выводные протоки недостаточно развиты и закрыты эпителиальными клетками. Потоотделение начинается с возраста 3-4 недели.

У новорожденных детей имеются особенности потоотделения:

- количество потовых желез, приходящихся на единицу поверхности кожи больше, чем у взрослых;
- потовая железа при максимальной активности выделяет меньше пота, чем у взрослых (у новорожденных максимальное потоотделение составляет около $57 \text{ мл} \times \text{кг}^{-1}$ в сутки, у взрослых – $500 \text{ мл} \times \text{кг}^{-1}$ в сутки);
- потоотделение начинается при повышении ректальной температуры до $37,2^\circ \text{C}$;
- потоотделение достигает максимального уровня только через 35-40 мин после его начала.

В течение первых 3-4-х месяцев потовые железы ребенка функционируют не в полной мере.

У детей раннего возраста (до 3-х лет) потоотделение появляется при более высокой температуре, чем у детей более старшего возраста. По мере созревания потовых желез, вегетативной нервной системы и центра терморегуляции в головном мозге процесс потоотделения совершенствуется, его порог снижается.

К 5-7-ми годам потовые железы полностью сформированы, а адекватное потоотделение возникает у детей в 7-8 лет.

Функциональная активность проявляется только в период полового созревания, хотя полное развитие апокринных желез происходит в первый год жизни ребенка. Деятельность этих потовых желез в основном определяется степенью развития желез внутренней секреции (в первую очередь гипофиза и половых желез).

Контрольные вопросы

1. Особенности клубочковой фильтрации у детей раннего возраста.
2. Особенности функций канальцев почки у детей раннего возраста.

3. Особенности концентрационной функции почек у детей.
4. Особенности диуреза и состав мочи у грудных детей.
5. Особенности мочеиспускательного рефлекса у детей первого года жизни.
6. Возрастные особенности кожи

ГЛАВА 9. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Физиологические особенности гормонов аденогипофиза в детском возрасте. Роль соматотропного гормона

Аденогипофиз (передняя доля) выделяет в кровь 2 группы гормонов – тропные и эффекторные. Тропные гормоны – соматотропный, пролактин. Эффекторные гормоны – адренотропный, тиреотропный, лютеотропный, фолликулостимулирующий.

Пролактин активирует процессы роста у плода, а также участвует в регуляции обмена веществ. В крови новорожденных концентрация пролактина высокая. В течение первого года жизни она снижается и сохраняется на этом уровне до подросткового возраста. В периоде полового созревания концентрация пролактина в крови увеличивается, у девочек больше, чем у мальчиков. В организме подростков пролактин, действуя совместно с лютеотропным гормоном и тестостероном, стимулирует рост предстательной железы и семенных пузырьков. Высокая концентрация пролактина, вероятно, способствует также переходящему увеличению грудных желез у мальчиков (пубертатная гинекомастия).

Тиреотропный гормон (ТТГ) оказывает стимулирующее влияние на секрецию щитовидной железы со второй трети внутриутробного периода. Стимулирующее влияние ТТГ на функцию щитовидной железы у плода выражено слабее, чем у взрослых. После рождения содержание ТТГ в крови резко возрастает, что обусловлено адаптацией новорожденного к новым условиям жизни. В течение нескольких дней после рождения содержание ТТГ в крови ребенка существенно снижается, но на протяжении первых 2-х лет жизни сохраняется на сравнительно высоком уровне. Последующее усиление секреции ТТГ может наблюдаться в периоде полового созревания.

Адренотропный гормон (АКТГ) у плода образуется в малом количестве и свое специфическое действие на надпочечники проявляет на 7-м месяце антенатального развития. У новорожденного гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система реагирует на стрессирующие воздействия. В момент рождения у ребенка АКТГ мало, однако его выделение быстро нарастает, что стимулирует развитие коры надпочечников. Повышение концентрации АКТГ обеспечивает процессы адаптации.

Гонадотропные гормоны – *лютеотропный (ЛГ)* и *фолликулостимулирующий (ФСГ)* – имеют особое значение имеют в период внутриутробного развития, когда на 16-й неделе наступает дифференциация наружных половых органов. В раннем детском возрасте они выделяются в небольших количествах и большого физиологического значения не имеют. Их секреция и роль повышаются в период полового созревания. Гонадотропные гормоны усиливают секрецию половых гормонов и способствуют развитию половых желез. До половой зрелости

уровень ЛГ у детей остается в течение суток неизменным, тогда как после наступления половой зрелости периодическая секреция ЛГ происходит лишь во время сна, а не в период бодрствования.

Гипофизарный евнухоидизм характеризуется отсутствием полового развития, вследствие недостаточности гонадотропных гормонов, выделяемых передней долей гипофиза. Внешние признаки при гипофизарном евнухоидизме: высокий рост, бледная, нежная кожа, инфантилизм, крипторхизм, недоразвитие вторичных половых признаков.

Контроль секреции тропных гормонов гипофиза гипоталамусом отмечается уже на 4-м месяце внутриутробного развития.

Роль соматотропного гормона

Соматотропный гормон (СТГ) относится к семейству полипептидных гормонов передней доли гипофиза. Регуляция его уровня осуществляется гормонами гипоталамуса, соматолиберином (стимулирует продукцию СТГ) и соматостатином (подавляет секрецию СТГ).

СТГ называют гормоном роста, поскольку у детей, подростков и молодых людей с еще не закрывшимися зонами роста в костях он вызывает выраженное ускорение линейного роста, в основном за счет роста длинных трубчатых костей конечностей.

СТГ оказывает мощное анаболическое действие, усиливает синтез белка и тормозит его распад, увеличивая его запасы в организме.

СТГ принимает участие в регуляции углеводного обмена – вызывает выраженное повышение уровня глюкозы в крови в результате активации гликогенолиза и снижения поглощения глюкозы периферическими тканями, являясь одним из контринсулярных гормонов. СТГ угнетает окисление углеводов в тканях, что в значительной мере опосредовано через поджелудочную железу.

СТГ увеличивает распад жира, о чем свидетельствует нарастание в крови свободных жирных кислот, а также способствует снижению отложения подкожного жира, усилению сгорания жира и увеличению соотношения мышечной массы к жировой.

Вследствие высокой потребности растущих тканей в минеральных веществах под действием СТГ тормозится выведение натрия и калия с мочой, увеличивается всасывание кальция в кишечнике, отмечаются положительные азотистый и фосфорный балансы.

Физиологические особенности СТГ в детском возрасте:

- стимулирует рост тела только с 2-х лет до периода полового созревания;
- во сне уровень гормона возрастает в 2-5 раз;
- активность СТГ снижается при действии половых гормонов.

С момента рождения до 7-ми лет концентрация СТГ в крови в 2 раза выше, чем у взрослого, а затем постепенно снижается. Повышение его уровня повторно происходит после 13-ти лет и достигает максимума к 15-ти годам.

В подростковом периоде усиливается деятельность передней доли гипофиза, которая в избытке выделяет гормон соматотропин, вызывающий увеличение длины тела. Он стимулирует деление клеток эпифизарного хряща и надкостницы, повышая активность остеобластов – клеток-предшественников костной ткани.

Избыток СТГ в раннем онтогенезе – гигантизм.

Недостаток СТГ – болезнь Симмондса (нанизм, карликовость), торможение развития костей и зубов, позднее закрытие эпифизарных хрящей, задержка полового созревания, прогерия (старческий вид), нарушение регенерации, иммунитета, памяти, способности адаптации к окружающей среде.

Развитие и роль щитовидной железы в детском возрасте

Начало развития щитовидной железы наблюдается на 3-ей неделе внутриутробной жизни. Железа располагается в дне ротовой полости и представляет собой утолщение эктодермальных клеток глотки по средней линии тела. Из этого утолщения в подлежащую мезенхиму направляется вырост, формирующий эпителиальный дивертикул. Удлиняясь, дивертикул приобретает в дистальной части двудольчатое строение. Стебель соединяет тиреоидный зачаток с щитовидным протоком, истончается и постепенно фрагментируется, а его дистальный конец дифференцируется в пирамидальный отросток щитовидной железы.

Первые фолликулы в ткани железы возникают на 6-7-й неделе внутриутробного развития. В цитоплазме клеток в это время появляются вакуоли. С 9-11-й недели среди массы клеток фолликулов появляются капли коллоида. С 14-й недели все фолликулы заполнены коллоидом. Способность к поглощению йода щитовидная железа приобретает к моменту появления в ней коллоида – с 4-х месяцев внутриутробной жизни. Регуляция функции щитовидной железы плода осуществляется собственным ТТГ гипофиза, т. к. аналогичный гормон матери через плацентарный барьер не проникает.

Щитовидная железа новорожденного имеет массу 2-5 г. Она располагается впереди глотки, состоит из двух долей и перешейка. У новорожденного в течение 7-10-ти дней наблюдается высокая тиреоидная активность – «физиологический гипертиреоз».

Примерно до 6-ти месячного возраста масса щитовидной железы может уменьшаться. Затем начинается бурное увеличение массы железы до 5-6-ти летнего возраста. Потом темп роста замедляется вплоть до препубертатного периода. В это время снова ускоряется рост размеров и массы железы. Второй подъем тиреоидной активности – 12-15 лет, в этот период железа приобретает окончательное гистологическое строение. В подростковом возрасте (12–16 лет) щитовидная железа функционирует усиленно. С периодом полового созревания связано интенсивное выделение тироксина. В этом возрасте может возникнуть состояние

гипертиреоза. У школьника допустимо проявление повышенной возбудимости вплоть до невроза, тахикардии, похудения.

Основными гормонами щитовидной железы являются *тироксин* и *трийодтиронин*.

Максимальные уровни тирокина, трийодтиронина и ТТГ в сыворотке крови определяются в первые часы и дни жизни ребенка, что свидетельствует на особую роль этих гормонов в процессе постнатальной адаптации. В последующем имеет место снижение уровня гормонов щитовидной железы.

Тироксин и трийодтиронин обладают значительным влиянием на детский организм. Их действие реализует нормальный рост и созревание скелета, дифференцировку головного мозга и интеллектуальное развитие, формирование структур кожи и ее придатков, увеличение потребления кислорода тканями, ускорение использования углеводов и аминокислот в тканях. Эти гормоны являются универсальными стимуляторами метаболизма, роста и развития ребенка.

Кроме того, щитовидная железа является источником еще одного гормона – *тиреокальцитонина*, который продуцируется С-клетками щитовидной железы. Являясь полипептидом, состоящим из 32-х аминокислот, он имеет огромное значение в регуляции фосфорно-кальциевого обмена, выступая антагонистом паратгормона. Тиреокальцитонин осуществляет защиту организма от избыточного поступления кальция, уменьшая реабсорбацию кальция в канальцах почки, всасывание кальция из кишечника и увеличивая фиксацию кальция в костной ткани. Функция щитовидной железы по выработке тиреокальцитонина созревает рано, и в крови плода имеется высокий уровень тиреокальцитонина.

Недостаточная и избыточная продукция гормонов щитовидной железы оказывает разнообразные и очень значимые нарушения жизнедеятельности. При этом недостаточность функции щитовидной железы у плода может не сказаться существенно на его развитии, т. к. плацента хорошо пропускает материнские тиреоидные гормоны. Аналогичным образом и щитовидная железа плода может компенсировать недостаточную продукцию тиреоидных гормонов щитовидной железой беременной женщины.

При гипертиреозе ребенок раздражителен, отмечаются гиперкинезы, гипергидроз, повышение сухожильных рефлексов, исхудание, тремор, тахикардия, пучеглазие, зоб и др.

Последствия гипофункции аденогипофиза и щитовидной железы у детей

Нехватка гормонов *щитовидной железы* приводит к задержке физического и ментального развития, замедлению полового созревания, ухудшению метаболизма и терморегуляции.

В зависимости от механизма развития выделяют две основные формы гипотиреоза у детей:

- врожденный: имеется с первого дня жизни;
- приобретенный: формируется после рождения.

Признаки гипотиреоза у грудного ребенка, как правило, заметны сразу после рождения. У детей обнаруживаются большой вес, отечность лица и языка, пальцев на руках и ногах. Дыхание тяжелое, голос хриплый и грубый. Нередко развиваются продолжительная желтуха новорожденных, проблемы с застыванием пупочной ранки, развитие пупочной грыжи. Может быть плохо развит сосательный рефлекс.

Если ребенок находится на естественном вскармливании, даже при врожденных формах гипотиреоза его симптомы могут проявиться не сразу. Дефицит полностью или частично компенсируется материнскими гормонами, которые малыш получает с молоком. Однако и в этом случае могут постепенно нарастать задержки психического и физического развития: пониженный тонус мышц; заторможенность, малоподвижность; отставание в росте и весе; позднее закрытие родничка; задержка прорезывания зубов; задержка формирования базовых навыков в виде умения держать голову, переворачиваться, садиться, стоять, ходить.

Как правило, ребенок с дефицитом гормонов щитовидной железы апатичен, мало интересуется игрушками, плохо контактирует с родителями и окружающими. У него наблюдаются сухость кожи, ломкость волос, снижение иммунитета, частые запоры.

Гипофункция аденогипофиза провоцирует гипофизарный нанизм (карликовость), который вызван недостатком соматотропина, характеризуется выраженным отставанием в росте.

Также развивается гипогонадизм: задержка развития половой системы, характеризующаяся поздним формированием вторичных половых признаков, поздним началом менструаций или их отсутствием и т. п.

Последствия гиперфункции аденогипофиза у детей

Повышенный синтез *соматотропного гормона* вызывает акромегалию и гипофизарный гигантизм. Гигантизм возникает у детей и характеризуется усиленным ростом костей, в дальнейшем диспропорционально увеличиваются конечности, нарушается обмен веществ, появляются симптомы сахарного диабета, гипотиреоза. В подростковом и взрослом возрасте этот вид гиперфункции гипофиза вызывает акромегалию, связанную с увеличением размеров челюстей,

надбровных дуг, ушей, скул, кистей и стоп, а также с нарушениями в работе внутренних органов.

При повышенной продукции *пролактина* возникает гиперпролактинемия, проявлениями которой являются нарушения менструального цикла (вплоть до полного прекращения менструаций), галакторея, гиперандрогенемия. Избыток пролактина приводит к задержке полового созревания у подростков, у мальчиков дополнительно может вызывать увеличение грудных желез (гинекомастия).

Увеличение выработки *фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов* ведет к преждевременному половому созреванию, которое диагностируется у мальчиков до 9-ти лет, а у девочек до 8-ми лет. Общими для обоих полов проявлениями являются ускорение роста, появление акне, изменившийся запах пота. Кроме того, у девочек будут наблюдаться увеличение размера молочных желез, оволосение на лобке, а также в подмышках, возникновение ранних менструаций, у мальчиков увеличиваются тестикулы, появляется оволосение в области лица, подмышечных впадин и на лобке, меняется тембр голоса.

Избыточное количество тиреотропного гормона в раннем детстве приводит к повышению выработки гормонов щитовидной железы и соответствующим комплексом симптомов: повышенная температура тела, возбудимость нервной системы, снижение массы тела и т.п.;

Болезнь Иценко-Кушинга вызывается гормонопродуцирующей опухолью гипофиза. Заболевание проявляется в росте массы тела, при этом жировые отложения неравномерно распределяются в верхней части туловища, лице. Также возникают угревая сыпь, повышается артериальное давление, через некоторое время развивается остеопороз.

Физиологические особенности гормонов нейрогипофиза в детском возрасте

Нейрогипофиз (задняя доля) выделяет вазопрессин (АДГ) и окситоцин, которые обнаруживаются на 4-5-м месяце антенатального периода. Концентрация АДГ в крови плода крайне низка, сохраняется такой и в неонатальном периоде.

Впервые антидиуретическая активность крови ребенка выявляется в 4-х месячном возрасте, а к году жизни она приближается к уровню взрослых, к этому же периоду завершается созревание клеток нейрогипофиза.

Физиологические особенности *вазопрессина*:

- крайне низкая концентрация у плода и новорожденных;
- антидиуретическая активность крови впервые выявляется в 4-х месячном возрасте ребенка в результате увеличения проницаемости собирательных трубок нефронов и возрастания реабсорбции воды из них в интерстиций мозгового слоя почки;

- в первые 3 месяца жизни почка нечувствительна к АДГ (у детей этого возраста выводится гипотоничная моча);

- антидиуретическая активность крови в 1 год приближается к уровню взрослого человека.

Недостаток АДГ – синдром несахарного диабета (жажда, полиурия – до 15 л/сутки).

Физиологические особенности *окситоцина*:

- у детей выполняет только антидиуретическую функцию;

- оказывает специфическое действие на матку и молочные железы только после завершения периода полового созревания.

Развитие и роль вилочковой железы в детском возрасте

Вилочковая железа расположена в верхнем отделе грудной клетки и состоит из двух долей, соединяющихся в передней части трахеи. Закладывается железа на 6-й неделе внутриутробного развития.

У новорожденных размеры тимуса составляют в среднем 5 см в длину, 4 см – в ширину и 6 мм – в толщину, масса – около 15 г.

Относительная масса тимуса снижается после 2-х лет.

Тимус достигает максимальных размеров в период полового созревания – до 7,5-16 см в длину, а масса достигает 20-40 г. Активность стимулируется тироксином и соматотропином. Инволюция начинается после наступления половой зрелости под воздействием эстрогенов и андрогенов. После 16-ти лет масса тимуса постепенно уменьшается и в возрасте 20 лет составляет 25 г. У девочек размеры железы больше, что связано с разным воздействием на нее половых гормонов. С возрастом тимус подвергается атрофии с замещением на жировую ткань и развитием соединительнотканых волокон (у лиц старческого возраста средняя масса тимуса составляет всего 6 г).

В тимусе вырабатываются гормоны, стимулирующие образование антител и рост ребенка:

- тимозин,

- тимусовый гуморальный фактор,

- тимопоэтин I,

- тимопоэтин II,

- гомеостатический тимусовый гормон.

Вилочковая железа играет доминирующую роль в иммунной системе. Гормоны тимозин, тимопоэтин стимулируют выработку антител. В тимус мигрируют лимфоидные стволовые клетки и дифференцируются в Т-лимфоциты – белые клетки крови, уничтожающие аномальные клетки с чужеродными антигенами. Количество Т-лимфоцитов долгое время сохраняется на достаточном уровне, т.к. значительную часть популяции Т-лимфоцитов составляют долгоживущие клетки, которые не нуждаются в постоянном обновлении. Иммунная система располагает некоторыми

компенсаторными возможностями для замещения отдельных функций недостающих Т-лимфоцитов.

Вилочковая железа особенно активна у младенцев и маленьких детей, потому что иммунной системе приходится прилагать много усилий для формирования защитной системы организма. В первые годы жизни собственные защитные силы организма сталкиваются с особенно большим количеством патогенов и должны быть достаточно активны, чтобы создать защиту. В дальнейшем встреча с новыми патогенными организмами случается реже, поэтому энергетические затраты на содержание тимуса становятся нецелесообразными.

Другая функция вилочковой железы – предотвращение патологического роста клеток и предупреждение рака.

Гиперфункция тимуса – статус-тимиколимфатикус: разрастание лимфоидной ткани, одутловатость лица, тучность, тонкость кожи, беспричинная рвота, сердечно-сосудистый коллапс.

Гипофункция тимуса – нарушение клеточных иммунных реакций, гнойные инфекции, истощение (врожденный синдром Ди Джорджа).

Развитие функции надпочечников в раннем онтогенезе

Закладка надпочечников происходит на 22-25-й день эмбрионального периода. Масса и размеры надпочечников зависят от возраста. В 2 месяца внутриутробного развития масса надпочечников равна массе почек, у новорожденного их величина составляет 1/3 размера почки. После рождения в 4 месяца масса надпочечника уменьшается наполовину, а после года она начинает вновь постепенно увеличиваться.

Имеются довольно значительные различия в строении надпочечников детей и взрослых. Выделяется несколько типов в дифференцировке надпочечников у детей.

1. Эмбриональный тип. Надпочечник массивен и сплошь состоит из коркового вещества. Корковая зона очень широкая, пучковая зона выражена неотчетливо, а мозговое вещество не выявляется.

2. Ранний детский тип. На первом году жизни наблюдается процесс обратного развития корковых элементов. Корковый слой становится узким. С 2-х месячного возраста пучковая зона становится все более отчетливой; клубочковая имеет форму отдельных петель (с 4-7-ми месяцев до 2-3-х лет).

3. Детский тип (3-8 лет). К 3-4-м годам наблюдается увеличение слоев надпочечника и развитие соединительной ткани в капсуле и пучковой зоне. Масса железы нарастает, дифференцируется сетчатая зона.

4. Подростковый тип (с 8-ми лет). Отмечается усиленный рост мозгового вещества. Клубочковая зона сравнительно широкая, дифференцировка коры происходит медленнее.

Инволюция фетальной коры начинается вскоре после рождения, в результате к концу 3-й недели жизни надпочечники теряют 50%

первоначальной массы. К 3-4-м годам фетальная кора полностью исчезает. Фетальная кора продуцирует в основном андрогенные гормоны.

Окончательное формирование коркового слоя заканчивается к 10-12-ти годам. Функциональная активность коры надпочечников имеет довольно большие различия у детей разного возраста.

В процессе родов новорожденный получает от матери избыток кортикостероидов, что ведет к подавлению адренкортикотропной активности гипофиза. С этим связывают и быструю инволюцию фетальной зоны. В первые дни жизни новорожденный выводит с мочой преимущественно метаболиты материнских гормонов. К 4-му дню происходит существенное снижение экскреции и продукции стероидов. В это время возможно возникновение и клинических признаков недостаточности надпочечников. К 10-му дню происходит активация синтеза гормонов коры надпочечников.

В корковом веществе (составляет примерно 2/3 общей массы надпочечников) образуются кортикостероидные гормоны, среди которых наибольшее значение имеют глюкокортикоиды (кортизол), минералокортикоиды (альдостерон) и андрогены.

У детей до 6-7-ми лет кора надпочечников секретирует только глюкокортикоиды и минералокортикоиды. Половые гормоны надпочечники начинает вырабатывать позже, с 8-9-ти лет.

При гипофункции коры также снижается резистентность организма к стрессу. Гиперфункция коры вызывает преждевременное половое созревание. В период полового созревания функция коры надпочечников усиливается. Андрогены усиливают синтез белка, приводят к увеличению мышечной силы и массы тела, ускорению роста. Благодаря андрогенам, в пубертатном периоде происходит резорбция (вымывание) кальция в кишечнике и отложение его в костях, что способствует совершенствованию химического состава костей.

В мозговом слое образуется катехоламины, среди которых у взрослых около 90% представлено адреналином, 10% – норадреналином и 1% – допамином. Гормоны мозгового слоя надпочечников в период внутриутробного развития секретирует в основном норадреналин с постепенным увеличением доли адреналина. Доля адреналина у новорожденного составляет 30%, у ребенка 2-х лет – 60%.

К болезням, вызываемым недостатком гормонов, относятся острая и хроническая надпочечниковая недостаточность. Острая недостаточность надпочечников является причиной тяжелого состояния и даже смертельных исходов у детей с острыми детскими инфекциями. К болезням, связанным с избыточной продукцией гормонов коры надпочечников, относятся болезнь Кушинга, гиперальдостеронизм, адреногенитальный синдром. Болезнь Кушинга надпочечникового происхождения связана с гиперпродукцией 11, 17-оксикортикостероидов. Симптомами являются атрофия мускулатуры и ее слабость вследствие

повышенного распада белка, отрицательный азотистый баланс. Наблюдается ожирение с типичным распределением подкожного жирового слоя, задержка роста, преждевременное оволосение, отложение подкожного жирового слоя в области VII шейного позвонка. Первичный гиперальдостеронизм Кона характеризуется рядом признаков, связанных в первую очередь с потерей организмом калия и влиянием калиевой недостаточности на функцию почек, скелетные мышцы и сердечно-сосудистую систему. При адреногенитальном синдроме у девочек отмечается ложный гермафродитизм, а у мальчиков – ложное преждевременное созревание. У представителей обоего пола отмечается увеличение роста, развитие костей на несколько лет опережает возраст. В результате преждевременного закрытия эпифизарных хрящей рост ребенка прекращается до того, как он достигает обычной средней высоты.

Развитие поджелудочной железы и роль ее гормонов в детском возрасте

Клетки, обладающие свойствами эндокринных элементов, обнаруживаются в эпителии трубочек формирующейся поджелудочной железы уже у 6-ти недельного эмбриона. В возрасте 10-13 недель уже можно определить островок, содержащий А- и В-инсулоциты в виде узелка, растущего из стенки выводного протока. В 13-15 недель островок отшнуровывается от стенки протока.

Островки зрелого типа, при котором А- и В-клетки, окружая синусоидные капилляры, равномерно распределены по всему островку, появляются на 7-м месяце внутриутробного развития. К этому времени наблюдается максимальная относительная масса эндокринной ткани в составе поджелудочной железы – 5,5-8% всей массы органа.

К моменту рождения относительное содержание эндокринной ткани уменьшается почти вдвое и к 2-м неделям снова увеличивается до 6%.

К концу первого года происходит опять снижение до 2,5-3%, и на этом уровне относительная масса эндокринной ткани сохраняется весь период детства. Количество островков на 100 мм² ткани у новорожденного составляет 588, к 3-4-м месяцам падает до 90-100. Полное созревание железы происходит только к 4-му году жизни ребенка.

Продуцирование гормонов поджелудочной железой:

- β-клетки – инсулин;
- α-клетки – глюкагон;
- δ-клетки – соматостатин;
- PP-клетки – панкреатический полипептид;
- G-клетки – гастрин.

Инсулин определяется к 12-ти неделям в β- клетках, и почти в то же самое время он начинает циркулировать в крови. После дифференцировки островков в них обнаруживаются D-клетки, содержащие соматостатин.

Таким образом, морфологическое и функциональное созревание островкового аппарата поджелудочной железы происходит очень рано и существенно опережает по срокам созревание экзокринной части.

Регуляция инкретиции инсулина во внутриутробном периоде и на ранних сроках жизни отличается определенными особенностями. В частности, глюкоза в этом возрасте является слабым стимулятором выброса инсулина, а наибольшим стимулирующим эффектом обладают аминокислоты – сначала лейцин, в позднем фетальном периоде – аргинин. Концентрация инсулина в плазме крови плода не отличается от таковой в крови матери и взрослых людей. Проинсулин обнаруживается в ткани железы плода в высокой концентрации. Вместе с тем у недоношенных детей концентрации инсулина в плазме крови относительно низкие и составляют от 2 до 30 мкЕД/мл. У новорожденных выброс инсулина существенно возрастает в течение первых дней жизни и достигает 90-100 ЕД/мл, относительно мало коррелируя с уровнем глюкозы в крови. Выведение инсулина с мочой в период с 1-го по 5-й день жизни увеличивается в 6 раз и не связано с функцией почек.

Физиологические особенности инсулина у плода и новорожденных:

- обнаруживается у плода на 12-й неделе, увеличивая проницаемость клеточных мембран для аминокислот, стимулируя синтез белков;
- секреция гормона слабо зависит от концентрации глюкозы в крови плода;
- имеет существенное значение для прироста массы тела плода;
- гипергликемия у матери сопровождается увеличением концентрации глюкозы в крови плода;
- в первые дни после рождения секреция инсулина снижена в связи с физиологической гипогликемией новорожденных;
- при сахарной нагрузке выделение инсулина у новорожденных детей имеет длительный скрытый период.

Инсулин в организме плода принимает участие в синтезе белков, жиров, снижает концентрацию глюкозы в крови плода. Функция бета-клеток совершенствуется после рождения. Их гипосекреция вызывает нарушение углеводного обмена, гипергликемию, нарушение роста, отставание в умственном развитии. У женщин, страдающих сахарным диабетом, гипергликемией, рождаются дети с избыточной массой тела.

Концентрация глюкагона в крови плода увеличивается вместе со сроками внутриутробного развития и после 15-й недели уже мало отличается от его концентрации у взрослых – 80-240 пг/мл. Существенный подъем уровня глюкагона отмечается в первые 2 ч после родов, причем уровни гормона у доношенных и недоношенных детей оказываются очень близкими. Основным стимулятором выброса глюкагона в перинатальном периоде является аминокислота аланин.

Физиологические особенности глюкагона у плода и новорожденных:

- обнаруживается у плода с 8-й недели;
- активность гормона резко падает в конце первого часа после рождения;
- активность гормона возвращается к норме к третьему дню жизни;
- увеличивает активность фермента аденилатциклазы и цАМФ, что способствует гликогенолизу – превращению гликогена в глюкозу.

Активность глюкагона к моменту рождения такая же, как у взрослого.

У ребенка глюкагон регулирует поступление глюкозы к нейронам, поэтому обеспечивает функционирование центральной нервной системы организма, наиболее чувствительной к недостатку глюкозы.

Соматостатин накапливается в δ -клетках несколько позднее, чем инсулин и глюкагон.

Физиологические функции паращитовидных желез и их особенности в детском возрасте

Паращитовидные железы представлены небольшими эндокринными железами (две верхние и две нижние), преимущественно расположенными по задней поверхности боковых долей щитовидной железы;

Начало формирования паращитовидной железы – 5-6-я неделя внутриутробного развития. Функционировать начинает в период внутриутробного развития, поддерживая гомеостазис кальция независимо от колебаний минерального баланса матери.

Высокая активность железы наблюдается в последние недели внутриутробного развития и сразу после рождения. Не исключается участие гормона паращитовидных желез в механизмах адаптации новорожденного, т. к. гомеостазирование уровня кальция обеспечивает реализацию эффекта целого ряда тройных гормонов гипофиза на ткань желез мишеней и действие гормонов, в частности, надпочечника, на периферические тканевые клеточные рецепторы. Масса железы у новорожденных – 5 г.

Во втором полугодии жизни обнаруживается некоторое уменьшение размеров главных клеток. Первые оксифильные клетки появляются в околощитовидных железах, после 6-7-ти летнего возраста их число увеличивается. После 11-ти лет в ткани железы появляется возрастающее количество жировых клеток. Масса паренхимы паращитовидных желез к 10-ти годам достигает 40 мг (взрослого – 75-85 мг).

Постнатальное развитие паращитовидных желез рассматривается как медленно прогрессирующая инволюция. Самая большая функциональная активность паращитовидных желез относится к перинатальному периоду и 1-2-м годам жизни детей. Это периоды

максимальной интенсивности остеогенеза и напряженности фосфорно-кальциевого обмена.

Паращитовидная железа секретирует паратгормон, который совместно с витамином D является основным фактором регуляции обмена кальция и фосфора, способствуя развитию скелета ребенка.

Функции паратгормона:

- стимуляция всасывания кальция в кишечнике;
- усиление реабсорбции кальция в канальцах почки;
- торможение реабсорбции фосфатов в канальцах почки;
- выведение фосфора с мочой;
- вымывание кальция из костной ткани;
- активация остеокластов;
- превращение в почках кальцитриола из кальцидиола (производное витамина D₃, образуемого в печени);
- остеолизис – возрастание выхода кальция и фосфата из кости в кровь с помощью активации кальциевого насоса;
- остеогенез;
- формирование нормальной нервно-мышечной возбудимости.

Гормон паращитовидных желез вместе с витамином D обеспечивает всасывание кальция в кишечнике, реабсорбцию кальция в канальцах почки, вымывание кальция из костей и активацию остеокластов костной ткани. Независимо от витамина D паратгормон тормозит реабсорбцию фосфатов канальцами почек и способствует выведению фосфора с мочой. По своим физиологическим механизмам паратгормон является антагонистом тиреокальцитонина щитовидной железы. Этот антагонизм обеспечивает содружественное участие обоих гормонов в регуляции баланса кальция и перемоделировании костной ткани. Активация паращитовидных желез возникает в ответ на снижение уровня ионизированного кальция в крови. Увеличение выброса паратгормона в ответ на этот стимул способствует быстрой мобилизации кальция из костной ткани и включению более медленных механизмов – повышению реабсорбции кальция в почках и увеличению всасывания кальция из кишечника.

Физиологические особенности паратгормона у новорожденных:

- значительное снижение уровня кальция в крови после рождения;
- признаки гипопаратиреоза – приступы апноэ, тетании – непроизвольные болезненные сокращения мышц (из-за снижения мембранного потенциала миоцитов);
- увеличение уровня паратгормона в крови через 2-3 дня после рождения.

Кальциевое голодание или нарушение всасывания витамина D, лежащее в основе рахита у детей, всегда сопровождается гиперплазией паращитовидных желез и функциональными проявлениями гиперпаратиреоза, однако все эти изменения являются проявлением

нормальной регуляторной реакции и не могут считаться заболеваниями паращитовидных желез. При заболеваниях паращитовидных желез могут возникать состояния повышенной функции – гиперпаратиреоз или сниженной функции – гипопаратиреоз. Умеренные патологические изменения функции желез сравнительно трудно дифференцировать от вторичных, т. е. регуляторных ее изменений.

Клинические признаки изменений активности паращитовидных желез включают в себя симптоматику со стороны нервно-мышечной возбудимости, а также костей, зубов, кожи и ее придатков.

При гипопаратиреозе содержание кальция в сыворотке крови понижено до 1,0-1,2 ммоль/л, а содержание фосфора повышено до 3,2-3,9 ммоль/л. При врожденном гипопаратиреозе существенно нарушается формирование костей – раннее возникновение остеомаляции. Повышается вегетативная лабильность и возбудимость (пилороспазм, диарея, тахикардия). Отмечаются признаки повышенной нервно-мышечной возбудимости. Некоторые симптомы возникают остро и могут требовать неотложной помощи. К ним относятся судороги и ларингоспазм. Судороги тонические, захватывающие преимущественно мышцы-сгибатели, возникают в ответ на резкое тактильное раздражение при пеленании, осмотре и т. д. Со стороны верхних конечностей характерна «рука акушера», со стороны нижних конечностей – прижатие ног и сведение их вместе, сгибание стоп. Ларингоспазм чаще возникает ночью, обычно вместе с судорогами, но может быть и без них, характеризуется спазмом голосовой щели. Возникает шумное дыхание с участием грудной клетки, ребенок синеет. Испуг усиливает проявления ларингоспазма. Может наступить потеря сознания. Длительное течение заболевания сопровождается отставанием в росте, изменением состояния кожи, волос и зубов.

Гиперпаратиреоз сопровождается увеличением уровня кальция сыворотки крови до 3-4 ммоль/л и снижением содержания фосфора до 0,8 ммоль/л. Гиперпаратиреоз сопровождается выраженной мышечной слабостью, запорами, болями в костях. Нередко возникают переломы костей. Рентгенологически в костях обнаруживаются участки разрежения в виде кист.

Физиологические функции эпифиза и его развитие в онтогенезе

Эпифиз (шишковидное тело) – эндокринная железа неvroгенной группы. Железа представлена небольшим шишковидным телом серовато-красноватого цвета, располагающимся в борозде между верхними холмиками пластинки четверохолмия среднего мозга. Снаружи эпифиз покрыт соединительнотканной капсулой, от которой внутрь железы отходят трабекулы, разделяющие ее на дольки. На основании морфологических признаков эпифиз причисляют к органам, находящимся за гематоэнцефалическим барьером.

Эпифиз обнаруживается на 5-7-й неделе периода внутриутробного развития. Масса у новорожденных составляет около 7 мг. Секретция начинается на 3-м месяце. В грудном возрасте функциональная активность железы высокая. Но уже в конце первого года жизни происходит перестройка ее структуры: уменьшается количество клеток активной паренхимы, снижается кровоснабжение. Интенсивно эпифиз функционирует до 7-ми лет. Только к 10-ти летнему возрасту окончательно сформировываются размер и вес шишковидной железы. Размер железы остается более или менее постоянным до 18-20-ти лет, позднее в нем откладываются соли кальция и магния. С возрастом функциональная активность эпифиза снижается. Если в силу каких-либо причин отмечается ранняя инволюция железы, то это сопровождается и более быстрыми темпами полового созревания ребенка. Но полной атрофии эпифиза не происходит даже в глубокой старости.

В железе выделяется два типа железистых клеток – пинеалоциты и глиальные клетки. Обладает нейросекреторной деятельностью. Пинеалоциты синтезируют мелатонин, серотонин и ряд полипептидов. Функции эпифиза имеют четкий суточный ритм (мелатонин синтезируется ночью, серотонин – днем).

Главные функции эпифиза:

- тормозит секрецию половых гормонов;
- тормозит рост тела и физическое развитие ребенка;
- оказывает влияние на цикл «сон-бодрствование»;
- влияет на функции нейро- и аденогипофиза, щитовидной и паращитовидной желез, половых желез, панкреатических островков;
- регулирует обмен фосфора, кальция и магния;
- регулирует водно-солевой обмен.

Мелатонин является антагонистом меланоцитстимулирующего гормона и тормозит выделение лютеинизирующего гормона. Это самый главный и незаменимый регулятор суточного ритма, который, вырабатываясь с началом сумерек, помогает засыпать. Почти во всех тканях и органах находятся рецепторы, восприимчивые к мелатонину, но функционируют в зависимости от множества факторов.

Мелатонин обеспечивает полноценный здоровый сон, стрессоустойчивость, стабилизацию артериального давления, понижение уровня глюкозы в крови, уменьшение содержания холестерина.

У детей функциональность мелатонина имеет наивысшие показатели: гормон повышает способность к обучению и улучшает защитные функции организма, укрепляет сосудистые стенки.

Серотонин («гормон счастья») вырабатывается при дневном освещении. Улучшает психологическое и эмоциональное состояние, облегчает двигательную активность и имеет прочие функции. Накапливается в железе, а в ночное время преобразуется в самый главный гормон эпифиза – мелатонин.

Гипофункция эпифиза – раннее половое созревание.

Гиперфункция эпифиза – ожирение, явления гипогинетализма.

Развитие и роль половых желез в детском возрасте

На ранней стадии развития эмбриона различить пол по строению половых желез и наружных половых органов не представляется возможным. Первые зачатки наружных половых органов появляются в начале 2-го месяца зародышевой жизни.

Женские половые железы

В женском организме специфическую половую эндокринную функцию осуществляют яичники, регулируемые фолликулостимулирующим и лютеинизирующим гормонами аденогипофиза.

В яичниках новорожденных девочек находятся 300-400 тыс. примордиальных фолликул. В некоторых фолликулах образуется полость, заполненная фолликулярной жидкостью, содержащей гормон эстрон. С этого момента фолликулы начинают выполнять эндокринную функцию. Полного развития фолликулы яичника достигают только, начиная с периода половой зрелости, т.е. в 13-15 лет. После первой овуляции в яичнике образуется еще один гормон – прогестерон, продуцируемый клетками желтого тела. Размеры и масса яичников у новорожденных крайне малы. К году масса их увеличивается в 2,5 раза. В 5-6 лет масса каждого яичника достигает 1,0 г, а к 12-ти годам он вновь увеличивается вдвое и несколько превышает 2,0 г. Только к 20-ти годам яичник достигает предельной массы – 6,6 г. Эстрогены обладают выраженным биологическим действием. Они влияют на рост и развитие женских половых органов и развитие вторичных половых признаков, а также стимулируют многие процессы обмена. Выделяют три основных периода в половом развитии девочек:

- асексуальный – первые 6-7 лет жизни;
- пресексуальный – с 8-ми лет до появления первой менструации;
- пубертатный – от первой менструации до наступления полной половой зрелости.

В пубертатный период у девочек появляются менструации. Нормальным считается появление первой менструации (менархе) не ранее 11-12-ти лет и не позднее 17-18-ти лет, что свидетельствует о сформированности гипоталамо-гипофизарно-яичниковой системы, с помощью которой осуществляется регуляция половых циклов. Примерно за год до наступления менархе отмечается наиболее бурный рост тела (вытягивание). С началом же месячных рост тела в длину замедляется, но происходят прибавка массы тела (округление) и бурное развитие вторичных половых признаков.

Гипофункция половых желез – усиленный рост длинных костей, формирование евнухоидных пропорций тела, задержка полового развития.

Гиперфункция половых желез – ранее половое развитие, ранние менструации по ановулярному типу.

Мужские половые железы

Мужские половые железы (яички) осуществляют двойную функцию:

- развитие мужских половых клеток – сперматозоидов;
- образование мужских половых гормонов – тестостерон, ингибин.

Тестостерон обуславливает специфические черты строения мужского организма. Ингибин тормозит секрецию фолликулостимулирующего гормона аденогипофиза.

Простата и семенные пузырьки выполняют функцию добавочных желез полового аппарата. До наступления половой зрелости простата мала и представляет собой мышечный орган. Железистая часть ее развивается ко времени полового созревания и достигает дефинитивного строения к 17-ти годам.

Андрогены способствуют развитию вторичных половых признаков, стимулируют рост и развитие наружных половых органов, определяют рост волос на лице, стимулируют сперматогенез.

У мальчиков половое созревание начинается с 10-11-ти лет. В это время отмечается увеличение полового члена и яичек, рост гортани, в 12-13 лет – усиление роста полового члена и яичек, начало оволосения в области половых органов, аналогичное с женским типом, в 14 лет – изменяется голос, возникает набухание грудных желез, в 15 лет – пигментируется мошонка, возникает оволосение подмышечных впадин и лица. Для мальчиков показателем зрелости репродуктивной сферы и развития организма является появление поллюций (ночных непроизвольных извержений семенной жидкости). Они появляются в подростковом возрасте, в среднем к 15-ти годам.

Гипофункция мужских половых желез – прекращение полового созревания, отсутствие вторичных половых признаков, позднее окостенение хрящей.

Гиперфункция мужских половых желез – преждевременное половое созревание, ускоренное физическое развитие.

Половое созревание

Половое созревание девочек начинается на год раньше, чем у мальчиков и включает пять стадий.

Первая стадия – препубертатная (девочки 9-10 лет), характеризующаяся ростом тела, костей таза, округлением ягодиц, в 10-11 лет начинается рост молочных желез и волос на лобке.

Вторая стадия – начало пубертата, характеризуется активизацией гипофиза. Увеличивается секреция гипофизом соматотропина и гонадотропина (фоллитропина), в 11-12 лет у девочек происходит рост наружных и внутренних половых органов под влиянием ГТГ гипофиза.

Третья стадия – активизации гонад (девочки 12-16 лет), характеризуется появлением вторичных половых признаков и менструальных циклов. Она продолжается 4 года: от начала развития молочных желез (телархе) до появления первой менструации (менархе).

Четвертая стадия – пубертатная, или стероидогенеза (выделения стероидных половых гормонов). Гормоны гипофиза стимулируют функции половых желез, которые начинают вырабатывать не только эстрогены, но и прогестерон. Увеличиваются яичники, в них четко различимы фолликулы. Появляется лобковое и подмышечное оволосение. Происходит активная секреция эстрогенов, под влиянием которых формируется женский тип телосложения.

Пятая стадия – постпубертатная (девочки 16-18 лет), характеризующаяся установлением регулярных менструальных циклов. Рост скелета останавливается. Преждевременным половое созревание считается, если выраженные его признаки появляются у девочек до 9-ти лет и поздним – при отсутствии указанных признаков в возрасте 11-13 лет.

Половое созревание мальчиков начинается на год позже, чем у девочек, в 10-11 лет, и включает пять стадий. Тестостерон стимулирует рост костной и мышечной ткани. Андрогены влияют на ЦНС, психические процессы подростков, обуславливают повышенную возбудимость и агрессивность мальчиков-подростков, стремление быть лидерами. Препубертатная стадия у мальчиков, как и у девочек, характеризуется отсутствием вторичных половых признаков. Вторая стадия – начало пубертата, характеризуется активизацией гипофиза. Увеличивается секреция гипофизом соматотропина и гонадотропина. Третья стадия – активизация гонад. Гормоны гипофиза стимулируют развитие половых желез, у мальчиков увеличиваются яички. Четвертая стадия – пубертатная, характеризующаяся активной секрецией стероидных гормонов – тестостерона. У мальчиков наблюдается оволосение по мужскому типу, формируется мужской тип телосложения, завершается ломка голоса. Пятая стадия – постпубертатная. Заканчиваются гормональные преобразования, устанавливается характерный для взрослого уровень активности половых желез, полностью выражены вторичные половые признаки (широкие плечи и узкий таз у юношей).

На сроки наступления полового созревания влияют условия жизни (деревня, город), климат, характер питания, раса, пол. У девочек этот период продолжается примерно с 12-ти до 16-17-ти лет, у мальчиков – с 13-ти до 18-ти лет. Образование сперматозоидов у мальчиков начинается с 15-ти лет.

Начало периода полового созревания приурочено к ускорению темпа роста: у девочек к 12-13-ти годам, у мальчиков – к 14-15-ти годам, когда происходит «пубертатный скачок». Увеличение роста особенно хорошо заметно у девушек за год до наступления менархе. В период

полового созревания в значительной степени меняется поведение подростков: они оставляют детские игры, становятся неуправляемыми.

Контрольные вопросы

1. Последствия гипофункции аденогипофиза и щитовидной железы у детей. Роль соматотропного гормона.
2. Последствия гиперфункции аденогипофиза у детей.
3. Значение вилочковой железы в развитии иммунитета.
4. Развитие функции надпочечников в раннем онтогенезе.
5. Развитие в онтогенезе функций островков поджелудочной железы.
6. Нарушение развития у детей при гипофункции околощитовидных желез.
7. Развитие и роль половых желез в детском возрасте.
8. Половое созревание.

ГЛАВА 10. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ И МЫШЦ

Физиологические особенности нервно-мышечной системы в онтогенезе

Нервно-мышечная система осуществляет двигательную функцию и в ходе онтогенеза претерпевает резко выраженные структурные и функциональные изменения. Структурные изменения проявляются увеличением общей массы мускулатуры и преобразованием строения мышц. Функциональные изменения характеризуются эволюцией основных свойств мышечной ткани, ее функции, чувствительностью к действию раздражителей и т. д.

Во внутриутробном периоде функция скелетной мускулатуры сводится к обеспечению роста плода, деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Наблюдается неравномерность развития отдельных мышц и мышечных групп. Быстрее всего формируются системы, которые обеспечивают функции, необходимые новорожденному. В мышечной ткани плода мало содержится сократимых белков, они обладают слабо выраженной способностью взаимодействовать с АТФ и у них отсутствует реакция взаимодействия между миозиновой и актиновой фракциями. Формирование мышечного рецепторного аппарата плода опережает созревание моторных нервных окончаний. С 10-12-й недели внутриутробной жизни начинается организация мышечных веретен, которые к моменту рождения достаточно развиты. У плода преобладает тонус мышц-сгибателей, что обеспечивает характерную внутриутробную позу, которая поддерживается рефлекторно.

В постнатальном периоде функция скелетной мускулатуры сводится к обеспечению роста и терморегуляции. Поэтому адекватной формой стимуляции двигательной активности скелетных мышц служит температура окружающей среды. Для детей этого периода характерна постоянная активность скелетной мускулатуры. Даже во время сна мышцы не расслабляются и находятся в состоянии тонуса. Постоянная активность скелетных мышц является стимулом бурного роста мышечной массы.

За весь период роста ребенка масса мускулатуры увеличивается в 35 раз, значительно больше, чем масса многих других органов. У новорожденных масса мышц составляет 23%, к 8-ми годам – 27%, к 15-ти годам – 33% от общей массы. При этом рост отдельных групп мышц происходит неравномерно. Имеет место относительное преобладание мускулатуры туловища и слабое развитие мускулатуры конечностей. У новорожденных и детей 1-2-х месяцев продолжает преобладать тонус мышц-сгибателей. К 5-ти годам происходит более интенсивное развитие мышц-разгибателей и соответственно увеличение их тонуса.

Мышечные волокна новорожденных в 5 раз тоньше, чем у взрослых. Диаметр их составляет у новорожденных 6,5-7,8 мкм, а к 12-16-ти годам – 25-28 мкм. Мышечные волокна новорожденных богаты

саркоплазмой, поперечная полосатость выражена слабо, рост их происходит за счет утолщения миофибрилл.

Кривая одиночного мышечного сокращения у новорожденных резко растянута во времени по сравнению с кривой взрослого. Кривая тетануса новорожденного имеет пологое начало и постепенное расслабление, напоминая тетанус утомленной мышцы, что связано с более быстрым накоплением продуктов обмена в мышцах ребенка.

В первые же дни постнатальной жизни происходит дифференцирование на медленные и быстрые мышцы, свойственное взрослому организму.

У новорожденных детей меньше активность натрий-калиевого насоса. По этой причине в скелетных миоцитах больше ионов натрия и меньше ионов калия, а мембранный потенциал меньше. У новорожденных амплитуда потенциалов действия меньше, а длительность больше, чем в зрелом возрасте. Так, величина мембранного потенциала у взрослых составляет 75-85 мВ, а у новорожденных – 25-40 мВ. Этот факт связан с изменением содержания ионов в клетках в разные возрастные периоды. У новорожденных отмечается низкий уровень содержания ионов K^+ в клетке и больше, чем у взрослых, содержание ионов Na^+ . Становление ионных градиентов и мембранного потенциала происходит ко второму году жизни ребенка. Потенциал действия мышечных волокон новорожденных не блокируется специфическим блокатором натриевых каналов – тетродотоксином.

Хронаксия у новорожденных равна 0,1-0,5 мс, что в 2-10 раз больше, чем у взрослых. Достижение хронаксии уровня взрослых происходит к 9-15-ти годам жизни. Возбудимость мышц с возрастом возрастает.

С началом пубертатного периода повышается максимально достижимая концентрация молочной кислоты в крови и величина максимального кислородного долга, что свидетельствует об усилении роли анаэробных источников энергии при мышечной деятельности. Максимальное потребление кислорода увеличивается пропорционально повышению массы тела. В процессе онтогенеза увеличивается сила и работа мышц, а также быстрота движения.

К 14-15-ти годам функциональное состояние нервно-мышечной системы приближено к взрослому организму.

Проведение возбуждения по нервному волокну в детском возрасте

Потенциал покоя нервных волокон у детей значительно меньше, чем у взрослых (вследствие большей проницаемости клеточной мембраны для ионов).

Небольшая величина потенциала действия новорожденного сочетается с большей его продолжительностью и часто с отсутствием инверсии из-за меньшей ионной асимметрии.

В процессе созревания нервного волокна проницаемость его мембраны уменьшается, улучшается работа ионных помп, возрастает потенциал покоя и потенциал действия, что свидетельствует о функциональном созревании нервного волокна.

Величина хронаксии до года в несколько раз больше, чем у взрослых.

Лабильность нервного волокна плода и детей первых лет жизни низкая, с возрастом она также увеличивается (у новорожденных – 4-10 Гц, а у детей 5-9-ти лет – 300-800 Гц).

Особенности проведения возбуждения у детей:

- возбудимость нервных волокон у плода и новорожденного значительно ниже, чем у взрослого;
- с 3-х месячного возраста возбудимость нервных волокон начинает повышаться;
- проводимость нерва плода и детей низкая, у новорожденных скорость проведения возбуждения по нервным волокнам не превышает 50% от скорости взрослых;
- с возрастом скорость проведения возбуждения по нервным волокнам увеличивается в результате их миелинизации, увеличения толщины волокна и длины перехватов Ранвье;
- плохо выражена изолированность проведения возбуждения.

Лабильность нервно-мышечного аппарата в раннем онтогенезе

Для внутриутробного периода характерна очень низкая лабильность нервно-мышечного аппарата, которая колеблется в пределах 3-4 Гц. Низкая лабильность мышц эмбрионов определяет их тонические свойства.

После рождения отмечается пониженная возбудимость нервно-мышечной системы, что проявляется большим порогом раздражения, длительной хронаксией и низкой лабильностью.

Возрастные изменения лабильности связываются с состоянием нервно-мышечных синапсов в период новорожденности. На это указывает тот факт, что по мере созревания мионеврального синапса длительность перехода возбуждения с нерва на мышцу укорачивается в среднем в 4 раза, что способствует увеличению лабильности. К 14-15-ти годам лабильность достигает уровня взрослого человека.

Особенности физиологических свойств мышц в детском возрасте

У новорожденных анатомически имеются все скелетные мышцы. Количество мышечных волокон с возрастом в них не увеличивается. Рост мышечной массы происходит за счет увеличения размеров миофибрилл, которые отесняют ядра на периферию. Количество ядер уменьшается, а их размеры возрастают. Одновременно утолщается сарколема. Размеры мышечных волокон стабилизируются к 20-ти годам.

Количество волокон в мышце устанавливается через 4-5 месяцев после рождения и затем практически не меняется на протяжении всей жизни. При рождении толщина их составляет примерно 1/5 толщины волокон у взрослых людей.

Возбудимость мышц новорожденного очень низка. Показателем этого является высокая хронаксия и большой порог деполяризации. У новорожденного потенциал покоя миоцитов составляет -20-40 мВ. Низкий уровень мембранного потенциал покоя в раннем возрасте связан с меньшей активностью Na^+/K^+ -АТФ-азы, в результате чего внутриклеточное содержание ионов Na^+ выше, а ионов K^+ – ниже, чем у взрослых. Трансмембранная разность ионов K^+ и Na^+ невысока, поэтому и величина потенциала действия небольшая. Отмечается большая длительность фаз абсолютной и относительной рефрактерности. В процессе роста проницаемость мембраны уменьшается, работа ионных насосов улучшается и увеличивается потенциал покоя и потенциал действия.

Лабильность у детей ниже, чем у взрослых вследствие большой длительности рефрактерных фаз. В связи с этим скелетные мышцы новорожденных не способны развивать тетанус, мышечные сокращения носят тонический характер. С возрастом происходит укорочение фаз абсолютной и относительной рефрактерности и, как следствие, возрастание скорости проведения возбуждения и увеличение быстроты движений.

Проводимость у новорожденных низкая. Скорость проведения потенциала действия с возрастом увеличивается, что является следствием увеличения толщины мышечного волокна и амплитуды потенциала действия, т. к. снижается сопротивление ионному току и быстрее развивается возбуждение на соседнем участке мембраны.

Сократимость у новорожденных понижена. Фазы укорочения и расслабления одиночного мышечного сокращения новорожденного замедлены и характеризуется большим временем сокращения. В мышцах детей быстрее накапливаются продукты метаболизма, поэтому тетанус имеет пологое начало и постепенное расслабление. Мышцы отвечают тоническим сокращением на раздражители любой частоты и сокращаются без пессимального торможения все время действия раздражителя, что обусловлено недостаточностью зрелости мионевральных синапсов.

Эластичность мышц у детей высокая, они сильнее укорачиваются при сокращении и удлиняются в момент растяжения. Эластичность мышц с возрастом уменьшается, а упругость и прочность, наоборот, увеличиваются.

В 4-5 лет быстрее развиваются мышцы предплечья. Усиленное развитие мышц кисти происходит в 6-7 лет. При этом скорость развития сгибателей превышает созревание разгибателей. В раннем детском

возрасте повышен тонус мышц сгибателей кистей рук и разгибателей бедра. В дальнейшем распределение тонуса нормализуется.

У новорожденных отсутствует дифференциация моторных единиц на быстрые и медленные, но уже с первых дней жизни у ребенка начинается постепенная дифференцировка, характерная для взрослых.

Контрольные вопросы

1. Особенности мембранного потенциала и потенциалов действия в раннем онтогенезе.
2. Изменение скорости проведения возбуждения нервными волокнами в раннем онтогенезе.
3. Лабильность нервно-мышечного аппарата в раннем онтогенезе.
4. Особенности мышечных сокращений в раннем онтогенезе.
5. Дифференциация моторных единиц на быстрые и медленные.

ГЛАВА 11. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Анатомо-физиологические особенности нервной системы в детском возрасте

Закладка нервной системы происходит на 1-й неделе внутриутробного развития. Наибольшая интенсивность деления нервных клеток головного мозга приходится на период от 10 до 18-й недели внутриутробного развития, что можно считать критическим периодом формирования ЦНС. На протяжении всего периода развития нервной системы четко прослеживается гетерохронность (неравномерность и неодновременность) созревания различных отделов головного мозга, постепенное совершенствование его функций.

К рождению ребенка *головной мозг* относительно массы тела большой (355-399 г) и составляет: у новорожденного – 1/8-1/9 на 1 кг массы тела, у ребенка 1-го года – 1/11-1/12, у ребенка 5-ти лет – 1/13-1/14 (у взрослого – 1/40). К концу первого года после рождения головной мозг достигает массы 1 кг (что составляет 80% от массы мозга взрослого), а к 2 годам – примерно 1,3 кг.

Масса *ствола мозга* равна 10,0-10,5 г, что составляет около 2,7% массы тела.

Масса *мозжечка* у новорожденного составляет 20 г (5,4% массы мозга). К 5-ти месяцам масса мозжечка увеличивается в 3 раза, к 9-ти месяцам – в 4 раза, когда ребенок умеет стоять и начинает ходить. К 1-му году масса мозжечка составляет 90 г, к 7-ми годам – 130 г.

Нервная система новорожденного ребенка и ребенка раннего возраста имеет ряд морфологических особенностей, выражающихся в меньшей зрелости и дифференцировке ее по сравнению с другими системами. Только к концу первого полугодия мозг ребенка макроскопически приближается к мозгу взрослого человека. Нарастает и его масса. У новорожденного он составляет 360-370 г, к 6-ти месяцам – около 600 г, к концу года – около 900 г.

У новорожденных малодифференцированная структура больших полушарий. Проводящие пути (кроме пирамидных) достаточно развиты, но пирамидные пути миелинизируются только в 5-6 месяцев.

Базальные ядра в период внутриутробного развития созревают неравномерно. Бледный шар достаточно сформирован уже к моменту рождения. Двигательная активность новорожденного в значительной мере связана с бледным шаром, обеспечивающим некоординированные движения головы, туловища и конечностей. Хвостатое ядро и скорлупа чечевицеобразного ядра становятся достаточно сформированными только к 1-му году после рождения. С развитием полосатого тела связано появление мимических движений, а в дальнейшем умение сидеть и стоять.

Стриатум оказывает тормозящее влияние на паллидум, поэтому создается постепенное разделение движений. К 7-ми годам происходит окончательное созревание базальных ядер и формирование их связей с корой мозга, что обеспечивает выполнение более точных и координированных произвольных движений.

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

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

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

Вещество мозга очень чувствительно к повышению внутричерепного давления. Возрастание давления ликвора вызывает быстрое нарастание дегенеративных изменений нервных клеток, а более длительное существование гипертензии обуславливает их атрофию и гибель.

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

По мере развития ЦНС существенно изменяется и химический состав головного мозга – уменьшается количество воды, увеличивается содержание белков, нуклеиновых кислот, липопротеидов.

Спинной мозг к рождению более развит, чем головной. Шейное и поясничное утолщения спинного мозга у новорожденных не определяются и начинают контурироваться только после 3-х лет жизни. Темп увеличения массы и размеров спинного мозга более медленный, чем головного мозга. Масса спинного мозга у новорожденного составляет 5,5 г. Удвоение массы спинного мозга происходит к 10-ти месяцам, а утроение – к 3-5-ти годам. Длина спинного мозга у новорожденного имеет длину 14 см. К 2-м годам длина спинного мозга достигает 20 см. К 7-10-ти годам длина удваивается по сравнению с периодом новорожденности, причем она увеличивается

несколько медленнее, чем длина позвоночника, поэтому нижний конец спинного мозга с возрастом перемещается кверху. Это должно учитываться при выборе уровня выполнения спинномозговой пункции, при котором не повреждается вещество мозга. У новорожденного центральный канал шире, чем у взрослого. Уменьшение его просвета происходит в течение 1-2-х лет, а также в более поздние возрастные периоды, когда наблюдается увеличение массы серого и белого вещества. В спинном мозге и стволе у новорожденных обнаруживаются ацетилхолин, гамма-аминомасляная кислота, серотонин, норадреналин, дофамин. Содержание медиаторов низкое и составляет 10-50% от такового у взрослых.

Внутричерепные нервы миелинизируются к 3-м месяцам, периферические – к 3-м годам жизни ребенка. В процессе миелинизации происходит концентрация ионных каналов в области перехватов Ранвье. Повышается возбудимость и лабильность нервных волокон. В процессе образования миелина плазматические мембраны клеток олигодендроглии обволакивают аксон, поэтому в период, предшествующий миелинизации, отмечается повышение количества клеток глии и ее ферментативной активности.

Вегетативная нервная система функционирует с самого рождения, обеспечивая поддержание сосудистого тонуса, адаптационно-трофические реакции и регуляцию деятельности внутренних органов. Однако регуляторные функции вегетативной нервной системы у детей первых месяцев жизни легко нарушаются при воздействии неадекватных возрасту факторов внешней среды.

Вегетативная нервная система новорожденных характеризуется своей незрелостью, проявлениями чего являются небольшой мембранный потенциал нейронов вегетативных ганглиев, составляющий всего -20 мВ, а также медленное проведение возбуждения и автоматизм симпатических нейронов. Медиатором симпатических ганглиев является адреноподобное вещество (у взрослых – ацетилхолин), отмечается поливалентная чувствительность нейронов вегетативных ганглиев (к ацетилхолину, норадреналину). Н-холинергические синапсы появляются со второй недели жизни. Развитие холинергической передачи в ганглиях происходит одновременно с процессом миелинизации преганглионарных волокон. В процессе онтогенеза число холинергических синапсов в структурах вегетативной нервной системы постепенно увеличивается. Специализация медиаторов в онтогенезе достигается как за счет формирования в клетках рецептивных структур, высокочувствительных к действию медиаторов, так и за счет более строгой локализации образования и выделения медиаторов.

Автоматизм клеток симпатических ганглиев и низкий мембранный потенциал симпатических нейронов новорожденных объясняются функциональными особенностями мембраны нейронов, обладающей

высокой проницаемостью для ионов Na^+ , что приводит также к спонтанной активности этих нейронов.

Преобладает влияние симпатического отдела, которое сохраняется на протяжении 6-7-ми лет после рождения. По мере созревания структур мозга усиливается влияние вегетативной нервной системы на деятельность внутренних органов.

Возникновение и развитие двигательных рефлексов плода

У человеческого зародыша в 7,5-8 недель впервые появляются локальные двигательные рефлексы в виде контрлатеральной или дорсальной флексии шеи и верхней части туловища на раздражение губ и крыльев носа. К этому времени морфологически созревают все элементы рефлекторной дуги, необходимые для осуществления этого рефлекса. В возрасте 8,5-9,5 недель контрлатеральная флексия на раздражение тех же зон сопровождается участием в движении большей части туловища и верхних конечностей. По мере роста плода все больше увеличивается количество рефлексогенных зон кожи, с которых удастся вызвать двигательные реакции с вовлечением в них значительных групп мышц.

У плода в возрасте около 3-х месяцев обнаруживается ряд двигательных рефлексов (открывание рта, сгибание шеи, локальные движения отдельных частей конечностей, примитивный подошвенный рефлекс и др.).

Вскоре рефлекторные реакции плода приобретают характер обобщенных, генерализованных движений. Раздражение любого ограниченного пункта кожи (например, голени) вызывает не только сгибание и разгибание, приведение и отведение данной конечности, но и двигательные акты другой ноги, обеих рук, туловища и головы. При этом каждый участок кожи может служить рефлексогенной зоной для самых разнообразных двигательных реакций, распространяющихся на большую или меньшую часть организма.

После 5-6-ти месяцев внутриутробного развития склонность к генерализации рефлексов постепенно исчезает и выявляется тенденция к ограничению и специализации рефлексов: при повторном аналогичном раздражении движения становятся ограниченными и сосредоточенными в пределах стимулируемой зоны тела.

Ранние формы рефлексов у плода человека осуществляются за счет рефлекторных дуг, замыкающихся в пределах спинного и продолговатого мозга.

В связи с недостаточной морфологической зрелостью этих дуг (неполная дифференцировка клеток, незрелость осевых цилиндров волокон, слабая миелинизация), обуславливающей широкую иррадиацию процесса возбуждения и слабую выраженность тормозного процесса, в этот период наблюдаются генерализованные двигательные реакции.

В более позднем возрасте, начиная с 6-7-го месяца, усложняющиеся и специализирующиеся рефлекторные акты протекают уже с участием стволовых и подкорковых отделов головного мозга. В это время цитологическая дифференцировка образований мозга (красное ядро, черная субстанция, наружные и внутренние колленчатые тела и др.), а также клеточная дифференцировка отдельных слоев коры выражены более отчетливо.

Рефлексы новорожденных и их особенности

Рефлексы новорожденных имеют особенности:

- носят генерализованный характер;
- имеют обширную рефлексогенную зону.

Эти особенности обусловлены отсутствием контроля со стороны коры головного мозга, а также выраженной иррадиацией возбуждения вследствие слабости торможения и недостаточности миелинизации.

С возрастом рефлексогенные зоны рефлексов постепенно суживаются. Например, зона сосательного рефлекса: 1-5 дней – губы и кожа всего лица, 6-10 дней – губы и кожа вокруг рта, 15 дней – губы.

Двигательные рефлексы новорожденных

Подошвенный (рефлекс Бабинского) – изолированное тыльное разгибание большого пальца и подошвенное сгибание (иногда веерообразное расхождение) остальных при раздражении подошвы по наружному краю стопы (рис. 21).

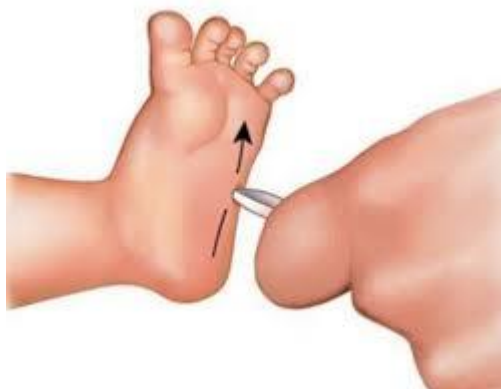


Рис. 21. Рефлекс Бабинского у ребенка.

https://www.instagram.com/vita_alliance/p/C7VrBFbtdAH/

Исчезает рефлекс Бабинского после первого года жизни.

Хватательный (рефлекс Робинсона) – схватывание и прочное удерживание предмета (пальца, карандаша, игрушки) при прикосновении им к ладони (рис. 22).



Рис. 22. Хватательный рефлекс у ребенка.

<https://farla.ru/blog-farla/bezuslovnyye-refleksy-novorozhdenного.html>

Исчезает хватательный рефлекс на 2-4-ом месяце жизни.

Обхватывания (рефлекс Моро) – отведение рук в стороны и разгибание пальцев с последующим возвращением рук в исходное положение.

Способы вызова рефлекса: ребенка, находящегося на руках у врача, резко опускают на 20 см и затем поднимают до исходного уровня; при быстром подъеме ребенка из положения на спине. Исчезает рефлекс после 4-го месяца жизни.

Коленный – сгибание в коленном суставе при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже надколенника.

Сгибание у новорожденных связано с преобладанием у них тонуса мышц-сгибателей. Заменяется разгибательным рефлексом на 2-ом месяце жизни.

Хоботковый – выпячивание губ хоботком в результате сокращения круговой мышцы рта при легком ударе пальцем по губам ребенка или поколачивании по коже вокруг рта на уровне десен.

Исчезает рефлекс к концу первого полугодия жизни.

Поисковый (поиск груди матери) – опускание губ, отклонение языка и поворот головы в сторону раздражителя при поглаживании кожи в области угла рта.

Рефлекс ярче выражен у голодного ребенка. Исчезает рефлекс к концу года жизни.

Пищевые рефлексы новорожденных

Сосательный – появление сосательных движений губ при механическом, тепловом и вкусовом раздражении рецепторов ротовой и околоротовой областей.

Исчезает рефлекс к концу первого года жизни.

Глотательный – появляется при механическом, тепловом и вкусовом раздражении рецепторов ротовой и околоротовой областей.

Исчезает рефлекс к концу первого года жизни.

Защитные рефлексы новорожденных

Мигательный – возникает при освещении глаз светом или при раздражении поверхности носа, век, ресниц, роговой оболочки глаз.

Сгибательный – отдергивание конечности в ответ на болевое раздражение.

Зрачковый – уменьшение диаметра зрачка при освещении глаза.

Тонические рефлексы новорожденных

Лабиринтный – вызывается изменением положения головы в пространстве.

У ребенка, лежащего на спине, повышен тонус разгибателей шеи, спины, ног. Если ребенка перевернуть на живот, увеличивается тонус сгибателей шеи, спины, конечностей.

Рефлекс Кернига – у лежащего на спине ребенка сгибают ногу в тазобедренном и коленном суставах, затем пытаются разогнуть ногу в коленном суставе.

Рефлекс считается положительным, если это не удается сделать. Исчезает рефлекс после 4-го месяца.

Ориентировочные рефлексы новорожденных

Ориентировочный – возникает на достаточно сильные и неожиданные раздражения экстерорецепторов (вспышки света, звук), выражается во вздрагивании ребенка с последующим его «замиранием».

Уже в конце 1-й недели после рождения ребенок поворачивает глаза и голову в сторону источника света или звука.

Особенности иррадиации возбуждения в раннем онтогенезе

Иррадиация возбуждения возникает благодаря многочисленным отросткам в центростремительных нервных клетках и вставочных нейронах, связывающих различные участки нервной системы. Процессы иррадиации возбуждения сильно выражены у детей, особенно в раннем возрасте, т. к. чем изначально слабее временные связи, тем легче возникает процесс иррадиации.

Выраженная иррадиация процесса возбуждения в ЦНС является причиной генерализованного характера рефлексов новорожденных и обширностью их рефлексогенной зоны. Причиной иррадиации возбуждения является незрелость ЦНС, проявляющаяся слабостью процессов торможения и недостаточной миелинизацией нервных волокон.

Становление с возрастом тормозных механизмов существенно повышает способность к концентрации возбуждения, ограничивая его иррадиацию. По мере взросления у детей наблюдается ослабление иррадиации возбуждения и усиление индукции и концентрации.

Возрастные особенности гематоэнцефалического барьера

Гематоэнцефалический барьер – сложная гетерогенная система головного мозга с несколькими уровнями избирательного транспорта, регуляции и защиты, способная поддерживать гомеостаз ЦНС (рис. 23). Гематоэнцефалический барьер находится в центральной нервной системе на границе между кровью и нервной тканью и регулирует поступление из

крови в цереброспинальную жидкость и нервную ткань циркулирующих в крови веществ. Необходимый уровень физиологической проницаемости, адекватный функциональному состоянию организма, обуславливает динамику поступления в нервные клетки мозга физиологически активных веществ. Функциональная схема гематоэнцефалического барьера включает в себя, наряду с гистогематическим барьером, нейроглию и систему ликворных пространств. Ведущим компонентом морфологического субстрата гематоэнцефалического барьера, обеспечивающим его функции, является стенка капилляра мозга. Существуют два механизма проникновения вещества в клетки мозга: через цереброспинальную жидкость, которая служит промежуточным звеном между кровью и нервной или глиальной клеткой, а также через стенку капилляра.

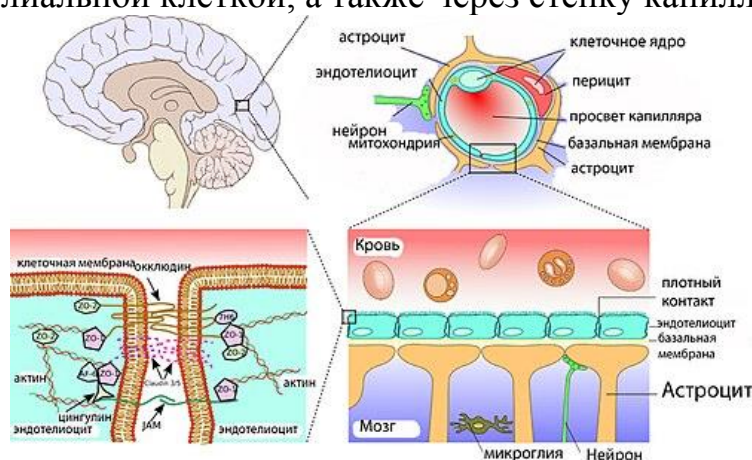


Рис. 23. Строение гематоэнцефалического барьера.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/%>

Гематоэнцефалический барьер выполняет ряд важных функций. Защитная функция заключается в задержке доступа из крови в нервную ткань различных веществ, могущих оказать повреждающее действие на мозг. Регуляторная функция выражается в поддержании состава и постоянства цереброспинальной жидкости. Даже при изменении состава крови константы цереброспинальной жидкости не изменяются. Гематоэнцефалический барьер работает как селективный фильтр, пропускающий в цереброспинальную жидкость одни вещества и не пропускающий другие, которые могут циркулировать в крови, но чужды мозговой ткани. В частности, не проходят через гематоэнцефалический барьер адреналин, норадреналин, ацетилхолин, дофамин, серотонин, гамма-аминомасляная кислота, пенициллин, стрептомицин. Билирубин всегда находится в крови, но никогда, даже при желтухе, он не проходит в мозг, оставляя неокрашенной лишь нервную ткань. Поэтому трудно получить эффективную концентрацию какого-либо лекарственного препарата, чтобы оно достигло паренхимы мозга. Проходят через гематоэнцефалический барьер морфий, атропин, бром, стрихнин, кофеин, эфир, уретан, алкоголь и гамма-оксимасляная кислота.

Состояние гематоэнцефалического барьера определяется физиологическими потребностями нервных клеток и уровнем метаболических процессов в организме ребенка.

До недавнего времени считалось, что у эмбриона и новорожденных детей гематоэнцефалический барьер не сформирован в полной степени и соответственно не выполняет своих функций. Тем не менее, в крови плода в большом количестве содержатся молекулы альбумина, α_1 -фетопротейна и трансферрина при отсутствии этих веществ в межклеточном пространстве ткани мозга. В эмбриональном эндотелии обнаружен транспортер Р-гликопротеин, что свидетельствует о наличии гематоэнцефалического барьера в пренатальном периоде.

Проницаемость гематоэнцефалического барьера очень высокая в первые недели жизни ребенка. Это обуславливает повышенную частоту возникновения и тяжесть течения определенных болезней, а также протекание определенных биохимических процессов: у детей чаще возникают инфекционные заболевания мозга и его оболочек (менингит, энцефалит).

Проницаемость гематоэнцефалического барьера детей неодинакова для разных веществ и отлична в разных отделах мозга, меняясь в различные периоды жизни. У новорожденных и детей грудного возраста его проницаемость в первые недели и месяцы жизни выше, чем у взрослых, в т. ч. и для лекарственных средств. Особенно она высока у эмбрионов и недоношенных детей. У новорожденных детей высокая проницаемость гематоэнцефалического барьера для непрямого билирубина и белка. Следствием этого является физиологическая ксантохромия спинномозговой жидкости (окрашена в желтый или зеленоватый цвет) и высокое содержание белка в ликворе (0,4-0,8 г/л). Очень высока проницаемость у новорожденных для небольших поляризованных молекул, например инсулина и сахарозы, а также ионов. Транспорт аминокислот и инсулина через гематоэнцефалический барьер значительно ускорен, по всей видимости, в связи с большой потребностью в них растущего мозга.

Защитная функция гематоэнцефалического барьера менее развита к моменту рождения и в раннем возрасте, формируясь постепенно в постнатальном периоде. Поэтому у ребенка при различных заболеваниях часто появляются судороги и значительно повышается температура тела, что указывает на легкое проникновение в цереброспинальную жидкость токсических веществ.

Полноценно гематоэнцефалический барьер начинает функционировать лишь через несколько месяцев после рождения. Состояние гематоэнцефалического барьера в значительной степени определяется анатомической и физиологической зрелостью нервной системы.

Особенности спинномозговой жидкости у детей

Спинномозговая жидкость (ликвор) представляет собой жидкую биологическую среду организма, циркулирующую в желудочках головного мозга, субарахноидальном пространстве головного и спинного мозга. Ликвор образуется, главным образом, сосудистым сплетением желудочков мозга. В его образовании участвуют также сосуды менингеальной оболочки, эпендимы желудочков, паренхимы мозга.

Состав спинномозговой жидкости формируется в процессе обмена веществ между мозгом, кровью и тканевой жидкостью, включая все компоненты ткани мозга. В ликворе содержится ряд биологически активных соединений: гормоны гипофиза и гипоталамуса, ГАМК, ацетилхолин, норадреналин, дофамин, серотонин, мелатонин, продукты их метаболизма. Среди клеток цереброспинальной жидкости преобладают лимфоциты. Химический состав цереброспинальной жидкости очень близок к таковому крови: 89-90% воды, 10-11% сухого остатка, содержащего органические и неорганические вещества, участвующие в метаболизме мозговой ткани. Общий белок цереброспинальной жидкости содержит до 30 различных фракций; основную часть его формируют миелин и образующиеся при его распаде промежуточные продукты, гликопептиды, липопротеины, полиамины, белок S-100. Цереброспинальная жидкость содержит лизоцим, ферменты (кислая и щелочная фосфатазы, рибонуклеазы, лактатдегидрогеназа, ацетилхолинэстераза, пептидазы). Важную диагностическую значимость имеет белковый коэффициент Кафки цереброспинальной жидкости – отношение количества глобулинов к альбуминам (0,2-0,3). В норме цереброспинальная жидкость прозрачная.

Благодаря несжимаемости цереброспинальная жидкость играет роль механической гидродинамической «подушки», защищая мозг от внешних механических воздействий. За счет соответствующих перемещений жидкость компенсирует колебания объема мозга в разные фазы сокращений сердца. Ликвор является питательной средой для нервной системы – транспортирует глюкозу, кислород. Цереброспинальная жидкость участвует в создании осмотического равновесия в тканях мозга и в регуляции обмена веществ в мозговых структурах. Выполняет дренажную функцию по отношению к метаболитам, избытку воды, двуокиси углерода, участвует во всех биохимических реакциях в нервной ткани. Цереброспинальная жидкость обладает защитными, литическими и бактерицидными свойствами. Особенно отчетливо они проявляются в условиях патологии, когда в ответ на патогенное воздействие в ней появляются ферменты, антитела, бактерицидные противотоксичные вещества.

Общее количество ликвора в периоде новорожденности составляет 15-20 мл, 1 год – 35 мл, 5 лет – 60-80 мл, 10 лет – 100-140 мл (у взрослых – 150-200 мл). Интенсивность образования ликвора у детей выше, чем у

взрослого. В течение суток состав и весь объем его обновляется у детей раннего возраста 6-8 раз. Давление ликвора у новорожденных и детей первых месяцев жизни равно 50-60 мм вод. ст., в возрасте 13 лет – 50-150 мм вод. ст. (у взрослых – 150-180 мм вод. ст.).

В первые дни жизни отмечается небольшая ксантохромия – желто-зеленое окрашивание спинномозговой жидкости. Слегка мутноватый ликвор свидетельствует о повышении числа клеточных элементов, лейкоцитов, нейтрофилов. У ребенка до 2-х недельного возраста содержание белка в ликворе составляет 0,4-0,8 г/л, 0,5-3 месяцев – 0,2-0,5 г/л, 4-6 месяцев – 0,18-0,36 г/л, старше 6-ти месяцев – 0,16-0,24 г/л. Количество сахара в спинномозговой жидкости составляет у детей до 2-х недельного возраста 1,7-3,9 ммоль/л, 0,5-3 месяцев – 2,2-3,9 ммоль/л, старше 4-х месяцев – 2,2-4,4 ммоль/л. В ликворе детей до 6-ти месяцев содержится 18-20 клеток 1 мкл, состоящих в основном из лимфоцитов и единичных нейтрофилов, после полугода – 5-8 клеток 1 мкл. Содержание веществ в спинномозговой жидкости здоровых детей: бикарбонатов – 23,6 мэкв/л; хлоридов – 125 мэкв/л; натрия – 141 мэкв/л (325 мг%), калия – 3 мэкв/л (12 мг%), кальция – 2,5 мэкв/л (5 мг%); магния – 2,5 мэкв/л (3 мг%); меди – 60-100 мг/л (6-10 мкг%); холестерина – следы; лецитина – 220 мг/л (0,22 г/л); молочной кислоты – 90-150 мг/л (0,09-0,15 г/л); остаточного азота – 160-210 мг/л (0,16-0,21 г/л). В норме рН спинномозговой жидкости равно 7,34-7,35.

У детей иногда встречается гидроцефалия (водянка головного мозга) – накопление спинномозговой жидкости в желудочках, иногда субарахноидальном пространстве, что может провоцировать нарушения физического и нервно-психического развития. Состояние сопровождается повышением внутричерепного давления и может возникать как самостоятельное заболевание, так и в качестве осложнения после черепно-мозговых травм и инфекций головного мозга. Первые проявления врожденной гидроцефалии врачи диагностируют в роддоме или в ходе планового осмотра ребенка в возрасте 3-6-ти месяцев.

Гетерохронизм развития функциональных систем

Мозг достигает морфологической зрелости в целом к 18-20-м годам жизни.

Существуют пики максимальной готовности разных мозговых структур к работе. Один из наиболее значимых из них, связанный с созреванием целого ряда структур, приходится на возраст 6-7 лет.

Развитие различных областей мозга происходит неравномерно.

При этом наиболее рано оформляются зоны, относящиеся к работе анализаторных систем.

Более позднее и постепенное созревание присуще структурам, обеспечивающим связи между анализаторами.

И наиболее медленный темп развития характерен для лобных отделов мозга, функцией которых является произвольная (в т. ч. и речевая) регуляция всех видов психической деятельности.

Принцип гетерохронного развития можно наблюдать и в формировании различных анализаторных систем. Так, еще в эмбриогенезе закладываются анатомические предпосылки для наиболее раннего становления кожно-кинестетического и двигательного анализаторов, что указывает на их приоритетную и базисную роль в развитии ребенка.

Для нормального психического развития в разные возрастные периоды необходимо полноценное совместное функционирование разных зон мозга, формирующее его интегративную активность, и необходимой базисной предпосылкой для этого является морфологическая зрелость соответствующих отделов нервной системы.

Распределение мышечного тонуса у плода, новорожденных и детей первого года

Спонтанная активность мускулатуры плода характеризуется тоническим сокращением мышц-сгибателей, обеспечивающим ортотоническую позу – согнутая шея, туловище и конечности. Благодаря специфической позе плод занимает в матке минимальный объем. Такое положение поддерживается раздражением кожных рецепторов циркулирующими в полости амниона околоплодными водами, а также афферентной импульсацией с проприорецепторов скелетных мышц.

После рождения ребенок находится в «позе эмбриона», ручки и ножки согнуты и приведены к туловищу, что позволяет ему сохранять тепло и экономить энергию для поддержания внутренних процессов обмена в новых условиях обитания.

В период новорожденности и в первые месяцы жизни детей тонус скелетных мышц повышен. Это связано с повышенной возбудимостью красного ядра среднего мозга. На тонус мышцы оказывают влияние импульсы, идущие от вышележащих отделов центральной нервной системы (ретикулярной формации, коры больших полушарий). Мышечный тонус новорожденных поддерживается помимо импульсов, идущих от проприорецепторов, и импульсами, идущими по блуждающим нервам от рецепторов легких, активизирующихся при вдохе. В поддержании мышечного тонуса принимают участие и кожные терморецепторы.

У новорожденных (в отличие от взрослых) даже во время сна мышцы не расслабляются. Постоянная активность скелетных мышц определяется, с одной стороны, их участием в реакциях сократительного термогенеза, а с другой – участием этой активности и мышечного тонуса в анаболических процессах растущего организма (прежде всего – в стимуляции развития самой мышечной ткани).

По мере усиления влияний, поступающих из структур головного мозга по пирамидной системе и регулирующих функциональную

активность спинного мозга, тонус мышц снижается. Гипертония мышц в первые месяцы жизни ребенка обусловлена незрелостью ЦНС – преобладанием процессов возбуждения над торможением.

Возрастающая роль коры головного мозга в регуляции движений, созревание мозжечка, полосатого тела и других структур центральной нервной системы на первом году жизни ребенка способствуют уменьшению общего тонического напряжения мышц. На 2-м месяце жизни распределение тонуса между мышечными группами меняется – формируется тонус мышц-разгибателей. У детей 3-6-ти месяцев развивается нормотония с равновесием тонуса мышц-антагонистов.

Снижение тонуса отмечается во втором полугодии жизни ребенка, что является необходимой предпосылкой для развития ходьбы. Тонус мышц играет важную роль в осуществлении координации движений.

Формирование стойки и локомоции у детей

Локомоторные функции детей наиболее динамично развиваются в первые 3 года.

Динамика развития у ребенка двигательных функций:

- к 2-м месяцам – удерживает голову;
- в 3 месяца – удерживает голову длительное время;
- к 4-м месяцам – начинает ощупывать руками предметы (проявляет интерес к игрушкам, находящимся у него в руках). Лежа на животе, поднимает свое туловище, опираясь на предплечья;
- к 5-ти месяцам – переворачивается;
- к 6-ти месяцам – сидит, опирается только о ладошки, поднимаясь на вытянутых руках;
- к 7-ми месяцам – ползает;
- к 8-ми месяцам – произвольно удерживает предметы;
- к 9-ти месяцам – встает при поддержке за руки;
- к 10-ти месяцам – ходит с поддержкой;
- к 11-ти месяцам – стоит самостоятельно, может сделать первые самостоятельные шаги от опоры к опоре;
- к 11,5-12-ти месяцам – ходит самостоятельно.

После года ребенок свободно управляет своим туловищем. На 2-м году жизни у детей появляется способность к бегу, перешагиванию через предметы, самостоятельному подъему по лестнице. На 3-м году жизни ребенок начинает подпрыгивать на месте, переступает через препятствия высотой 10-15 см, самостоятельно одевается, застегивает пуговицы, завязывает шнурки. На данном этапе ведущим уровнем ЦНС, обеспечивающим интеграцию механизмов произвольной моторики, становится теменно-премоторный уровень.

В возрасте 3-5 лет появляется игровая деятельность, скачкообразно ускоряющая развитие высшей нервной деятельности ребенка. Он начинает рисовать, может обучаться игре на музыкальных инструментах. В 4-5 лет

ему становятся доступными сложные движения: бег, прыжки, катание на коньках, гимнастические, акробатические упражнения.

В последующие возрастные периоды дальнейшее наращивание количества и качества моторной активности ребенка отмечается в интервале 7-10 лет, что связано с завершением первичного становления нейронного субстрата в составе кинестетического анализатора, совершенствованием внутрикоровых, корково-подкоровых проводящих путей, функциональных связей между двигательными, ассоциативными областями коры большого мозга, а также подкоровыми структурами.

Контрольные вопросы

1. Возникновение и развитие двигательных рефлексов плода.
2. Особенности иррадиации в раннем онтогенезе. Их причины.
3. Двигательные рефлексы новорожденных.
4. Возрастные особенности гематоэнцефалического барьера.
5. Особенности спинномозговой жидкости у детей.
6. Гетерохронизм развития рефлекторных механизмов в онтогенезе (приведите примеры).
7. Распределение мышечного тонуса у плода и новорожденного, его значение.
8. Формирование стойки и локомоции у детей.

ГЛАВА 12. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Формирование ЭЭГ в онтогенезе

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – регистрация биоэлектрической активности головного мозга с помощью специальных электродов с поверхности головы.

Частота основных ритмов (рис. 24) ЭЭГ:

- дельта-ритм – до 4Гц;
- тета-ритм – 4-8 Гц;
- альфа-ритм – 8-14 Гц;
- бета-ритм – 14-35 Гц;
- гамма-ритм –35-170 Гц.

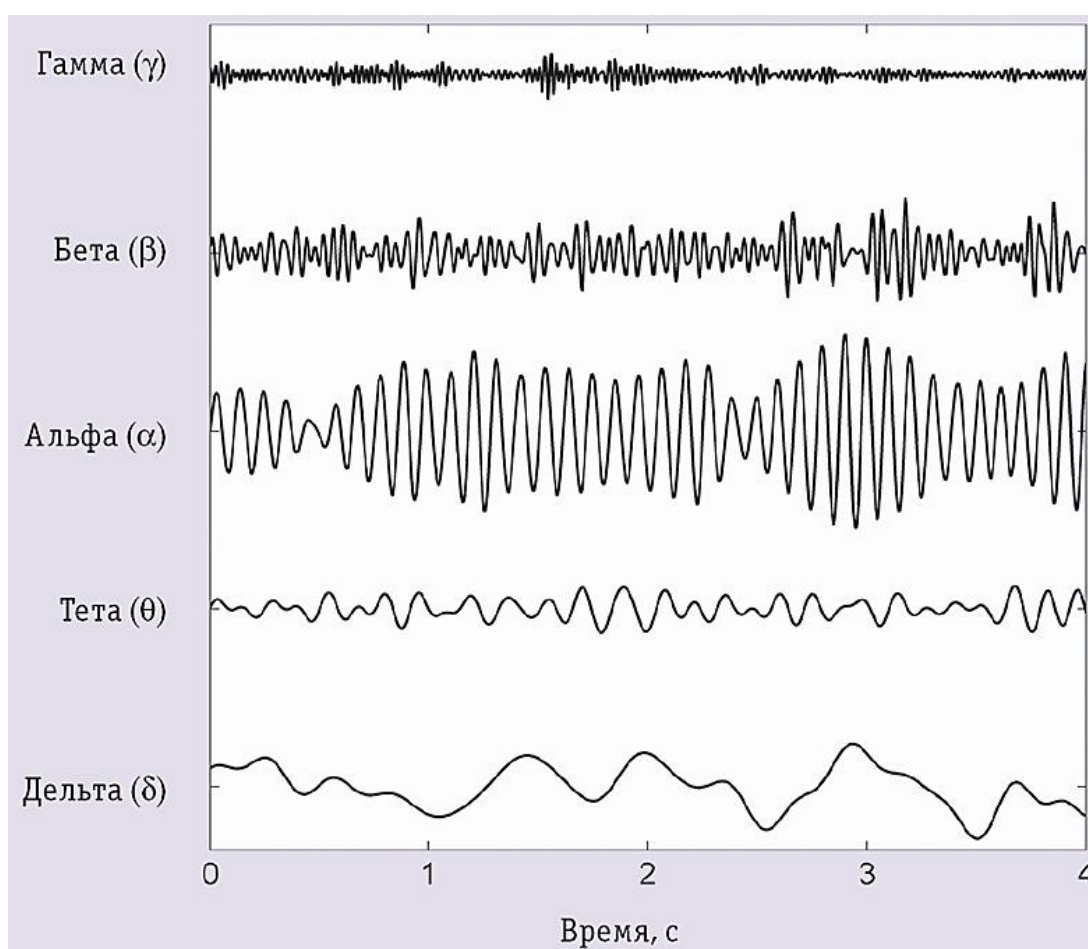


Рис. 24. Ритмы ЭЭГ.

https://dzen.ru/a/Y_W5IFk7mG5MSf1G

Электрическая активность головного мозга *плода* низкоамплитудная и появляется в 2 месяца внутриутробного развития. ЭЭГ плода с корковым компонентом регистрируется с 5-ти месячного возраста, имеет прерывистый, нерегулярный характер и представлена импульсами в виде серии с продолжительностью от 3-х до 20-ти сек. Периоды отсутствия активности довольно длительные – до 2-3-х мин.

Преобладают диффузные медленные волны частотой 0,5-2 Гц, чередующиеся с более частыми колебаниями. Наблюдается межполушарная асимметрия ЭЭГ. Относительная межполушарная синхронность устанавливается после 6-го месяца внутриутробной жизни. Значительные изменения ЭЭГ у плода отмечаются на 8-м месяце. С этого времени начинает регистрироваться непрерывная электрическая активность коры больших полушарий.

ЭЭГ *новорожденного* представляет собой также аритмичные колебания, имеющие низкую амплитуду (30-50 мкВ). Преобладают частоты колебаний 1-2 и 4 Гц, т.е. δ - и θ -ритмы. В этом возрасте наблюдается реакция активации на достаточно сильные раздражения, например, звук и свет.

ЭЭГ детей *грудного возраста и раннего детства* характеризуется наличием θ - и α -ритмов с преобладанием θ -ритма (7-8 Гц), амплитуда волн уже достигает 80 мкВ. При этом ритмическая электрическая активность коры мозга в состоянии спокойного бодрствования начинает регистрироваться с 2-3-го месяца постнатальной жизни. В промежутках между сериями волн с частотой 7-8 Гц наблюдаются еще более высокие, но редкие волны с частотой 3-4 Гц преимущественно в передних областях коры. Кроме того, всегда имеются низкие волны с достаточно высокой частотой – 18-25 Гц (β -ритм).

На ЭЭГ детей *дошкольного возраста (с 3-х до 7-ми лет)* преобладают два типа волн: α - и θ -ритм, последний регистрируется в виде групп высокоамплитудных колебаний.

ЭЭГ детей *в возрасте с 7-ми до 10-ти лет* характеризуется преобладанием α -ритма (9 Гц), однако θ -ритм составляет еще существенную часть (25%) от общего числа колебаний.

Большая выраженность θ -ритма и пароксизмальных вспышек указывает на значительную роль дизэнцефальных структур в формировании электрической активности мозга у детей младшего возраста. В этот возрастной период еще не сформирована реакция активации, что отражает незрелость активирующей системы мозга. К 9-10-ти годам на ЭЭГ передних отделов мозга пароксизмальные вспышки уже не выявляются, постепенно уменьшается представленность θ -ритма, формируется зрелый тип реакции активации.

Стабилизация и учащение основного ритма ЭЭГ, уменьшение выраженности θ -ритма, формирование реакции активации в онтогенезе отражают морфофункциональное созревание коры и усиление ее тормозного влияния на нижележащие подкорковые структуры.

На ЭЭГ детей *в возрасте 10-12 лет* выявляется стабильный α -ритм с такой же частотой, как у взрослых (10-12 Гц). Колебания θ -ритма составляют всего около 10% от общего числа колебаний.

Таким образом, фоновая электрическая активность головного мозга ребенка существенно отличается от ЭЭГ взрослого человека. В развитии биоэлектрической активности в онтогенезе выделяют несколько периодов:

1. 0-18 месяцев – доминирует δ -активность во всех областях мозга;
2. 1,5-5 лет – доминирует θ -активность;
3. 6-10 лет – доминирует α -ритм (лабильная фаза);
4. старше 10 лет – доминирует α -ритм (стабильная фаза).

Стабилизация α -ритма и его доминирование в 6 лет создают условия для функционирования механизма поиска и приема информации. Совершенствование пространственно-временной организации основного ритма покоя с 10-ти летнего возраста, проявляющееся в стабилизации пространственно-фазовой структуры ЭЭГ, является важнейшим фактором в обеспечении избирательного и вместе с тем целостного реагирования мозга на комплекс внешних воздействий.

К *16-18-ти годам* ЭЭГ детей по всем параметрам становится идентичной ЭЭГ взрослого человека.

Первые условные рефлексы новорожденных детей

Образование условных рефлексов начинается с первых дней или недель после рождения, т. е. в тот период, когда происходит наиболее интенсивное развитие корковых структур и формируются отдельные корковые поля, связанные с соответствующими рецепторами.

Более раннее образование у развивающегося организма условных пищевых рефлексов по сравнению с оборонительными имеет важное приспособительное значение. В первый период жизни организма основные жизненные функции сводятся к приему пищи. Возникновение в этот период условных пищевых рефлексов обеспечивает ему более полное осуществление акта питания.

Возможность более ранней выработки условных пищевых рефлексов с филогенетически более древних анализаторов (обонятельного, кожного, вестибулярного), чем с филогенетически более новых (слухового, зрительного), свидетельствует о том, что кортикализация филогенетически старых анализаторных систем, связанных с пищевым центром, происходит в более ранние сроки, чем филогенетически молодых анализаторных систем.

Возрастные особенности образования условных рефлексов отчетливо выявляются в характере развития самой условной реакции. Оборонительный условный рефлекс у различных видов животных в процессе выработки, прежде всего, проявляется в форме двигательной реакции и сопутствующих ей вегетативных компонентов (изменение дыхания и сердечной деятельности), а затем много позже образуется специализированная его форма в виде локального рефлекса.

На ранних этапах онтогенеза имеет место широкая генерализация процессов возбуждения в эфферентной и афферентной частях условно-

рефлекторной дуги с последующим появлением на поздних этапах процессов коркового торможения, обуславливающего локальность и специализацию условной реакции.

Возрастные различия высшей нервной деятельности выявляются в основном в способности вырабатывать процесс внутреннего торможения, без чего не могут быть образованы сложные формы условных реакций. Эта способность обнаруживается только в более позднем возрасте, при определенной степени морфологической зрелости и активности биохимических процессов коры большого мозга.

Самыми ранними условными рефлексам у ребенка являются натуральные пищевые в виде сосательных движений, возникающие на положение ребенка во время кормления. Образуются они впервые в возрасте 8-15 дней на сложный комплекс тактильных, проприоцептивных и лабиринтных раздражителей. При строгом режиме кормления на 5-7-й день отмечается повышение количества лейкоцитов и газообмена еще до приема пищи. Дети пробуждаются, у них наблюдается повышенная двигательная активность. Сосательные движения появляются еще до того, как сосок вложен в рот.

На 2-4-й неделе жизни начинают образовываться искусственные защитные и пищевые условные рефлексы на вестибулярные раздражители.

С 3-4-й недели вырабатываются условные рефлексы на проприоцептивные раздражения.

В конце 1-го месяца вырабатываются условные рефлексы на запаховые раздражители. В этот же период образуются условные пищевые и оборонительные рефлексы на звуковые сигналы. В течение периода новорожденности условные реакции неустойчивы, могут быть выработаны пока лишь на комплекс раздражителей, требуют постоянного подкрепления.

Особенности условных рефлексов у детей первых месяцев жизни

В начале 2-го месяца условные рефлексы образуются на световые раздражения, формируются условные пищевые и защитные рефлексы на кожно-тактильные раздражители, а также условные защитные рефлексы на вкусовые вещества.

Таким образом, существует определенная последовательность в появлении рефлексов с различных анализаторов: раньше всего образуются с вестибулярного и слухового рецепторов, а позже – со зрительного и кожно-тактильного. В период второй половины 1-го месяца и первой половины 2-го месяца условные рефлексы у ребенка образуются уже со всех анализаторов, что свидетельствует о возможности коры полушарий большого мозга ребенка устанавливать многообразные условные связи.

Ранние условные рефлексы у детей являются неустойчивыми и слабовыраженными. Определяющее значение в возникновении и устойчивости условного рефлекса имеет также рецептор, с которого

вырабатывается рефлекс. При прочих равных условиях раньше других упрочиваются вестибулярный и слуховой условные рефлексы, затем зрительный, обонятельный и вкусовой и позже всего – кожно-тактильный и проприоцептивный.

Наряду с общими закономерностями образования условных рефлексов, свойственными всем детям, уже в раннем возрасте обнаруживаются индивидуальные особенности кортикальных функций ребенка, зависящие от типа его ВНД. Индивидуальные особенности ребенка наиболее отчетливо проявляются в тот период, когда кора полушарий большого мозга, помимо образования положительных условно-рефлекторных связей, начинает функцию анализа внешних раздражений, в основе которой лежит выработка коркового торможения.

Способность к анализу внешних раздражений выявляется на примере образования дифференцировок. На 2-м месяце жизни ребенка почти все анализаторы дифференцируют раздражения, значительно отличающиеся друг от друга. На 3-4-м месяце анализаторная функция коры головного мозга быстро совершенствуется и позволяет вырабатывать более прочные и тонкие дифференцировки. Развитие механизмов замыкания условно-рефлекторных связей и дифференцирования внешних раздражителей быстро усложняет и принципиально меняет все поведение ребенка в смысле его активной деятельности и познания окружающего мира.

Выработка у детей динамического стереотипа

Динамический стереотип представляет собой последовательную цепь условных рефлекторных актов. Они осуществляются в строго определенном, закреплённом во времени, порядке и являются следствием сложной системной реакции организма на систему положительных (подкрепляемых) и отрицательных (неподкрепляемых, или тормозных) условных раздражителей. Динамический стереотип – основа образования привычек у человека, формирования определенной последовательности в трудовых операциях, приобретения умений и навыков.

Выработка стереотипа служит примером сложной синтезирующей деятельности коры. Стереотип трудно вырабатывается, но когда он уже выработан, то поддержание его не требует значительного напряжения корковой деятельности, многие действия при этом становятся автоматическими. Например, ребенок долго осваивает процесс одевания, но со временем это становится для него простой и обыденной задачей.

Стереотип при достаточном количестве повторений ведет к образованию в коре больших полушарий соответствующей мозаики очагов возбуждения и торможения, возникающих и сменяющих друг друга в постоянной последовательности. Образование в коре больших полушарий динамических стереотипов лежит в основе приобретения ребенком таких

двигательных навыков, как ходьба, бег, прыжки, катание на коньках, пользование при еде ложкой, ножом и вилкой и т. п.

Ребенок долго учится ходить, а позднее бегать и прыгать; далеко не сразу приобретаются навыки держать в руке карандаш и ручку и владеть ими. Большого труда стоит приучить ребенка к опрятности, к вежливому обращению, к строгому соблюдению режима дня, т. е. всегда в одно и то же время вставать, опрашивать постель, делать зарядку, умываться и т. д. Образовавшиеся и упрочившиеся навыки и привычки выполняются ребенком легко и охотно, не вызывая отрицательных эмоций. Они сохраняются многие годы и составляют основу человеческого поведения. Двигательные навыки, приобретенные в детстве (например, катание на коньках, игра на фортепиано), а затем не применявшиеся в течение многих лет, восстанавливаются легко и быстро.

Примером стойкости сложных стереотипов может служить немалый труд, которого требует «переучивание», если ребенок, обучаясь письму, игре на музыкальных инструментах, спортивным действиям, привил себе неправильные навыки. Трудность переделки стереотипов заставляет обращать особое внимание на правильность приемов воспитания и обучения с первых лет жизни. Вынужденная ломка стереотипов ведет к снижению готовности мозга к последующей деятельности, что может стать причиной негативных явлений как соматического, так и психического характера.

Развитие процессов внешнего и внутреннего торможения у детей

Виды торможения условных рефлексов

I. Безусловное:

- внешнее,
- запредельное.

II. Условное (внутреннее):

- угасательное,
- дифференцировочное,
- запаздывательное,
- условнотормозное.

Безусловное торможение условной рефлекторной деятельности проявляется в конце первой – начале 2-й недели жизни новорожденных.

Внешнее торможение особенно легко вырабатывается у детей школьного и дошкольного возраста. Поэтому, применяя новые раздражители, легко можно перевести деятельность ребенка на необходимое педагогическое направление.

Запредельное торможение очень легко возникает у детей грудного возраста. Считается, что однообразное убаюкивание ребенка может служить причиной развития торможения. Быстро и легко этот вид торможения развивается у детей раннего школьного возраста из-за

незрелости корковых нейронов. Поэтому повышение голоса педагога и родителей и увеличение смысловой нагрузки может вызвать у ученика запредельное торможение, что само по себе приведет не к исправлению ошибок и недостатков, а, наоборот, снизит активность ребенка. При резко выраженном торможении может развиться даже ступорозное состояние с полной утратой двигательной активности.

Условное (внутреннее) торможение условных рефлексов появляется позднее, чем внешнее торможение. Тем не менее, уже с 20-го дня после рождения появляется примитивная форма дифференцировочного торможения.

Сроки формирования у детей различных видов внутреннего (условного) торможения:

- угасательное – 3 месяца;
- дифференцировочное – 3-4-й месяц;
- условнотормозное – 5-й месяц;
- запаздывательное – 6-й месяц;

К концу первого года жизни вырабатываются все виды внутреннего торможения условных рефлексов. У годовалого ребенка вырабатывается большое количество положительных и тормозных условных рефлексов, легко вырабатывается условнотормозное и запаздывательное торможение. Однако торможение условных рефлекторных реакций в этом возрасте легче и надежнее достигается путем внешнего безусловного торможения, когда на ребенка действует другой посторонний раздражитель, вызывающий ориентировочную реакцию (рефлекс «Что такое?»). С большим трудом и с длительной тренировкой запаздывательное торможение вырабатывается у детей дошкольного и раннего школьного возраста. Примером может служить поведение ученика младших классов, который назойливо протягивает руку, подпрыгивает нетерпеливо на скамье парты, когда он хорошо выучил урок, а учитель его не замечает.

Выработка у ребенка внутреннего торможения является физиологической основой воспитания и предпосылкой для быстрой выработки многочисленных условных рефлексов.

Развитие функции второй сигнальной системы у детей

Особенно интенсивно вторая сигнальная система развивается у детей в возрасте от 2-х до 5-ти лет. Формирование и последующее развитие второй сигнальной системы протекает в тесной и неразрывной связи с деятельностью первой сигнальной системы.

У новорожденного условные рефлексы осуществляются полностью первой сигнальной системой. Для этой начальной фазы развития ВНД человека характерно наличие таких временных связей, когда непосредственные раздражители исключительно в пределах первой сигнальной системы вступают в связь с непосредственными вегетативными и соматическими реакциями.

Начиная со второй половины первого года жизни, с периода овладения ребенком «пассивной» или «сенсорной» речью (т.е. когда ребенок начинает понимать речь окружающих), появляются первые условные реакции на словесные раздражители. Таким образом, закладывается начало совместной деятельности 1-й и 2-й сигнальных систем. Однако сначала эта совместная деятельность проявляется только в одной форме – по типу «словесный раздражитель – непосредственная реакция». Способность понимать, а потом и произносить слова развивается у ребенка в результате ассоциации определенных звуков (слов) со зрительными, тактильными и другими впечатлениями о внешних объектах.

После 8-ми месяцев у ребенка, благодаря подражательной деятельности и влиянию окружающих людей, появляются первые попытки произносить отдельные слова (мама, папа, баба и т. п.) и членораздельные звуки («ба», «ма», «ам», «гу», «да» и т. п.). Сначала они произносятся без связи с какими-то определенными явлениями или предметами окружающей среды, но затем непосредственные восприятия отдельных предметов, явлений или даже определенных ситуаций начинают вступать в связь с определенными звуко сочетаниями, произносимыми ребенком.

Примерно до 1,5 лет одним словом или каким-либо звуко сочетанием («мня-мня», «дай» и т. п.) ребенок обозначает не только какой-либо предмет, но и действия, переживания и желания, связанные с этим предметом. В дальнейшем значение произносимых слов постепенно суживается и начинает связываться только с определенным предметом или явлением. На этой фазе развития ВНД человека к первым двум типам временных связей прибавляются связи типа «непосредственный раздражитель – словесная реакция».

До 12-ти месяцев словарный запас ребенка составляет 10-12 слов, к 18-ти месяцам достигает 30-40 слов. На втором году жизни у ребенка все более увеличивается словарный запас, достигая 250-300 слов. Вместе с тем начинают объединяться слова в простейшие речевые цепи, состоящие из 2-3-х слов.

К концу третьего года словарный запас увеличивается до 500-700 слов, а к 5-ти годам дети начинают свободно говорить на родном языке. В этот период овладения активной речью поднимается на более высокий уровень и степень развития второй сигнальной системы. Возникает связь типа «словесный раздражитель – словесная реакция», когда ребенок начинает устанавливать взаимосвязи между явлениями на уровне слова, появляется «Почему?» и начинает развиваться абстрактное мышление.

Непрерывно обогащаясь все новыми и новыми типами связи, ВНД человека достигает такого уровня развития, когда 2-я сигнальная система начинает играть ведущую роль.

Роль второй сигнальной системы в формировании мышления ребенка

Первая сигнальная система обеспечивает формирование конкретного представления об окружающей действительности с помощью условных связей. Сигналами для первой сигнальной системы служат предметы, явления и отдельные их свойства (запах, цвет, форма и т.п.). Вторая сигнальная система реализует формирование обобщенного представления об окружающей действительности с помощью языка человека. Взаимодействие сигнальных систем является наиболее важным фактором в формировании конкретного и абстрактного мышления.

У ребенка младшего школьного возраста в связи с недостаточным развитием второй сигнальной системы преобладает наглядное мышление, поэтому и память его имеет преимущественно наглядно-образный характер. Однако вместе с развитием второй сигнальной системы у детей зарождается начало теоретического, т. е. отвлеченного мышления.

Вторая сигнальная система является результатом социальности человека как вида. Однако вторая сигнальная система находится в зависимости от первой сигнальной системы. Дети, родившиеся глухими, издают такие же звуки, как и нормальные, но, не подкрепляя издаваемые сигналы через слуховые анализаторы и не имея возможности подражать голосу окружающих, они становятся немыми.

Известно, что без общения с людьми вторая сигнальная система, особенно речь, не развивается. Известно, что дети, унесенные дикими животными и жившие в зверином логове (синдром Маугли), не понимали человеческой речи, не умели говорить и утратили способность научиться разговаривать.

В процессе установления взаимоотношений между сигнальными системами возможно появление помех преимущественно за счет наиболее ранимой второй сигнальной системы. При отсутствии стимулов, способствующих развитию второй сигнальной системы, мыслительная деятельность ребенка задерживается, а преобладающей оценочной системой его взаимоотношения с окружающей средой остается первая сигнальная система (конкретно-образное мышление). Тем не менее, попытки педагога как можно раньше заставить проявиться абстрактным способностям ребенка, не соизмеряя это с достигнутым уровнем умственного развития, тоже может привести к нарушению проявлений второй сигнальной системы. В этом случае первая сигнальная система выходит из-под контроля второй сигнальной системы, что легко можно заметить по поведенческим реакциям ребенка: у него нарушается способность к обдумыванию, спор приобретает конфликтный и эмоционально окрашенный характер. У таких детей быстро развиваются срывы в поведении, появляются обидчивость, плаксивость, агрессивность.

Вторая сигнальная система легче подвергается утомлению и торможению. Поэтому в младшем школьном возрасте расписание занятий

должно предусматривать чередование уроков с доминирующей деятельностью второй сигнальной системы (например, математика) с уроками, в которых преобладала бы деятельность первой сигнальной системы (например, природоведение, естествознание).

Учение о сигнальных системах имеет важное значение для развития ребенка, предоставляет большие возможности для установления необходимого взаимодействия между словесным объяснением и наглядностью в процессе обучения, для формирования у детей умения правильно соотносить конкретное с абстрактным мышлением.

Этапы развития познавательной способности ребенка связаны с развитием обобщающей функции слова:

I этап (1,5-2 года) – начальный период, обусловленный с сенсомоторной активностью;

II этап (2-7 лет) – период предоперационного мышления, определяется развитием языка, когда ребенок начинает активно использовать сенсорные схемы мышления;

III этап (7-11 лет) – период развития логического словесного мышления с активацией внутренней речи, с использованием конкретных понятий;

IV этап (11-17 лет) – завершающий период, характеризующийся формированием абстрактного мышления.

К 17-ми годам формирование психофизиологических механизмов мыслительной деятельности в основном завершается, подросток успешно пользуется внутренней речью.

Развитие речи у детей

Периоды развития речи детей:

- подготовительный – включает крик, гуление и лепет;
- понимание речи взрослых и использование в активной речи слов-предложений, овладение фразовой речью.

Ребенок рождается с набором морфологических структур, обеспечивающих в более позднем возрасте (в течение первых 3-х лет жизни) формирование функции речи. Развитие речевой функции происходит в соответствии с определенной системой языка, которая строится на основе интонационных структур и фонемного состава, усваиваемых на уровне понимания и на уровне собственной активной речи.

В раннем (доречевом) периоде развития ребенок произвольно издает врожденные звуки, одинаковые для всех народов с различными языками и культурой, с помощью которых выражает свое состояние.

Ребенок обучается артикулированию на основе слухового восприятия речи окружающих. Даже незначительное снижение слуха может затруднить овладение речью.

Зрительно ребенок воспринимает некоторые движения речевого аппарата окружающих, что играет роль в построении им артикуляционного процесса. Очевидна роль зрительного анализатора в процессе овладения письменной речью, при обучении глухих жестовой и звуковой речью.

Исключительно важную роль в развитии речи ребенка играет постоянный разговор с ним при любом контакте во время его бодрствования. Чем раньше начинают разговаривать с ребенком и побуждают его к разговору, тем быстрее и лучше он овладевает речью и тем быстрее развивается его мышление. Критическим возрастом для овладения речью является возраст 10 лет.

В период *новорожденности* возникают первые функциональные связи в речевых морфологических структурах при крике. Акустическая характеристика крика несет в себе те же составляющие, что и звуки речи, совершается на тех же частотах. Крик стимулирует функциональную активность речевых зон коры.

В *грудном возрасте* в первые месяцы жизни появляются голосовые реакции гуления и лепета, постепенно приобретающие различную интонационную окраску. Гуление происходит всегда на фоне ожидания, радостного состояния и свидетельствует о хорошем самочувствии и хорошем настроении ребенка. Усваиваются те интонации, которые употребляют взрослые. К концу 1-го года жизни формируются основные виды интонаций родного языка при нормальном речевом развитии. Органы артикуляции продолжают развиваться, слуховой анализатор постепенно приобретает способность к тонким слуховым восприятиям. В возрасте 7-8 месяцев развивается сенсорная речь. К 1-му году жизни ребенок знает названия нескольких десятков действий, понимает значения некоторых слов («нельзя», «можно», «дай», «покажи», имена близких ему людей, названия игрушек и пр.). Моторная речь начинает развиваться в возрасте 10-12-ти месяцев. Девочки овладевают моторной речью раньше мальчиков. К 1-му году жизни словарный запас составляет обычно 10-12 слов. Слово становится сильным сигналом и приобретает самостоятельное значение. К концу 1-го года ребенок произносит по системе языка фонемы, которые он слышит как в речи взрослого, так и в своих звуках гуления. Первые слова, произносимые ребенком в порядке подражания, относятся не к конкретному предмету, а к ситуации в целом.

На *втором году* жизни сформировывается функция речеслухового анализатора распознавания акустических структур по системе родного языка. Произносятся все шипящие и звук «Р», бурно развивается понимание речи. Происходит скачок в развитии активной речи – появляются попытки связать два слова в одну фразу, формы множественного числа. Словарный запас достигает примерно 300 слов.

На *третьем году* жизни происходит овладение речедвигательными алгоритмами родного языка. Отрабатывается правильное произношение фонем, усваиваются первые грамматические формы, появляются

многословные фразы и придаточные предложения . К концу 3-го года жизни появляются соединительные союзы и местоимения.

На *четвертом* и *пятом* годах жизни заканчивается основное формирование функциональной речевой системы и продолжается ее совершенствование. Ребенок произносит длинные фразы, монологи, применяет условную форму придаточных предложений. Возможно овладение чтением и письмом.

Особенности эмоциональной реакции у детей. Их значение в высшей нервной деятельности

Эмоции новорожденных имеют характерные особенности:

- носят отрицательный характер;
- однообразные (крик);
- всегда рациональные, поскольку служат надежным сигналом неблагополучия;
- прекращаются с устранением причины, их вызвавшей.

В первые же дни после рождения при приближении взрослого человека у ребенка повышается двигательная активность и усиливаются сосательные движения губ.

На 2-3-й неделях жизни ребенок при кормлении начинает внимательно рассматривать мать.

У ребенка грудного возраста появляются уже и положительные эмоции. Так, на 2-м месяце формируется улыбка как реакция на лицо матери, на 3-м месяце присоединяются смех и общее оживление с радостными возгласами, причем не только на лицо человека, но и на определенные действия (приготовление к кормлению, купанию и т.д.).

С возрастом эмоции постепенно усложняются и дифференцируются действием все более возрастающих в количественном и качественном отношении раздражителей. Повышается устойчивость и сила эмоций, усложняется их характер. Со временем формируются высшие, социальные эмоции. Положительные эмоции формируются позже отрицательных и не сводятся к отсутствию последних.

У подростков эмоциональная жизнь очень неустойчива, что объясняется временной дисгармонией между корой и подкорковыми образованиями, характерной для периода полового созревания. В этот период жизни преобладает стеническая жажда деятельности, вера в себя и свои силы. Чувства очень сильные, с широкой и разнообразной гаммой.

Значение эмоций:

- мобилизация физических и интеллектуальных ресурсов;
- сосредоточение внимания;
- обострение мыслительной деятельности;
- усиление чувствительности анализаторов;
- запоминание большого объема информации;

- коммуникативная роль – позволяет передавать свои переживания другим людям посредством мимических и пантомимических движений.

Положительные эмоции оказывают благотворное влияние на состояние здоровья.

Этапы формирования ВНД в онтогенезе

Аntenатальный период

Возможность выработки условных рефлексов у плода не доказана. Известно, что даже у недоношенных детей условные рефлексы не вырабатываются в течение срока недоношенности. Однако структура коры большого мозга достигает высокой дифференцировки уже к концу антенатального периода развития, что связано с ее интенсивным функционированием. За 2-3 месяца до рождения плод, реагируя отчетливыми движениями на внезапное звуковое раздражение, при повторении звука постепенно снижает двигательную реакцию, а затем и совершенно прекращает движения. Во второй половине антенатального онтогенеза функции коры следует определять как ориентировочно-исследовательские и аналитические.

Неонатальный период (0-1 месяц)

К концу первой недели жизни у ребенка возникает условный рефлекс на время кормления. К концу второй недели жизни появляется условный сосательный рефлекс на «положение кормления» (рефлекс Бехтерева-Шелованова). Условными раздражителями служат положение тела ребенка, типичное для кормления, а также тактильные, проприоцептивные и вестибулярные раздражения, которые возникают при предшествующем кормлению пеленании; подкреплением является кормление. Условный рефлекс проявляется в искательных движениях головы, сосательных движениях и при открывании рта. К концу первого месяца жизни образуются условные рефлексы на обонятельные, вкусовые и звуковые раздражители; в начале второго месяца появляются условные рефлексы на кожно-тактильные раздражители, затем – на зрительные. Условные рефлексы у новорожденных неустойчивы, вырабатываются значительно труднее, чем в старшем возрасте ребенка. Внешнее безусловное торможение условных рефлексов проявляется раньше, чем внутреннее (условное).

Грудной период (1-12 месяцев)

У ребенка на 2-м месяце жизни возникает специфическая человеческая, социальная по своей природе потребность общения со взрослым человеком. В этот период в связи с созреванием ЦНС и анализаторов, а также воздействием внешней среды и окружающих ребенка лиц ВНД бурно развивается: быстро вырабатываются и становятся более прочными условные рефлексы, вырабатывается их внутреннее торможение, появляются эмоции на окружающую обстановку и окру-

жающих лиц, после 6-ти месяцев начинает развиваться речь. К концу 1-го года начинается важный этап познания окружающей среды.

Период познавательной деятельности (1-3 года)

На 2-м году жизни закладываются основы психической деятельности, идет подготовка к самостоятельному хождению, к речевой деятельности. Огромное значение имеет восприятие различных раздражителей, контакт с окружающим миром. имеют для них в этот период. Дефицит раздражений, их монотонность заметно сказываются на дальнейшем психическом развитии. Происходит обучение, т. е. формируются «нейронные ансамбли», которые в дальнейшем служат фундаментом для более сложных форм обучения. В возрасте до 2-2,5 года ребенок, как правило, общителен, дружелюбен, легко вступает в контакт с незнакомыми людьми, редко испытывает чувство страха. Поведение ребенка 2-го и 3-го годов жизни характеризуется выраженной исследовательской деятельностью. Ведущая роль принадлежит руке, поскольку проекция кисти руки занимает огромную площадь в коре больших полушарий, активность и точность работы мышц руки являются предпосылкой активизации корковых центров. Постепенно у ребенка вырабатывается система адекватных действий с различными предметами. На 3-м году жизни в психологическом плане наблюдается довольно сформированное чувство «Я», тяга к самостоятельности. Иногда могут наблюдаться различные невротические реакции психогенного и соматогенного характера.

Период 3-5 лет

Условно-рефлекторная деятельность совершенствуется, число динамических стереотипов увеличивается, ярко выражена игровая деятельность, что способствует развитию интеллекта. Для этого возраста типичны бурные проявления эмоций, имеющие нестойкий характер.

Период 5-7 лет

Существенно возрастают сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов. Это выражается в повышении работоспособности коры головного мозга, большей стабильности всех видов внутреннего торможения, снижении генерации возбуждения. Выработанные условные рефлексы менее поддаются внешнему торможению. Дети начинают читать, писать, рисовать, весьма активно познают внешний мир и окружающие предметы.

У 7-ми годам происходит морфологическое созревание лобного отдела коры больших полушарий. Повышается роль абстрактного мышления.

Младший школьный период (девочки – 7-11 лет, у мальчики – 7-13 лет)

У ребенка 7-8-ми лет хорошо развиты моторика и речь, он умеет тонко анализировать ситуацию, развито чувство «психологической дистанции» в отношениях со взрослыми людьми. Однако еще

недостаточно выработаны самокритика и самоконтроль, способность к длительному сосредоточению; в деятельности преобладают игровые элементы. При поступлении в школу могут возникать отклонения, связанные с недостаточной психологической подготовленностью ребенка к систематическим занятиям, к коллективу. Некоторые дети рассеянны и не могут сосредоточить внимание, что может напоминать картину умственной недостаточности. Начиная с 7-ми летнего возраста, мальчики в развитии ВНД отстают от девочек примерно на 2 года. В этом возрасте основные нервные процессы (возбуждение и торможение) обладают значительной силой, подвижностью, уравновешенностью и приближаются к таковым взрослого человека. Все виды внутреннего торможения развиты достаточно хорошо. Данная возрастная группа характеризуется быстрым упрочением условных рефлексов и условного торможения, устойчивостью к внешним воздействиям, более быстрой концентрацией нервных процессов.

Подростковый период (мальчики – 13-17 лет, девочки – 11-15 лет)

В пубертатный период существенно изменяется условно-рефлекторная деятельность подростков, а их поведение характеризуется явным преобладанием возбуждения. Реакции по силе и характеру часто неадекватны вызвавшим их раздражителям и сопровождаются избыточными дополнительными сопутствующими движениями конечностями и туловища. Условное торможение ослабевает, что объясняется повышенной возбудимостью ЦНС, ослаблением процесса торможения и иррадиацией возбуждения. В этом периоде вегетативная регуляция несовершенна: отмечаются избыточная потливость, неустойчивость артериального давления, кожно-трофические нарушения, лабильность сосудистых реакций. Скорость образования условных рефлексов на непосредственные (зрительные, звуковые, тактильные) раздражители теперь возрастает, в то время как процесс образования условных рефлексов на словесные сигналы затрудняется, т. е. наблюдается ослабление значения второй сигнальной системы.

Особенности высшей нервной деятельности детей в пубертатном периоде

В пубертатный период решающую роль на формирование ВНД играет половое созревание. Половые гормоны чрезмерно возбуждают кору головного мозга, что приводит к общему повышению возбудимости ЦНС и изменению в поведении.

В этом возрасте процессы возбуждения снова преобладают над процессами торможения. У подростков появляются излишняя агрессивность, негативизм, обидчивость, вспыльчивость, недоверие к взрослым, плаксивость (у девушек), нарушается сон и аппетит. В условно-рефлекторной деятельности отмечается усиление межсигнальных реакций,

ухудшение дифференцирования сигналов, широкая иррадиация возбуждения. Возрастают латентные периоды условных реакций.

Речь замедляется, ответы на вопросы чаще становятся лаконичными и стереотипными. Формирование новых условных связей на словесные сигналы затруднено.

Во второй половине пубертатного периода наблюдается проявление психической неуравновешенности. Часто обостряются конфликтные отношения с окружающими, поэтому важным в воспитании является развитие торможения у подростков. Роль второй сигнальной системы вновь начинает возрастать, ускоряется образование условных рефлексов на словесные сигналы, улучшается память на абстрактные зрительные изображения. В возрасте 15-17-ти лет в основном завершается становление ВНД.

Окончание созревания ВНД наступает к 18-ти годам, когда в коре мозга уравниваются два нервных процесса – возбуждение и торможение.

У юношей снижение возбудимости до уровня взрослых мужчин происходит постепенно в период 15-18 лет. У девушек в 16-ти лет возбудимость резко повышается, в 19 лет – снижается почти до уровня взрослых женщин. Наибольшей возбудимостью характеризуются девушки 18-ти летнего возраста.

Уровень *силы нервной системы* у подростков обоего пола ниже, чем у взрослых, а юноши всех возрастов отличаются от девушек более высокими показателями этого свойства. Повышение силы нервной системы до уровня взрослых у юношей происходит в 18 лет, а у девушек – в 19 лет. Наиболее слабая нервная система у девушек наблюдается в 17-18 лет.

Подвижность нервных процессов подростков имеет половые различия. У лиц мужского пола она выражена слабее, чем у девушек. Возрастная динамика этого свойства у юношей протекает циклически, вследствие этого наименьшие показатели отмечаются в 16 лет. Возрастная динамика подвижности нервных процессов у девушек характеризуется постоянным снижением уровня. В 15-16 лет показатели подвижности у юношей и девушек одинаковы, начиная с 17-ти лет подвижность нервных процессов у лиц мужского пола существенно выше, чем у лиц женского пола.

Подростки отличаются от взрослых низкими показателями баланса нервных процессов, при этом показатели *уравновешенности нервных процессов* у юношей выше, чем у девушек. У юношей всех возрастов прослеживается тенденция к преобладанию возбуждательного процесса над тормозным. У девушек во всех возрастных периодах преобладает тормозной процесс, что согласуется с относительной слабостью нервной системы по возбуждению.

Типологические варианты личности ребенка

Российские психологи Э.М.Александровская и И.Н.Гильяшева в 1985 году с помощью психологических методов выделили шесть основных типологических вариантов личности детей младшего школьного возраста. Физиологической основой формирования типологических вариантов личности являются сила, уравновешенность и подвижность процессов возбуждения и торможения, подробно изученных И.П.Павловым в экспериментах на животных. Важную роль в формировании этих свойств нервной системы играет окружающая среда, в которой воспитывается ребенок.

Гармоничный тип (около 36%)

Дети этой группы легко учатся и не испытывают трудностей в школе. Обследование по детскому личностному вопроснику выявляет высокий уровень формирования интеллектуальных функций, а также положительные личностные свойства – общительность, уверенность в себе, высокий самоконтроль, добросовестность, отсутствие тревожности. В первой подгруппе свойственна уравновешенность, во второй подгруппе – ярко выраженная моторная активность. Практическая направленность этих детей проявляется в эффективном овладении учебной деятельностью, стремлением к хорошим результатам. Сочетание перечисленных свойств представляет собой устойчивую структуру личности, которая обеспечивает им быструю адаптацию.

Конформный тип (около 12%)

В поведении ребенка проявляются сильная зависимость от ситуации, стремление соответствовать окружению. Высокая школьная мотивация, потребность поступать согласно предъявляемым нормам определяют их направленность на учебную деятельность. Дети этой группы общительны, уверены в себе, добросовестны, обладают самоконтролем, имеют низкий уровень тревожности и напряженности. Характерной особенностью детей с таким типом личности является недоразвитие познавательной деятельности, что нередко затрудняет усвоение учебной программы.

Доминирующий тип (около 10%)

Отличительной особенностью детей является стремление к самостоятельности, доминированию, самоутверждению. Они общительны, активны, уверены в себе, обладают социальной смелостью и склонностью к риску. Практическая направленность этих школьников проявляется особенно ярко в организации детских игр. Сочетание высокой активности и низкого самоконтроля создает трудности адаптации, связанные с усвоением школьных норм поведения.

Чувствительный тип (около 14%)

Дети этого типа робки и застенчивы, хотя дружеские связи стойкие с теми, к кому привыкли. Учатся старательно, прилежно. Доминирующим свойством является чувствительность, которая сочетается с

общительностью, добросовестностью, высоким самоконтролем и зависимостью.

Тревожный тип (около 10%)

Для этих детей характерны крайняя изменчивость эмоциональной сферы, повышенная впечатлительность. Их действия отличаются излишним волнением и тревожностью. Высокий уровень тревожности сочетается с возбудимостью, чувствительностью, неуверенностью в себе, чувством ответственности, хорошим пониманием социальных норм.

Интровертированный тип (около 18%)

Отличительной особенностью этой группы является направленность на познавательную деятельность. Высокий уровень развития интеллекта сочетается с пониженным контролем окружающей действительности. Часто выявляется замкнутость, неуверенность в себе, социальная робость на фоне низкого самоконтроля. В то же время у них отмечаются возбудимость, тревожность и напряженность.

Изредка среди детей с патологическими формами выделяется группа с *инфантильным типом* формирования личности. Наблюдается задержка психического развития как отражение незрелости мотивационно-потребностной сферы и интеллектуальных нарушений. Такие качества приводят к нарушению адаптации и способствуют еще большему отставанию в развитии.

Развитие сна в онтогенезе у детей

В период внутриутробного развития плод находится постоянно в состоянии фазы быстрого сна (ФБС). ФБС характеризуется десинхронизацией ритма ЭЭГ и появлением бета-активности, выраженными изменениями вегетативных показателей, быстрыми движениями глаз. После рождения продолжительность сна составляет 18-20 ч, на ФБС приходится 75%. Цикл сна у новорожденного продолжается 50-60 мин. В периоды ФБС наблюдаются частые сосательные движения, легкие мышечные подергивания, гримасы, дрожание, улыбки. В отличие от взрослых, новорожденные могут непосредственно переходить из состояния бодрствования в ФБС. У младенцев общая продолжительность быстрого сна наиболее высока. У недоношенных детей ФБС занимает 60-80% всего времени сна, а у нормально развитых – 40-50%. Доля ФБС постоянно уменьшается и примерно к 8-му месяцу жизни ребенка падает до 20-25%. Этот уровень поддерживается с незначительными отклонениями на протяжении всей последующей жизни.

Фаза медленного сна (ФМС) разделяется на 4 стадии, отличающиеся биоэлектрическими характеристиками и порогами пробуждения, являющимися объективными показателями глубины сна. Первая стадия (дремота) характеризуется отсутствием на ЭЭГ альфа-ритма, являющегося характерным признаком бодрствования здорового организма, десинхронизацией (снижением амплитуды) и появлением

низкоамплитудной медленной активности с частотой 3-7 Гц (тета- и дельта-ритмы). Вторая стадия (сон средней глубины) характеризуется ритмом «сонных веретен» с частотой 13-16 Гц. Для третьей стадии характерно появление на ЭЭГ медленной ритмики в дельта-диапазоне (частотой до 2 Гц и амплитудой 50-75 мкВ). При этом продолжают достаточно часто возникать «сонные веретена». Четвертая стадия (глубокий сон) характеризуется доминированием на ЭЭГ высокоамплитудного медленного дельта-ритма. Во время глубокого сна у детей повышается выработка гормона роста.

У новорожденных и детей первого года жизни 3-я и 4-я фазы ФМС крайне непродолжительны. У детей более старшего возраста продолжительность этих стадий увеличивается в начальный период сна, тогда как первый период ФБС появляется лишь спустя 2-3 ч после засыпания. Основное различие структуры сна у детей, подростков и молодых людей сводится к прогрессирующему снижению по мере взросления продолжительности 3-й и 4-й фаз медленного сна.

До 1,5-2-х лет у детей появляется фаза дельта-сна, до 3-х лет – фаза сонных веретен, к 8-9-ти годам – дремотная фаза.

Плод практически постоянно видит сны еще в утробе матери с 25-30-ти недель беременности. После рождения сновидения занимают 60% времени сна. Предположительно сновидения детей представляют собой генную память, которая просматривается как в кинотеатре и обеспечивает загрузку мозга необходимой информацией, а также развивает чувства и мышление.

Сон у новорожденных и детей до 7-ми лет полифазный (ночью и днем). Смены сна и бодрствования у новорожденных мало зависят от времени суток, однако отчетливое преобладание ночного сна за счет сокращения дневного сна возникает уже в конце 1-го месяца жизни. Суточный ритм детей грудного возраста – чередование 3-4-х часов сна и такого же периода бодрствования. В возрасте 1-го года дети обычно спят 3 раза в сутки, причем наиболее продолжительный сон наблюдается в ночное время. В ясельном и дошкольном периодах сон обычно становится двухразовым. Монофазный ночной сон появляется после 7-ми лет.

Потребность во сне зависит от возраста. Новорожденные спят около 20 ч в сутки, дети 2-4-х лет – около 16 ч, дети 4-5-ти лет – 13 ч. Дети 6-7-ми лет должны спать 12 ч, а подросткам необходимо 9 ч сна.

Правильный суточный ритм с регулярным чередованием сна и бодрствования устанавливается у младенца не сразу. Между 2-м и 4-м месяцами жизни у грудного ребенка наблюдаются наиболее важные изменения в структуре сна, функциях внимания и возбудимости. Со 2-го по 6-й месяцы жизни происходит активное формирование циркадного ритма. Полноценный сон и рано установившийся физиологический ритм сон/бодрствование положительно влияют на развитие мозга и познавательную деятельность.

В детском возрасте иногда наблюдается *сомнамбулизм* – снохождение. Чаще это происходит после сильных психических переживаний или при неустойчивости нервной системы. Суть сомнамбулизма состоит в том, что при торможении коры больших полушарий двигательные центры приходят в состояние возбуждения, вызывающее вскрикивание по ночам, речь или хождение во сне. К периоду полового созревания эти явления, как правило, проходят.

Развитие памяти в детском возрасте

Память включает 4 основных процессов.

I. Запоминание – при получении информации происходит образование ассоциаций. Запоминание может носить либо произвольный, либо произвольный характер.

II. Сохранение – процесс задержания информации.

III. Воспроизведение – процесс, в результате которого происходит актуализация закрепленного ранее содержания психики путем извлечения его из долговременной памяти и перевода в оперативную.

IV. Узнавание – воспроизведение какого-либо объекта в условиях повторного восприятия.

Первые признаки примитивного узнавания можно констатировать уже на 1-м году жизни ребенка. Но первоначально круг предметов или лиц, на который оно распространяется, очень узок, а латентный период весьма краток. На 2-м году ребенок узнает близких людей и привычные объекты при прошествии нескольких недель, на 3-м году – после нескольких месяцев, на 4-м году – после разлуки, длившейся год. Наряду с удлинением латентного периода идет расширение круга узнаваемых предметов. С 3-го года узнавание распространяется даже на однократные впечатления, в особенности, если они были связаны с яркими аффективными ситуациями. Отожествление предмета или лица в различных ситуациях и системах отношений является уже относительно сложным познавательным актом, который формируется позднее.

Следующим существенным моментом в развитии памяти ребенка является выделение ее из восприятия, что приводит к возникновению воспроизведения представлений. В этом процессе различаются фазы: представление всплывает под непосредственным воздействием внешнего впечатления, восприятия; представление вызывается другим представлением, так что в результате образуется некоторая цепь представлений, состоящая сначала из небольшого числа звеньев. Первая форма воспроизведения наблюдается у детей уже в конце 1-го – начале 2-го года. С начала 4-го года возможность воспроизведения уже заметно развита. Ребенок оперирует уже довольно значительным кругом представлений.

Если выделение из восприятия, выражающееся в возникновении воспроизведенных образов и представлений, является первым крупным

этапом в развитии памяти, то превращение ее в волевою, сознательно направленную операцию запоминания, заучивания и припоминания является следующим важнейшим моментом.

Припоминание сначала совершается большей частью под воздействием окружающих, в ответ на вопросы, провоцирующие воспоминания. Припоминание, т. е. произвольное вызывание воспоминания, формируется и организуется в процессе общения. На основе припоминания, спровоцированного вопросами окружающих, формируется припоминание, совершаемое по собственной инициативе. Преднамеренное запоминание зарождается и эпизодически проявляется в дошкольном возрасте. Устойчивую форму, характеризующую работу памяти в целом, оно принимает лишь в школьном возрасте. Только к концу дошкольного возраста воспроизведение из произвольного процесса в основном превращается в сознательно регулируемый процесс припоминания.

В пределах дошкольного возраста возникают первые начатки другой существенной стороны памяти – воспоминаний. Психологически чрезвычайно значительным и не вполне объясненным фактом является младенческая амнезия, утрата воспоминаний, относящихся к первым годам жизни. Ребенок на всю жизнь сохраняет навыки и знания, которые он приобретает в первые годы жизни (умение ходить, пользоваться двигательными навыками и словами родного языка и т. д.), но воспоминания об этих первых годах жизни у него большей частью утрачиваются. Лишь с 5-7-ми лет у ребенка появляются более многочисленные воспоминания детства. Полного развития эта сторона сознания личности, в которой собственное прошлое переживается как историческая непрерывность, достигает еще позже, чаще с начала школьного обучения.

Основное преобразование в функциональном развитии памяти, характеризующее первый школьный возраст – превращение запечатления в сознательно направленный процесс заучивания. У дошкольника запоминание реализуется в значительной степени в игровой форме. В школьном возрасте заучивание перестраивается на новой основе – обучении.

Способность к заучиванию постоянно, но медленно возрастает до 13-ти лет. В период 13-16 лет наблюдается более быстрый рост памяти. Значительный рост способности к заучиванию приходится на возраст 8-10 лет (начало школьного обучения). Далее заучивание особенно возрастает в 11-13 лет (время значительного развития мышления). С 13-ти лет наблюдается относительное снижение в темпах развития памяти, новый рост начинается с 16-ти лет. В возрасте 20-25 лет память человека, который работает умственно.

Импринтинг и его роль в психическом развитии ребенка

Импринтинг (от англ. *imprint* – оставлять след, запечатлеть, отмечать) – запечатление первых (в период рождения) раздражителей, на базе которых формируется сложное поведение в виде звеньев безусловных рефлексов.

Импринтинг служит вариантом долговременной образной памяти, возникающей без биологического подкрепления после одноразового воздействия раздражителя. Импринтинг является комплексом поведенческих адаптаций новорожденного животного или человека, обеспечивающих привычную связь с родителями и замыкающую цепь преобразований эмбрионального периода, что позволяет реализовывать новорожденному уже сформированные механизмы восприятия и реагирования.

Явление импринтинга было детально описано известным К. Лоренцом (австрийский зоолог и зоопсихолог, лауреат Нобелевской премии по физиологии или медицине, 1903-1989 гг.), наблюдавшим врожденную способность только что вылупившихся птенцов следовать за попавшим в поле зрения движущимся объектом (рис. 25).

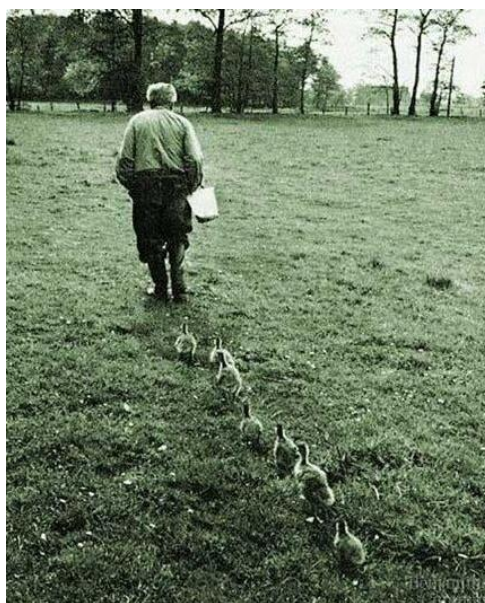


Рис. 25. Эксперимент импринтинга К. Лоренца с птенцами.

<https://dzen.ru/a/Yd-CZ0DkCzhfKEOh>

К. Лоренц выделил следующие особенности этого феномена:

- приуроченность к ограниченному (критическому) периоду жизни;
- необратимый характер с сохранением на всю жизнь;
- формирование до развития соответствующего поведения;
- запечатление не индивидуальных, а видоспецифических характеристик жизненно важного объекта.

У человека при рождении отсутствует явление следования за движущимся объектом, хотя специалисты не исключают проявление импринтинга в более поздние периоды онтогенеза. Например, имеются данные, что лишение новорожденного ребенка в первые часы или дни контакта с матерью может приводить к нарушениям психики во взрослом возрасте.

Импринтинг играет важную роль в нервно-психическом развитии ребенка, влияя на будущее поведение. В частности, возраст от 6-ти недель до 6-ти месяцев является критическим для формирования отношений ребенка с матерью. Более поздний возраст до 3-х лет считается критическим в отношении особенностей психики, которые влекут за собой отделение от матери. Однако эти влияния не достигают такой глубины, как у животных, в жизни которых импринтинг играет исключительно важную роль.

Различают несколько разновидностей проявления импринтинга.

1. Запечатление образов и объектов: родителей, братьев, сестер, вида пищи и т. д.

2. Усвоение поведенческих актов – так называемое имитационное поведение, когда дети повторяют действия родителей.

3. Реакция следования – автоматическое следование новорожденного за родителями. Реакция хорошо выражена у животных, хотя наблюдается и у детей, только в более поздние сроки. Если новорожденный детеныш животного окажется с особями другого вида, он будет следовать за ними или даже любым движущимся объектом (например, движущаяся игрушка, человек). Считается, что моторным эквивалентом реакции следования животных у ребенка является улыбка, постоянная смена мимики, появление комплекса оживления уже на 2-м месяце жизни.

Импринтинг имеет сходства и отличия от условных и безусловных рефлексов.

Сходства импринтинга и безусловных рефлексов:

- реакции сохраняются, как правило, всю жизнь;
- реакции являются врожденными, но для их проявления нужны определенные условия.

Отличия импринтинга от условных и безусловных рефлексов:

- импринтинг проявляется только в определенные критические периоды (чаще либо сразу после рождения, либо вскоре после рождения, причем в ограниченные сроки, иногда сроки могут быть отдалены). Если этот критический период будет упущен, импринтинг не проявится;
- запечатление происходит очень быстро, иногда даже с первого раза (например, реакция следования).

Импринтинг играет важную роль в формировании привязанности детей к родителям, в первую очередь к матери, в научении различным действиям, запечатление окружающей действительности.

Контрольные вопросы

1. Особенности электроэнцефалограммы детей первого года жизни.
2. Становление альфа-ритма в электроэнцефалограмме детей.
3. Первые условные рефлексы новорожденных детей.
4. Особенности условных рефлексов у детей первых месяцев жизни.
5. Развитие процессов внешнего и внутреннего торможения у детей.
6. Развитие функции второй сигнальной системы у детей.
7. Особенности эмоциональной реакции у детей. Их значение в высшей нервной деятельности.
8. Развитие сна в онтогенезе у детей.
9. Развитие памяти в детском возрасте.
10. Особенности высшей нервной деятельности детей в пубертатном периоде.
11. Импринтинг и его роль в психическом развитии ребенка.

ГЛАВА 13. АНАЛИЗАТОРЫ

Последовательность развития анализаторов у ребенка

Анализаторы выполняют важную роль в развитии деятельности ЦНС. Поступающие от рецепторов в ЦНС афферентные импульсы необходимы для формирования постоянной, тонической импульсной активности центральных нейронов. Органы чувств играют важную роль в развитии психических функций. Формирование двигательных навыков у детей невозможно без участия сенсорных систем.

Созревание и развитие различных анализаторов у плодов происходит неодновременно. Раньше всего созревают структуры вестибулярного анализатора, позднее – вкусового, обонятельного и кожного анализаторов. В последнюю очередь созревают слуховой и зрительный анализаторы.

К моменту рождения ребенка функционируют уже все анализаторы, хотя их структурное и функциональное развитие продолжается до 17-20-ти лет.

Зрительный анализатор

Закладка глаз происходит на 3-й неделе внутриутробного развития. Глаза новорожденного ребенка выглядят относительно большими (соотношение массы глаза к массе тела у новорожденного в 3,5 раза больше, чем у взрослого). Увеличение размера и массы глазных яблок особенно интенсивно происходит в 3-5 лет жизни.

К моменту рождения зрительный анализатор остается еще недостаточно зрелым. Периферическая область сетчатки, где расположены палочки, дифференцирована в большей степени, чем центральная ямка, где находятся колбочки. Колбочки сохраняют черты незрелости. Их количество у новорожденных невелико и составляет около 4000 (у взрослых – 16000). Сетчатка заканчивает развитие к концу первого года жизни. Для окончательного формирования органа зрения необходима стимуляция световым раздражителем.

Развитие желтого пятна завершается лишь через 4 месяца после рождения ребенка. К моменту рождения еще полностью не завершен процесс раздвигания ганглиозных и биполярных нейронов сетчатки в стороны от центральной ямки. Поэтому световые лучи, попадающие на центральную ямку, рассеиваются, что снижает остроту зрения. Расширение всех слоев сетчатки у детей продолжается до 10-12-ти летнего возраста.

Миелинизация проводящих путей зрительного анализатора завершается к 3-4-му месяцам постнатального развития. Интенсивное развитие латеральных коленчатых тел таламуса и зрительных проекционных зон коры головного мозга происходит на первом году жизни ребенка. Окончательная дифференцировка центрального отдела зрительного анализатора завершается к 7-ми годам.

Наиболее рано в процессе онтогенеза развивается световоспринимающая функция зрительного анализатора. Светочувствительность у детей обнаруживается сразу после рождения. О наличии светоощущения у очень маленьких детей можно судить по рефлекторным реакциям, возникающим при освещении глаза. Яркое освещение глаз вызывает у новорожденных зрачковый и мигательный рефлексы, движение головы, временное прекращение генерализованной двигательной активности. Световая чувствительность у новорожденных низкая. Она многократно повышается в первые месяцы жизни ребенка. Процесс повышения световой чувствительности продолжается до 18-20-ти лет. У новорожденных детей зрачковый рефлекс проявляется в виде сужения зрачка при действии на глаз яркого освещения. Расширение зрачков при низкой освещенности (при затемнении глаз) выражено слабо из-за недостаточно развитой гладкой мускулатуры радужной оболочки. По этой же причине зрачок у новорожденных узкий.

У маленьких детей слабо выражена способность фоторецепторов глаза приспособляться к изменению яркости света – темновая и световая адаптация. Способность фоторецепторов к световой и темновой адаптации возрастает до 20-24-х лет.

Поле зрения формируется в онтогенезе довольно поздно – к 5-ти месячному возрасту. С возрастом размеры поля зрения увеличиваются. Поле зрения особенно интенсивно развивается в дошкольном и младшем школьном возрасте.

Слуховой анализатор

Восприятие звука возможно еще в период внутриутробного развития, о чем свидетельствует возникновение шевеления плода и учащение у него сердцебиений в ответ на сильные звуки в последние месяцы антенатального периода.

Развитие периферических и подкорковых отделов слухового анализатора в основном завершается к моменту рождения. Однако миелинизация таламо-кортикальных путей слухового анализатора происходит очень медленно и заканчивается только к 4-м годам жизни. Созревание коркового отдела анализатора – 41-го поля височной области коры – происходит в возрасте 7-ми лет.

Ухо новорожденного в целом морфологически развито. Наружный слуховой проход узкий и короткий. Он сформирован хрящевой тканью. Окостенение стенок слухового прохода завершается к 10-ти годам. Среднее ухо у новорожденного безвоздушно. Оно заполнено слизистой жидкостью. В течение месяца среднее ухо постепенно освобождается от слизистой жидкости и через слуховую трубу заполняется воздухом, чему способствуют дыхательные и глотательные движения.

У новорожденных в ответ на действие сильного звука происходит общее вздрагивание, сокращение мимических мышц, закрывание глаз, открывание рта, вытягивание губ, урежение дыхательного и сердечного

ритмов. Новорожденные поворачивают голову в сторону источника звука. Условный защитный мигательный рефлекс на звук вырабатывается в конце 1-го месяца жизни.

Функциональное развитие слухового анализатора продолжается до 7-ми лет, что проявляется в образовании тонких дифференцировок на речевые раздражители.

Вестибулярный анализатор

Вестибулярный анализатор является филогенетически наиболее древним. Развитие и созревание вестибулярного анализатора у плодов происходит раньше, чем других анализаторов. Наиболее рано развивается ядро Дейтерса, которое к моменту рождения достигает полной дифференцировки. Остальные вестибулярные ядра продолговатого мозга достигают морфологической зрелости в постнатальном периоде.

Раздражения вестибулорецепторов у новорожденных вызывают статические рефлексы положения и статокинетические рефлексы - рефлекс Моро и нистагм. У грудных детей, особенно в первые месяцы жизни, отчетливо проявляются лифтные рефлексy.

В более позднем возрасте вестибулорецепторы играют важную роль в развитии выпрямительных рефлексов, обеспечивающих удержание головы, сидение и стояние.

Возбудимость вестибулорецепторов у детей старшего возраста выше, чем у взрослых. Натуральные условные вестибулярные рефлексy на «положение для кормления» и на покачивание в коляске вырабатываются на 2-й – 3-й неделе жизни ребенка.

Обонятельный анализатор

Структурное развитие обонятельных рецепторов заканчивается в основном к 7-му месяцу внутриутробного развития.

Функция обонятельного анализатора проявляется у ребенка сразу после рождения. На сильные запахи новорожденные реагируют мимикой, изменениями частоты дыхательного и сердечного ритмов. Острота обоняния у новорожденных в 20-100 раз ниже, чем у взрослых.

Органу обоняния свойственна быстрая адаптация. Дети перестают реагировать на повторные раздражения. На запах молока дети первых месяцев жизни не реагируют. Легче всего у новорожденных возникают рефлексy в ответ на действие пахучих веществ, раздражающих рецепторы тройничного нерва. При действии тригеминальных раздражителей – паров аммиака и уксусной кислоты у новорожденных возникает гримаса неудовольствия, крик и чихание.

Условные рефлексy на запаховые раздражители начинают вырабатываться у детей на 2-ом месяце жизни. Чем старше ребенок, тем легче и быстрее вырабатываются условные рефлексy на запах. На 4-м месяце жизни ребенок начинает различать приятные и неприятные запахи и реагировать на них адекватной эмоционально-двигательной реакцией.

Обонятельный анализатор полностью созревает к 6-летнему возрасту. Острота обоняния у детей достигает максимума в период полового созревания.

Вкусовой анализатор

У детей вкусовые ощущения играют большую роль в познании мира, формируя их поведение. Орган вкуса представлен множеством вкусовых почек, расположенных в сосочках языка, слизистой оболочке неба, зева, надгортанника. На вершине вкусовой почки имеется отверстие, ведущее во вкусовую ямку. Вкусовая ямка имеет рецепторные клетки, вступающие в контакт с растворенными веществами. Вкусовые луковицы созревают на 3-м месяце внутриутробной жизни. К моменту рождения ребенка рецепторные приборы располагаются на всей слизистой оболочке ротовой полости и языка.

К моменту рождения у ребенка хорошо развит вкусовой анализатор. Порог вкусового ощущения у новорожденного выше, чем у взрослого. Новорожденный ребенок реагирует на горькие, сладкие, кислые и соленые вещества, выделяя при этом слюну и проявляя эмоции. С возрастом рецепторы в основном локализуются на поверхности языка. У ребенка весь язык покрыт вкусовыми сосочками (у взрослого человека насчитывается около 9000 вкусовых сосочков, которые сосредоточены только на периферии языка). Вкусовая чувствительность у детей школьного возраста близка к уровню взрослого человека. От рецепторов слизистой оболочки языка и мягкого неба вкусовые ощущения передаются по вкусовому нерву в корковый отдел, который находится с внутренней стороны каждого полушария.

При продолжительном действии вещества на рецептор вследствие его адаптации снижается вкусовая чувствительность к этому веществу. Адаптация к сладким и соленым веществам происходит быстрее, чем к горьким и кислым. Вкусовые ощущения очень индивидуальны. В определении вкуса участвуют и обонятельные раздражения. Полное отсутствие вкуса почти никогда не наблюдается, но бывает извращение вкуса, обусловленное патологическими факторами.

Кожный анализатор

Кожа представляет собой обширное рецептивное поле, способное воспринимать тактильные, температурные и болевые раздражения.

Повреждающие раздражения, которые у взрослых сопровождаются чувством боли, уже у плодов вызывают рефлекторные двигательные реакции.

К моменту рождения все виды кожной чувствительности уже достаточно хорошо выражены. Чувствительность соматосенсорного анализатора у новорожденных значительно ниже, чем у взрослых.

В первые дни жизни ребенка тактильное раздражение любых участков кожи вызывает общую двигательную реакцию. Лишь в возрасте 1-1,5 месяца можно вызвать первые локальные двигательные реакции при

механическом раздражении кожи в области рта, век и носа. С 2,5-3-х месяцев можно наблюдать локальные реакции при раздражении тактильных рецепторов других рефлексогенных зон – лба, уха, живота.

Условные рефлексы на кожно-тактильные раздражения можно выработать с 2-х месяцев, а дифференцировочное торможение – с 3-х месяцев жизни.

Тактильная чувствительность в первые годы жизни ребенка постепенно возрастает. Наиболее значительное снижение порогов тактильной чувствительности отмечается в 8-10 лет, после чего тактильная чувствительность нарастает медленнее, достигая максимума в 17-20 лет.

Изменения температуры кожи воспринимают тепловые и холодные рецепторы. Оба вида терморепции у новорожденных достаточно хорошо выражены, хотя чувствительность к охлаждению выше, чем к перегреванию. Резкое снижение температуры воздуха вызывает у новорожденных генерализованную двигательную реакцию, побледнение кожи за счет сужения кровеносных сосудов.

С возрастом температурная чувствительность повышается.

Новорожденные на достаточно сильные уколы и щипки реагируют генерализованной двигательной реакцией, характерной мимикой, криком, изменениями частоты сердечного и дыхательного ритмов.

Хотя новорожденные реагируют на действие болевых раздражителей с первых дней жизни, порог болевой чувствительности у них выше, чем у взрослых, что свидетельствует о сравнительно низкой болевой чувствительности. В течение ряда лет после рождения болевая чувствительность у детей повышается.

Вестибулярный анализатор

Функционирование вестибулярного анализатора начинается у 4-х месячного плода, у которого можно вызвать лабиринтные тонические рефлексы.

У новорожденного четко выражены послевозращательный нистагм глаз, стато-кинетические рефлексы, рефлексы с вестибулярного аппарата на конечности, реакции на прямолинейное ускорение и др. Нистагм у детей менее продолжительный, чем у взрослых. По данным хронаксиметрии возбудимость вестибулярного анализатора у детей ниже, чем у взрослых. В возрасте от 10-ти лет хронаксия резко повышается.

Условные рефлексы на положение для кормления ребенка грудью образуются к 10-20-ти дням жизни, рефлексы на покачивание к 12-16-му дню. Способность дифференцировать качание в разные стороны развивается к 2-3-м месяцам жизни.

Возрастные изменения рефракции глаза, остроты зрения и аккомодации у детей

Рефракция глаза – преломление света в оптической системе глаза: луч света проходит через хрусталик, роговицу, стекловидное тело, влаги

камер и попадает на сетчатку. Клиническая рефракция – положение задней фокусной точки глаза относительно сетчатки. Нормальная рефракция или эметропия наблюдается, когда лучи света собираются точно на сетчатке. В этом случае человек видит одинаково хорошо абсолютно на всех расстояниях.

Глаза подавляющего большинства (90%) новорожденных детей характеризуются небольшой дальнозоркостью (гиперметропией). Дальнозоркость (1-4 диоптрии) обусловлена относительно небольшим размером глазных яблок, их шарообразной формой и короткой переднезадней осью глаза. Поэтому, несмотря на то, что роговица и хрусталик у новорожденных более выпуклы, чем у взрослых, задний фокус оптической системы глаза находится за сетчаткой, а на сетчатке формируется нечеткое изображение. Увеличение размеров глазных яблок и в особенности их переднезадних осей с возрастом уменьшает гиперметропию и поэтому у большинства детей к 8-12-ти годам глаза становятся эметропическими.

У 30-40% детей в результате чрезмерного увеличения переднезадних осей глазных яблок развивается миопия (близорукость), т. к. задний фокус оптической системы находится перед сетчаткой, а на сетчатке формируется нечеткое изображение. В этих случаях детям приходится носить очки с рассеивающими (двойковогнутыми) линзами.

Острота зрения – способность глаза отдельно воспринимать две точки, расположенные друг от друга на минимальном условном расстоянии.

Острота зрения у детей изменяется с возрастом. У новорожденных и детей первых пяти месяцев жизни она очень низкая. В 6 месяцев острота зрения составляет 0,1-0,3, в 1 год – 0,3-0,6, в 3 года – 0,6-1,0, в 5 лет – 0,8-1 и в 8-15 лет – 0,9-1,0, т. е. становится такой же, как у подавляющего большинства здоровых взрослых людей.

Аккомодация – приспособление глаза к ясному видению предметов, находящихся на разном удалении. Чем выше способность к аккомодации, тем ближе от глаза расположена ближайшая точка ясного видения.

Хрусталик у детей очень эластичен, поэтому дети обладают большей способностью к аккомодации, чем взрослые.

Но уже с 10-ти летнего возраста эластичность хрусталика постепенно снижается, что ведет к уменьшению объема аккомодации и удалению от глаза ближайшей точки ясного видения. В возрасте 10-ти лет она находится на расстоянии 7 см, в 15 лет – на расстоянии 8 см, в 20 лет – на расстоянии 10 см. Поэтому с возрастом, для того чтобы четко видеть предмет, рекомендуется увеличивать расстояние между ним и глазами.

Особенности цветоощущения в детском возрасте

Цветоощущение является в основном функцией колбочкового аппарата сетчатки. Колбочковый аппарат глаза функционирует с момента

рождения. Каждое из трех образований колбочек чувствительно к определенной длине световой волны (красный, синий, зеленый). Отчетливо цветовоспринимающая функция у детей проявляется с 5-6-ти месячного возраста.

До месяца ребенок различает только белый, черный цвета и оттенки серого, но видит все расплывчато. К 1,5 месяцам ребенок начинает распознавать синий, красный и желтый цвета, немногим позже – зеленый, оранжевый и фиолетовый. К 6-ти месяцам дети четко различают предметы зелено-желтого сектора, к году полностью различимыми становятся сине-фиолетовые цвета.

Дети после года различают все цвета, выбирают игрушки по цвету, но правильно называют все цвета обычно с 3-х лет. Окончательное формирование цветовосприятия оканчивается не ранее, чем в 5 лет.

Специфическая реакция зрительного анализатора на различные цвета проявляется в виде характерных изменений ЭЭГ и вегетативных функций. Так, воздействие красного цвета приводит к урежению сердечного и дыхательного ритмов, к синхронизации электрических волн на ЭЭГ, регистрируемой от зрительной области коры головного мозга. Воздействие зеленого цвета, напротив, повышает частоту дыхания и сердечной деятельности, вызывает десинхронизацию электрических волн, регистрируемых на ЭЭГ от зрительной зоны коры больших полушарий.

Факторы, способствующие развитию миопии у детей

Подавляющее большинство детей (до 80%) рождается с гиперметропией (хорошее зрение вдаль, плохое вблизи), что обусловлено короткой переднезадней осью глазного яблока новорожденного (16-18 мм). По мере роста самого ребенка и глазного яблока гиперметропия постепенно уменьшается, и у некоторых детей переходит в миопию.

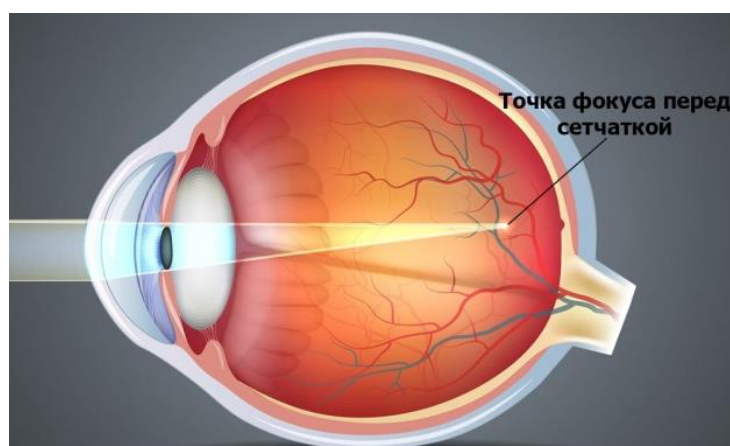


Рис. 26. Миопия.

https://www.optic-city.ru/blog/blogcat_detskaya_ofthalmologiya/blizorukost_u_detej/

Миопия (близорукость) у детей – патологическое состояние, для которого характерно нарушение нормальной рефракции, фокусировки света на сетчатке. Изображение при этом расстройстве формируется перед сетчаткой глаза (рис. 26).

Развитию миопии у детей дошкольного и школьного возраста способствует длительное напряжение аккомодации, возникающее при недостаточном освещении и продолжительном рассматривании близко расположенных мелких предметов.

Чрезмерному увеличению переднезадних размеров глазного яблока, связанному с увеличением кровенаполнения глаза и повышением внутриглазного давления, способствует также длительное чтение в положении сидя с большим наклоном головы.

Кроме того, предрасположенность к миопии передается по наследству. В частности, наследуется недостаточная жесткость склеры.

Возрастные изменения порога ощущения звуков и диапазона воспринимаемых частот

Слуховая функция созревает постепенно еще во внутриутробном периоде и связана с формированием структур органа слуха.

В диапазоне 20-28 недель беременности внешняя акустическая стимуляция начинает вызывать изменение двигательной активности и ритма сердцебиений плода. В амниотической жидкости отмечаются вибрационные звуковые колебания, обусловленные пульсом матери. Брюшная стенка матери снижает интенсивность внешних звуков в зависимости от их силы и частоты на 20-80 дБ.

Новорожденный с нормальной слуховой функцией имеет пренатальный специфический слуховой опыт прежде в восприятии звуков сердцебиения матери, передаваемых по костно-тканевому пути, а также громких звуков из внешней среды ослабленных брюшной стенкой матери. У него наблюдается специфическая реакция на звук: замедляется пульс, урежается дыхание, стихает плач, снижается двигательная активность. Новорожденный уже реагирует на разные параметры звуков, такие как частота, интенсивность и временная последовательность.

Чувствительность слуха новорожденных лучше в области низких частот, что связано с высокой податливостью входных механических структур и соответственно со сниженной чувствительностью к высоким частотам.

При рождении у ребенка сформированы рефлекторные реакции практически на все параметры слуховых раздражителей. При исследовании слуха в обычной обстановке (например, в палате новорожденных) с высоким уровнем окружающего шума реакции ребенка вызываются при интенсивности звука около 90 дБ, а в условиях тихого помещения – около 35-45 дБ.

У новорожденных восприятие высоты тона и громкости звука снижено. Оно повышается к концу 2-го – началу 3-го месяца жизни.

С первых дней жизни самые низкие пороги звуковой чувствительности лежат в области средних звуковых частот – около 1000 Гц. В процессе онтогенеза происходит увеличение звуковой чувствительности с постепенным уменьшением порогов. Слуховой аппарат ребенка воспринимает звуки с частотой до 32000 Гц. Некоторые дети способны слышать частоты порядка 40000 Гц. Наибольшая острота звуковой чувствительности отмечается в возрасте 14-19-ти лет, а затем постепенно снижается.

Звуки частотой ниже 500 Гц оказывают успокаивающее действие на новорожденных, тогда как более высокочастотные звуки (выше 1000 Гц) усиливают беспокойство и двигательную активность. Кроме того, низкочастотные звуки обладают свойством вызывать более выраженную рефлекторную реакцию.

В возрасте 3-4-х месяцев ребенок различает звуки, отличающиеся на 4-7 тонов. В возрасте 6-7-ти месяцев дети различают звуки, отличающиеся на 0,5 тона, т. е. приближаются по этому показателю к взрослым. На развитие слуха у ребенка решающее значение оказывает тренировка, особенно занятия музыкой.

Особенности реакций на вкусовые раздражители у новорожденных детей

У новорожденных вкусовой чувствительностью обладает практически вся поверхность слизистой оболочки рта и языка. Вкусовые рецепторы обнаруживаются по всей спинке языка, на нижней поверхности его кончика, твердом небе и даже на слизистой оболочке губ и щек. С возрастом изменяется их топография, и они локализуются преимущественно на поверхности языка.

Определение вкусовой чувствительности у новорожденных основано на наблюдении мимических реакций при нанесении на язык растворов, имеющих разный вкус.

Новорожденные различают сладкое, кислое, горькое и соленое. Сладкие вещества вызывают сосательные движения и обладают успокаивающим действием. Вещества, обладающие горьким, соленым и кислым вкусом, вызывают гримасу недовольства, закрывание глаз, выпячивание губ и языка, общую двигательную активность.

Пороги вкусовой чувствительности у новорожденных, особенно у недоношенных детей, значительно выше, чем у взрослых. С возрастом вкусовая чувствительность увеличивается, причем особенно интенсивно с 2-х до 6-ти лет.

Условные рефлексы на вкусовые раздражения можно выработать у ребенка в конце периода новорожденности, тогда как выработка дифференцировочного торможения при действии сладкой и простой воды возможна только в конце 2-го месяца жизни.

Контрольные вопросы

1. Последовательность развития анализаторов у ребенка.
2. Возрастные изменения рефракции глаза и остроты зрения у детей.
Особенности цветоощущения в детском возрасте.
3. Факторы, способствующие развитию миопии у детей.
4. Возрастные изменения порога ощущения звуков и диапазона воспринимаемых частот.
5. Особенности реакций на вкусовые раздражители у новорожденных детей.

УЧЕБНО-ЦЕЛЕВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Задания

1.1. Физиология возбудимых тканей

Задание 1.1.1.

В чем заключается главное структурное отличие, влияющее на скорость проведения возбуждения в миелинизированных нервных волокнах новорожденного от таковых у взрослого? Какая часть этих волокон миелинизирована к моменту рождения?

Задание 1.1.2.

Почему потенциал покоя нервных волокон у детей значительно ниже, чем у взрослых? С какого возраста увеличивается возбудимость нервного волокна? Чем объясняется и о чем свидетельствует возрастание потенциала покоя?

Задание 1.1.3.

Перечислите отличия потенциала действия нервных волокон новорожденного от такового у взрослого. С чем они связаны?

Задание 1.1.4.

Каковы особенности проведения возбуждения по нервному волокну новорожденного по сравнению с проведением возбуждения у взрослого?

Задание 1.1.5.

Назовите факторы, обеспечивающие увеличение скорости проведения возбуждения по нервным волокнам с возрастом.

Задание 1.1.6.

Почему скорость проведения возбуждения по миелинизированным нервным волокнам у новорожденного значительно (в два раза) меньше, чем у взрослых?

Задание 1.1.7.

Перечислите факторы, обеспечивающие увеличение скорости проведения возбуждения с возрастом по безмякотному волокну.

Задание 1.1.8.

Почему увеличение мембранного потенциала безмякотного нервного волокна увеличивает скорость проведения возбуждения в процессе роста организма?

Задание 1.1.9.

У кого возбудимость нервов ниже – новорожденных или детей более старшего возраста? Почему увеличение диаметра безмякотного нервного

волокна в процессе роста организма ведет к увеличению скорости проведения возбуждения?

Задание 1.1.10.

К какому возрасту у детей заканчивается созревание нервов, и скорость проведения возбуждения по ним становится как у взрослых?

Задание 1.1.11.

Как изменяется длительность рефрактерной фазы и лабильность нервного волокна в процессе его созревания?

Задание 1.1.12.

Какие изменения, характеризующие структурную зрелость мякотных нервных волокон, происходят в них после рождения ребенка?

Задание 1.1.13.

Какие свойства и электрофизиологические показатели характеризуют функциональную зрелость мякотных нервных волокон? Как они меняются в процессе созревания волокон?

Задание 1.1.14.

Какие изменения, характеризующие структурную зрелость безмякотных нервных волокон, происходят в них после рождения ребенка?

Задание 1.1.15.

Какие свойства и электрофизиологические показатели характеризуют функциональную зрелость безмякотного нервного волокна? Как они меняются в процессе созревания волокон?

Задание 1.1.16.

Какими свойствами обладает скелетная мышца плода к моменту рождения? Как изменяется упругость, прочность и эластичность мышц с возрастом?

Задание 1.1.17.

Как изменяются в онтогенезе возбудимость, проводимость, сократимость, утомляемость, быстрота сокращения и расслабления, лабильность скелетной мышцы?

Задание 1.1.18.

Каковы соотношения силы мышц мальчиков и девочек в период от 7 до 8 лет, в возрасте 10-12 лет и 15-18 лет?

Задание 1.1.19.

Укажите величину мембранного потенциала мышечного волокна новорожденного ребенка и взрослого человека. С чем связано это различие?

Задание 1.1.20.

Перечислите отличия потенциала действия мышечного волокна новорожденного от такового у взрослого.

Задание 1.1.21.

Повышается или снижается скорость проведения возбуждения по мышечному волокну с возрастом? Перечислите факторы, обеспечивающие это изменение.

Задание 1.1.22.

Почему увеличение амплитуды потенциала действия мышечного волокна в процессе роста организма увеличивает скорость проведения возбуждения?

Задание 1.1.23.

Перечислите особенности сокращения мышц новорожденного. Разделяются ли мышцы новорожденного на быстрые и медленные?

Задание 1.1.24.

Как изменяется эффективность отдыха (становится больше или меньше) после физического утомления у детей разного возраста: 7-12 лет, 13-15 лет и в 16-18 лет?

Задание 1.1.25.

В каком возрасте наблюдается максимальная выносливость к физическим нагрузкам?

Задание 1.1.26.

Что представляет собой незрелый (примитивный) нервно-мышечный синапс новорожденного? В чем заключается его функциональная особенность, к какому возрасту заканчивается его созревание?

Задание 1.1.27.

В чем выражается созревание терминальных ветвлений аксона мотонейрона? Какое значение имеет этот процесс?

Задание 1.1.28.

В чем выражается созревание постсинаптической мембраны?

Задание 1.1.29.

Как и почему изменяется синаптическая задержка в нервно-мышечном синапсе в процессе созревания?

1.2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Задание 1.2.1.

У новорожденных детей можно вызвать некоторые примитивные рефлексы, которые осуществляются спинным мозгом (например, рефлекс Бабинского). У взрослого эти рефлексы отсутствуют. С чем это связано?

Задание 1.2.2.

В какие сроки внутриутробного развития возникают локальные защитные рефлекторные реакции и ритмические сокращения дыхательных мышц?

Задание 1.2.3.

Опишите положение плода (внешне) в ортотонической позе, каково значение этой позы и чем она объясняется?

Задание 1.2.4.

В какие сроки беременности возникает шевеление плода, ощущаемое матерью, какова частота их возникновения и причины увеличения частоты?

Задание 1.2.5.

Какова особенность гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) у детей, какие патологические последствия могут возникать в результате этого?

Задание 1.2.6.

Опишите характер и объем движений новорожденного.

Задание 1.2.7.

Какая поза характерна для новорожденного, до какого возраста она сохраняется? В регуляции какой константы организма она играет важную роль? Почему?

Задание 1.2.8.

Каково соотношение тонуса мышц-сгибателей и разгибателей у детей от момента рождения до 3-5 месяцев?

Задание 1.2.9.

Перечислите основные группы рефлексов новорожденного и назовите их отличительные особенности.

Задание 1.2.10.

Какова особенность процесса торможения у новорожденных? С чем она связана?

Задание 1.2.11.

Назовите пищевые и защитные рефлексы новорожденных.

Задание 1.2.12.

Перечислите основные двигательные рефлексы новорожденного.

Задание 1.2.13.

Опишите сущность и способ вызова хватательного рефлекса (Робинсона), когда он исчезает?

Задание 1.2.14.

Опишите сущность и способ вызова рефлекса обхватывания (Моро), до какого возраста он сохраняется у ребенка?

Задание 1.2.15.

Опишите сущность и способ вызова подошвенного рефлекса (Бабинского).

Задание 1.2.16.

Опишите сущность и способ вызова коленного рефлекса новорожденного, объясните причину его отличия от коленного рефлекса взрослых.

Задание 1.2.17.

На каком месяце внутриутробного развития у плода появляются вестибулярные тонические рефлексы? Какие виды рефлексов с рецепторов вестибулярного аппарата имеются у новорожденного ребенка и в грудном возрасте?

Задание 1.2.18.

Опишите сущность и способ вызова хоботкового рефлекса.

Задание 1.2.19.

Опишите сущность и способ вызова поискового рефлекса новорожденного, в каком возрасте он исчезает?

Задание 1.2.20.

Опишите сущность и способ вызова рефлекса ползания (Бауэра) новорожденных, когда он исчезает?

Задание 1.2.21.

Опишите сущность и способ вызова выпрямительной реакции туловища. С какого возраста она формируется?

Задание 1.2.22.

Опишите сущность и способ вызова верхнего рефлекса Ландау, в каком возрасте он формируется?

Задание 1.2.23.

Какие особенности рефлексов новорожденных детей и чем они обусловлены?

Задание 1.2.24.

Какими терминами можно охарактеризовать движения новорожденного ребенка: целенаправленные, хаотичные, генерализованные, атетозоподобные? В чем причина?

Задание 1.2.25.

Ребенок в возрасте 1-го месяца фиксирует взор на ярких предметах и лице матери, следит взором за движущимся предметом, у него можно вызвать

безусловные рефлексы новорожденного. Но он не удерживает голову в вертикальном положении и не гулит. Является ли это признаками патологии?

Задание 1.2.26.

Ребенок в возрасте 3-х месяцев поднимает голову лежа на животе, гулит, отвечает на общение «комплексом оживления». Но родители отмечают, что он не начал пытаться садиться и не переворачивается с живота на спину. Обосновано ли беспокойство родителей?

Задание 1.2.27.

Ребенок в возрасте 6-ти месяцев может брать игрушку в руки, переворачиваться со спины на живот, произносит отдельные слоги. Но при этом не может стоять в кроватке. Является ли это нормой или отставанием в развитии?

Задание 1.2.28.

При плановом осмотре у педиатра мама сообщила, что ребенок в возрасте 9-ти месяцев может долго лепетать, сам встает, стоит, садится, может дать знакомый предмет, но не ходит самостоятельно, что беспокоит родителей. Обоснованно ли это?

Задание 1.2.29.

При осмотре ребенка в возрасте 1-го года педиатр отметил, что ребенок произносит 5-10 простых слов, начал ходить самостоятельно, но родителей беспокоит, что он не переступает через препятствие и падает. Является ли это поводом для беспокойства?

Задание 1.2.30.

Верно ли содержание таблицы?

Сосательный рефлекс	Возраст ребенка		
	1-5 дней	6-10 дней	15 дней
Рефлексогенная зона	Губы	Губы и кожа всего лица	Губы и кожа вокруг рта

Задание 1.2.31.

Что такое тонический рефлекс Кернига у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.32.

Что такое тонический лабиринтный рефлекс у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.33.

Что такое сосательный рефлекс у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.34.

Что такое хватательный рефлекс Робинсона у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.35.

Что такое рефлекс обхватывания Моро у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.36.

Что такое подошвенный рефлекс Бабинского у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.37.

В чем заключается особенность коленного рефлекса у новорожденного ребенка и чем она обусловлена? Когда он заменяется?

Задание 1.2.38.

Что такое хоботковый рефлекс у новорожденного ребенка? Когда он исчезает?

Задание 1.2.39.

Опишите сущность и способ вызова рефлекса Кернига, в каком возрасте он исчезает?

Задание 1.2.40.

Опишите отличительные особенности ориентировочного рефлекса новорожденного ребенка.

Задание 1.2.41.

Перечислите двигательные навыки ребенка, которые он приобретает в возрасте от 2-х до 5-ти месяцев.

Задание 1.2.42.

Перечислите двигательные навыки ребенка, которыми он овладевает в возрасте с 5-ти до 9-ти месяцев.

Задание 1.2.43.

Перечислите двигательные навыки и их особенности, которыми ребенок овладевает при помощи верхних конечностей в возрасте 9-12 месяцев.

Задание 1.2.44.

Опишите процесс обучения ребенка ходьбе, с какого месяца жизни ребенка обычно это начинают, какой момент считают началом самостоятельной ходьбы, в каком возрасте это бывает?

Задание 1.2.45.

В каком возрасте ребенок начинает бегать, подпрыгивать на месте? Когда отмечается наиболее высокий темп развития точности и частоты воспроизводимых движений, чем объясняется последнее?

Задание 1.2.46.

Какие особенности вегетативной нервной системы новорожденных свидетельствуют о ее незрелости?

Задание 1.2.47.

Какие факторы способствуют становлению тонуса блуждающего нерва у детей в онтогенезе?

Задание 1.2.48.

Какие факты свидетельствуют в пользу важной роли двигательной активности в становлении тонуса блуждающего нерва?

Задание 1.2.49.

Влияние какого отдела вегетативной нервной системы на функции внутренних органов является преобладающим у детей до 3-х лет и в последующем возрасте.

Задание 1.2.50.

Когда начинает формироваться тонус блуждающего нерва? В каком возрасте он достаточно хорошо выражен?

Задание 1.2.51.

Перечислите рефлексы, которые обычно используются для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы у детей.

Задание 1.2.52.

Как вызывается и в чем проявляется глазосердечный рефлекс? Каков его латентный период, когда он считается положительным и резко положительным?

Задание 1.2.53.

Как вызывается и в чем проявляется дермографический рефлекс? Укажите его латентное время.

Задание 1.2.54.

Врач-невролог проверял у обучающегося 4-го класса сухожильный коленный рефлекс. Рефлекс слабо выражен. После этого врач попросил сцепить руки в замок сознательно растягивать их в стороны. После указанных манипуляций коленный рефлекс проявился в должной мере. Объясните механизм наблюдаемого явления.

1.3. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

Задание 1.3.1.

Муж и жена имеют соответственно кровь 0(I) и АВ(IV) групп. В деле по установлению отцовства ребенка оба утверждают, что данный ребенок не может быть их сыном, т.к. как у него другая группа крови, а вот девочку, имеющую кровь четвертой группы, они готовы признать своей. Ваше мнение?

Задание 1.3.2.

В семье трое детей, и все имеют кровь разной группы: А(II), В(III), АВ(IV). Могут ли они быть родными братьями и сестрами, или нет?

Задание 1.3.3.

У сына кровь 0(I) группы, у отца В(III). Может ли мать иметь В(III) группу крови?

Задание 1.3.4.

При исследовании крови ребенка обнаружено 6×10^{12} /л эритроцитов, Hb 160 г/л, гематокрит 65%, лейкоцитов 18×10^9 /л, общий белок 5,6%. Какой возраст ребенка, если известно, что он здоров?

Задание 1.3.5.

Новорожденный ребенок весит 4 кг. Сколько крови должно быть у него в организме?

Задание 1.3.6.

Масса тела грудного ребенка 6 кг. Сколько у него крови?

Задание 1.3.7.

Вязкость крови ребенка составляет 14,9 единиц. В каком возрасте могут встречаться такие показатели вязкости?

Задание 1.3.8.

У здорового ребенка взята кровь на анализ. При подсчете оказалось, что в 10 маленьких квадратиках камеры Горяева находится 75 эритроцитов. Сколько их в 1 л крови, если она разбавлялась в 200 раз? Сколько, примерно, лет ребенку?

Задание 1.3.9.

Количество эритроцитов у ребенка снизилось до 4×10^{12} /л, а объем их уменьшился до 77 мкм^3 . В каком возрасте это наблюдается и с чем это связано?

Задание 1.3.10.

В крови ребенка обнаружены лишь следы фетального гемоглобина (HbF). Сколько лет этому ребенку?

Задание 1.3.11.

У новорожденного ребенка в 1 л крови обнаружено 20×10^9 /л степени лейкоцитов. Здоров ли он?

Задание 1.3.12.

У новорожденного ребенка кожные покровы окрашены в желтый цвет. С чем это может быть связано и как проверить ваше предположение?

Задание 1.3.13.

Какая группа крови может быть у ребенка, если мать имеет кровь А(II) группы, а отец – В(III)?

Задание 1.3.14.

При исследовании крови человека обнаружено, что 80% ее гемоглобина составляет HbF. Кому принадлежит кровь?

Задание 1.3.15.

Какая группа крови может быть у ребенка, если у матери О(I), а у отца А(II) группы крови?

Задание 1.3.16.

Может ли группа крови 0(I) быть у ребенка, если и мать и отец имеют кровь В(III) группы?

Задание 1.3.17.

Какую группу крови можно ожидать у ребенка, если у матери 0(I), а у отца В(III)?

Задание 1.3.18.

При анализе крови двух детей в возрасте 1,5 года и 8 лет обнаружено, что у одного из них содержание белков в плазме крови составляет 74 г/л, а у другого 60 г/л. Какой из показателей принадлежит старшему ребенку?

Задание 1.3.19.

В лейкоцитарной формуле ребенка наступил первый лейкоцитарный перекрест. Каково должно быть содержание нейтрофилов у ребенка и его возраст?

Задание 1.3.20.

У шестилетнего ребенка в лейкоцитарной формуле содержание лимфоцитов и нейтрофилов одинаково и составляет 40%. Норма это или патология?

Задание 1.3.21.

Ребенку 1 год. В лейкоцитарной формуле найдено 60% лимфоцитов. Не свидетельствует ли это о наличии заболевания?

Задание 1.3.22.

В лейкоцитарной формуле ребенка выраженный сдвиг влево, в сторону молодых форм нейтрофилов. Обязательно ли это связано с наличием воспалительного процесса в организме ребенка?

Задание 1.3.23.

Изменится ли осмотическое давление крови, если в плазме крови новорожденного концентрация Na^+ составляет 170 ммоль/л?

Задание 1.3.24.

У ребенка 2-х лет следующий анализ крови: число эритроцитов $6 \times 10^{12}/\text{л}$, гематокритный показатель 60%. Дайте предполагаемое заключение.

Задание 1.3.25.

У новорожденного ребенка на второй день после рождения время свертывания крови равно 7 мин. Нормально ли это?

Задание 1.3.26.

Каково общее количество крови у ребенка в возрасте 11 месяцев 15 дней с массой тела 12 кг?

Задание 1.3.27.

У шестимесячного ребенка при анализе крови обнаружена концентрация гемоглобина 110 г/л, а количество эритроцитов составляет $3,7 \times 10^{12}/\text{л}$. Ваше заключение?

Задание 1.3.28.

Какими физиологическими свойствами обладает HbF?

Задание 1.3.29.

Какой гемоглобин преобладает у плода до и после 9-12 недель внутриутробного развития?

Задание 1.3.30.

Какой характерный сдвиг реакции плазмы крови для плодов и новорожденных детей?

Задание 1.3.31.

Какой характерный сдвиг реакции плазмы крови сохраняется на протяжении всего детства?

Задание 1.3.32.

Перечислите факторы, обуславливающие малое значение СОЭ у новорожденных детей.

Задание 1.3.33.

Назовите сроки появления и исчезновения физиологической желтухи у новорожденного ребенка после рождения.

Задание 1.3.34.

Верно ли содержание таблицы?

Показатель	Возраст ребенка	
	0-1 год	1-15 лет
Цветовой показатель крови	0,85-0,95	0,75-0,8

Задание 1.3.35.

Верно ли содержание таблицы?

Показатель	Возраст ребенка			
	новорожденный	1 месяц	7 месяцев	15 лет
Количество гемоглобина, г/л	120	120-160	145	210

Задание 1.3.36.

У годовалого ребенка тяжелая степень рахита, в плазме крови снижено содержание Ca^{++} . Может ли это влиять на свертывание крови и почему?

Задание 1.3.37.

У ребенка 2-х лет следующий анализ крови: число эритроцитов – $6 \times 10^{12}/л$, гематокритный показатель – 60%. Дайте предполагаемое заключение.

Задание 1.3.38.

У новорожденного ребенка на второй день после рождения время свертывания крови равно 7 мин. Нормально ли это?

Задание 1.3.39.

Какой процент от массы тела составляет масса циркулирующей крови у новорожденных и грудных детей и у взрослых? С чем связано это различие?

Задание 1.3.40.

Чему равен гематокритный показатель у новорожденных? Сравните с нормой взрослого.

Задание 1.3.41.

Какие изменения соотношения объема форменных элементов и плазмы крови происходят на протяжении первого месяца жизни ребенка?

Задание 1.3.42.

Чему равно содержание белка в крови новорожденного? Сравните с нормой взрослого. Какова причина различия? К какому возрасту данный показатель достигает нормы взрослого?

Задание 1.3.43.

Какая особенность в соотношении разных белков глобулиновой фракции отмечается у новорожденных и чем это объясняется? К какому возрасту устанавливаются стабильные соотношения, характерные для нормы взрослого?

Задание 1.3.44.

Опишите динамику изменений уровня глюкозы в крови детей от новорожденности до 12-14 лет.

Задание 1.3.45.

Кому принадлежит кровь с такими показателями?

Высокая вязкость (10-14 отн. ед.) и плотность (1,060-1,080), низкий рН (7,13-7,23), замедленная СОЭ (1-2 мм/час), низкое онкотическое давление плазмы крови.

Задание 1.3.46.

Чем обусловлен сдвиг рН крови в кислую сторону у новорожденного, и в течение какого срока устанавливается величина рН, близкая к норме взрослого?

Задание 1.3.47.

Какой основной фактор объясняет высокую вязкость крови у новорожденного? В каком возрасте этот показатель приближается к норме взрослого?

Задание 1.3.48.

Назовите три периода кроветворения у плода, укажите их сроки.

Задание 1.3.49.

В каких органах и тканях осуществляются процессы кроветворения у новорожденных детей? Какова особенность костного мозга

Задание 1.3.50.

Какова причина физиологической анемии у грудных детей? Укажите среднюю продолжительность жизни эритроцитов у новорожденного ребенка, в возрасте 1 года и у взрослого человека?

Задание 1.3.51.

У новорожденного ребенка имеется увеличенное количество эритроцитов и гемоглобина. Объясните два физиологических преимущества этой особенности эритроцитарной системы в перинатальном периоде (28-я неделя пренатального периода – 1-я неделя периода новорожденности).

Задание 1.3.52.

Что называют "физиологической желтухой"? Чем обусловлено ее развитие?

Задание 1.3.53.

Опишите последовательную смену разных форм гемоглобина в эритроцитах плода.

Задание 1.3.54.

Что называют "перекрестом" в лейкоцитарной формуле, сколько их бывает и когда они происходят?

Задание 1.3.55.

Какие особенности свертывающей и противосвертывающей систем крови отмечают у новорожденных детей? Как это сказывается на времени

кровотечения и времени свертывания крови по сравнению с таковыми у взрослых? Объясните причину.

Задание 1.3.56.

Когда в эритроцитах крови человека появляются агглютиногены А и В, а в плазме крови – агглютинины α и β ?

Задание 1.3.57.

Как отличается способность к реакции агглютинации эритроцитов новорожденных детей от взрослых? В каком возрасте способность к реакции агглютинации эритроцитов наиболее выражена?

Задание 1.3.58.

- 1) Укажите возраст, когда происходит первый перекрест кривых нейтрофилов и лимфоцитов?
- 2) Укажите сроки второго перекреста кривой нейтрофилов и лимфоцитов.
- 3) В чем выражается первый перекрест форменных элементов крови?
- 4) В чем выражается второй перекрест форменных элементов крови?

Задание 1.3.59.

Новорожденному ребенку необходимо перелить кровь. Какого из доноров, кровь которых совместима с кровью ребенка по системе АВ0 и резус-принадлежности, вы выберете: мать, отца, другого человека. Обоснуйте ваш ответ.

Задание 1.3.60.

В семье трое детей, и все имеют кровь разной группы: А(II), В(III), АВ(IV). Могут ли они быть родными братьями и сестрами?

Задание 1.3.61.

При исследовании крови ребенка обнаружено эритроцитов $6 \times 10^{12}/л$, гематокрит 65%, лейкоцитов $18 \times 10^9/л$, общий белок 56%. Какой возраст ребенка, если известно, что он здоров?

Задание 1.3.62.

Новорожденный ребенок весит 4 кг. Сколько крови должно быть у него в организме?

Задание 1.3.63.

Количество эритроцитов у ребенка снизилось до $4 \times 10^{12}/л$. В каком возрасте это наблюдается и с чем связано?

Задание 1.3.64.

В крови ребенка обнаружены лишь следы фетального гемоглобина (HbF). Сколько лет этому ребенку?

Задание 1.3.65.

У новорожденного ребенка в 1 л крови обнаружено лейкоцитов $20 \times 10^9/л$. Здоров ли он?

Задание 1.3.66.

У новорожденного ребенка кожные покровы окрашены в желтый цвет. С чем это может быть связано и как проверить ваше предположение?

Задание 1.3.67.

Проверьте правильно ли составлена таблица:

Возраст	Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Нб, г\л	Лейкоциты, $\times 10^9/л$	СОЭ, мм\ч
1 день	4,0	110	12	3-4
1 месяц	4,5	100	30	4-10
1 год	6,0	210	15	2-4

Задание 1.3.68.

При исследовании крови человека обнаружено, что 80% ее гемоглобина составляет НбF. Кому принадлежит кровь?

Задание 1.3.69.

Какую группу крови можно ожидать у ребенка, если у матери O(I), а у отца кровь B(III) группы?

Задание 1.3.70.

При анализе крови двух детей в возрасте 1,5 года и 8 лет обнаружено, что у одного из них содержание белков в плазме крови составляет 74 г/л, а у другого 60 г/л. Какой из показателей принадлежит старшему ребенку?

Задание 1.3.71.

В лейкоцитарной формуле ребенка наступил первый лейкоцитарный перекрест. Каково должно быть содержание нейтрофилов у ребенка и его возраст?

Задание 1.3.72.

У шестилетнего ребенка в лейкоцитарной формуле содержание лейкоцитов и лимфоцитов одинаково и составляет 40%. Норма это или патология?

Задание 1.3.73.

Ребенку 1 год. В лейкоцитарной формуле найдено 60% лимфоцитов. Патология ли это?

Задание 1.3.74.

В лейкоцитарной формуле ребенка выраженный сдвиг влево, в сторону молодых форм нейтрофилов. Обязательно ли это связано с наличием воспалительного процесса в организме ребенка.

Задание 1.3.75.

У ребенка 2-х лет в крови эритроцитов $6 \times 10^{12}/л$, гематокрит 60%. Дайте заключение.

Задание 1.3.76.

У новорожденного ребенка на второй день после рождения время свертывания крови равно 7 минутам. Норма ли это?

Задание 1.3.77.

Каково общее количество крови у ребенка в возрасте 11 месяцев с массой тела 12 кг?

Задание 1.3.78.

У 6-ти месячного ребенка при анализе крови обнаружена концентрация гемоглобина 110 г/л, а количество эритроцитов $3,7 \times 10^{12}/л$. Ваше заключение?

Задание 1.3.79.

У годовалого ребенка тяжелая степень рахита, в плазме крови снижено содержание кальция. Может ли это влиять на свертывание крови и почему?

Задание 1.3.80.

В какие возрастные периоды наблюдается максимальное (по количеству и массе) развитие лимфоидной ткани?

Задание 1.3.81.

Перед нами два общих анализа крови. Оба соответствуют возрастной норме. В одном анализе уровень гемоглобина 180-240 г/л, в другом 120-140 г/л. Какой анализ принадлежит новорожденному, какой ребенку возрастом 1,5 года?

Задание 1.3.82.

В общем анализе крови у ребенка обнаружено: количество лейкоцитов $20 \times 10^9 /л$, нейтрофилез со сдвигом влево. Укажите возраст ребенка.

Задание 1.3.83.

Для какого возраста ребенка характерен физиологический лимфоцитоз и с чем он связан?

Задание 1.3.84.

Перечислите, какими особенностями характеризуется у новорожденных детей система иммунитета?

- а) преимущественно пассивный характер (пассивный иммунитет, материнские антитела);
- б) активный характер, активный синтез антител;
- в) выраженный фагоцитоз;
- г) сниженная фагоцитарная активность;
- д) активная выработка интерферонов;
- е) хелперная направленность реакций иммунитета;
- ж) супрессорная направленность реакций иммунитета.

Задание 1.3.85.

Перечислите, какими особенностями характеризуется у детей в возрасте от 6 месяцев до 1 года система иммунитета?

- а) преимущественно пассивный характер (пассивный иммунитет, материнские антитела);
- б) активный характер, активный синтез антител;
- в) хелперная направленность реакций иммунитета;
- г) супрессорная направленность реакций иммунитета;
- д) недостаточно развит местный иммунитет.

1.4. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Задание 1.4.1.

Рассчитайте должный уровень максимального АД у ребенка 3-х лет.

Задание 1.4.2.

При определении АД у здорового ребенка обнаружены следующие цифры артериального давления: 76/35 мм рт. ст. Для ребенка какого возраста могут соответствовать эти показатели?

Задание 1.4.3.

Какому возрасту соответствует максимальное АД у ребенка 100 мм рт. ст., минимальное – 50 мм рт. ст.?

Задание 1.4.4.

При капилляроскопии у больного обнаружены широкие, короткие и прямые капилляры. Взрослый это или ребенок, если известно, что болезнь не связана с патологией сердечно-сосудистой системы?

Задание 1.4.5.

У больного ребенка полный блок левой ножки пучка Гиса. Как будет сокращаться левый желудочек и почему?

Задание 1.4.6.

Соответствуют ли границы сердца, указанные в данной таблице, возрасту ребенка? Если нет, то расставьте как нужно.

Возраст	Правая граница	Верхняя граница	Левая граница
1-7 дней	правая парастернальная линия	верхний край 3-го ребра	1 см кнаружи от левой сосковой линии
2-4 года	посредине между стеральной и парастернальными линиями	2-е ребро	левая сосковая линия
6-16 лет	правый край грудины	2-е межреберье	на 2 см кнаружи от левой сосковой линии

Задание 1.4.7.

Рассчитайте, чему должна быть равна масса сердца новорожденного ребенка весом 3200 г.

Задание 1.4.8.

Шестимесячный ребенок весит 7,5 кг. Чему должен быть равен вес его сердца?

Задание 1.4.9.

Рассмотрите таблицу. Соответствует ли продолжительность сердечного цикла возрасту детей. Если нет, то переставьте цифры в нужном порядке.

Возраст ребенка	Продолжительность сердечного цикла
Новорожденный	0,75 сек
6-7 лет	0,45 сек
12 лет	0,63 сек

Задание 1.4.10.

У ребенка 1 года в покое МОК равен 1200 мл. Чему должен быть равен примерно ударный объем сердца?

Задание 1.4.11.

Сердечный верхушечный толчок у здорового ребенка определяется в 4 межреберье кнаружи от левой сосковой линии. К какой возрастной группе относится этот ребенок?

Задание 1.4.12.

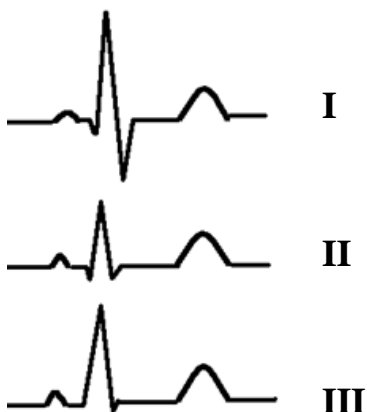
У ребенка на фонокардиограмме обнаружено раздвоение I и II тонов. Здоров ли ребенок? Как называется такое раздвоение?

Задание 1.4.13.

При записи ЭКГ у здорового ребенка обнаружен в III отведении самый высокий зубец R. Как называется такой тип электрокардиограммы, какому возрасту она соответствует и почему?

Задание 1.4.14.

Рассмотрите электрокардиограммы новорожденного ребенка в трех стандартных отведениях. Соответствуют ли они норме? Если нет, то переставьте кривые так, чтобы соотношение амплитуды зубцов в разных отведениях ЭКГ соответствовали возрасту.



Задание 1.4.15.

В каком возрасте у детей одинаково часто встречается как нормограмма, так и правограмма?

Задание 1.4.16.

Рассмотрите таблицу. Соответствует ли продолжительность указанных интервалов возрасту ребенка? Если нет, то внесите поправки.

Возраст	Интервал PQ	Интервал QS
Новорожденный	0,13 сек	0,05 сек
Дошкольник	0,14 сек	0,04 сек
Школьник	0,11 сек	0,06 сек

Задание 1.4.17.

У новорожденного животного произведена двусторонняя ваготомия. Как и почему это отразится на частоте сердечных сокращений?

Задание 1.4.18.

У новорожденного животного с обеих сторон перерезаны и блуждающие и симпатические нервы, иннервирующие сердце. Как изменится частота сердечных сокращений и почему?

Задание 1.4.19.

У новорожденного животного через изолированный каротидный синус протекает кровь, насыщенная углекислым газом и бедная кислородом. Как это повлияет на работу сердца? Что произойдет с деятельностью сердца, если в каротидном синусе повысить давление и почему?

Задание 1.4.20.

Максимальное давление у ребенка 70 мм рт. ст., минимальное – 30 мм рт. ст. Какой возраст этого ребенка?

Задание 1.4.21.

У двух практически здоровых детей измерено максимальное АД. У одного из них оно оказалось равным 85 мм рт. ст., у второго – 100 мм рт. ст. Чем может быть обусловлено более высокое АД у второго ребенка?

Задание 1.4.22.

Один ребенок весит 4 кг, второй – 5,5 кг. Возраст детей одинаковый. Будет ли одинаковым максимальное артериальное давление?

Задание 1.4.23.

Вычислите величину максимального АД у детей в возрасте 4 месяцев и 2-х лет.

Задание 1.4.24.

Чему приблизительно равен возраст ребенка, если его максимальное АД равно 88 мм рт. ст.?

Задание 1.4.25.

Перед Вами два здоровых ребенка 8-лет, одинакового веса, но у одного из них максимальное АД равно 115 мм рт. ст., а у второго – 120 мм рт. ст. Кто из них мальчик?

Задание 1.4.26.

На сфигмограмме малой амплитуды отсутствуют вторичные подъемы на нисходящем колене. Для детей какого возраста характерна такая сфигмограмма и чем обусловлены эти особенности?

Задание 1.4.27.

В одном кровеносном сосуде скорость распространения пульсовой волны составляет 5,1 м/сек и с возрастом ребенка увеличивается. В другом сосуде она равна 5,35 м/сек, но с возрастом меняется мало. К какому типу относится каждый сосуд?

Задание 1.4.28.

Соответствует ли указанная в таблице частота пульса возрастным нормам? Если нет, то внесите поправки.

Возраст	1 нед	6 мес	1 год	5 лет	10 лет	15 лет
ЧСС, уд/мин	120	100	130	70	140	80

Задание 1.4.29.

В организм взрослой собаки и новорожденного щенка введен атропин. Как и почему будет изменяться работа сердца у каждого из этих животных?

Задание 1.4.30.

Отношение просвета артерии и просвета сопровождающих ее вен равно 1:1. Взрослый это или ребенок?

Задание 1.4.31.

В какие сроки внутриутробного развития начинается формирование сердечно-сосудистой системы? Когда заканчивается этот процесс? Как может повлиять на систему кровообращения действие вредных факторов на плод в этот период?

Задание 1.4.32.

В какие сроки внутриутробного развития начинает функционировать проводящая система сердца? Как это проявляется?

Задание 1.4.33.

Какой элемент проводящей системы сердца в эмбриогенезе начинает функционировать первым и почему? Какова частота сердечных сокращений в эмбриональном периоде?

Задание 1.4.34.

Малый круг кровообращения не функционирует из-за отсутствия легочного дыхания и связанного с этим спазма легочных сосудов. 2) Из обоих желудочков кровь попадает в аорту через артериальный проток и овальное окно. В каком периоде онтогенеза наблюдаются такие особенности кровообращения?

Задание 1.4.35.

Какие основные изменения и почему происходят в системе кровообращения при рождении ребенка?

Задание 1.4.36.

Каковы особенности расположения сердца, соотношения массы желудочков, ширины аорты и легочной артерии у новорожденного?

Задание 1.4.37.

В какие сроки после рождения ребенка происходит анатомическое закрытие (заращение) артериального протока и овального окна?

Задание 1.4.38.

Чему равен минутный объем крови (МОК) у новорожденного ребенка, в возрасте 1 года, 10 лет и у взрослого? Сравните величины относительного минутного объема крови (мл/кг) у новорожденного и у взрослого. С чем связано различие?

Задание 1.4.39.

С какого срока внутриутробного развития можно зарегистрировать ЭКГ плода? Где при этом располагаются отводящие электроды? Назовите особенности ЭКГ плода.

Задание 1.4.40.

Каково положение анатомической оси сердца новорожденного? С чем это связано?

Задание 1.4.41.

Каково соотношение амплитуды зубцов P и R в I и II стандартных отведениях ЭКГ у новорожденных детей и у взрослых? Объясните причину различия.

Задание 1.4.42.

С какого срока внутриутробного развития тоны сердца плода становятся постоянными и отчетливыми? Опишите особенности тонов плода в ранние сроки внутриутробного развития при их выслушивании.

Задание 1.4.43.

Опишите основные особенности ФКГ новорожденных.

Задание 1.4.44.

Что называют функциональными шумами? Каковы их характерные особенности?

Задание 1.4.45.

В каком возрасте чаще всего выслушиваются функциональные шумы, с чем это связано?

Задание 1.4.46.

Что называют физиологическим расщеплением тона на ФКГ, какова его причина? В каком возрасте у детей часто встречается это явление?

Задание 1.4.47.

Каковы особенности формы и положения сердца в грудной клетке у детей 1-го года жизни? С чем связаны эти особенности? В каком возрасте положение сердца в грудной клетке у детей приближается к норме взрослого?

Задание 1.4.48.

Где локализуется верхушечный толчок у детей до 2 лет? До 6-7 лет? Каким желудочком, в основном, образована передняя поверхность сердца у детей раннего возраста? Сравните с нормой взрослых.

Задание 1.4.49. Как меняется сила сокращений сердца плода при увеличении их частоты? О чем свидетельствует этот факт?

Задание 1.4.50.

Какой факт свидетельствует о ведущей роли гуморальной регуляции деятельности сердца во внутриутробном периоде? Каково принципиальное отличие этого вида регуляции у плода по сравнению со взрослыми?

Задание 1.4.51.

В какие сроки внутриутробного развития появляются М-холинорецепторы в сердце плода? Какой факт свидетельствует об этом?

Задание 1.4.52.

На каком сроке внутриутробного развития впервые выявляется действие блуждающего нерва на сердце?

Задание 1.4.53.

Как можно доказать факт проявления торможения деятельности сердца блуждающим нервом у новорожденных детей?

Задание 1.4.54.

Какие факты свидетельствуют об отсутствии тормозного тонического влияния блуждающего нерва на деятельность сердца плода и новорожденного?

Задание 1.4.55.

С какого возраста начинает формироваться тонус блуждающего нерва? Когда он достаточно хорошо выражен, что считается характерным признаком его наличия?

Задание 1.4.56.

Какие факторы способствуют становлению тонуса блуждающего нерва в онтогенезе?

Задание 1.4.57.

Какие факты свидетельствуют о важной роли двигательной активности в становлении тонуса блуждающих нервов у детей?

Задание 1.4.58.

Какие основные изменения в механизмах регуляции деятельности сердца происходят в онтогенезе?

Задание 1.4.59.

Каковы причины увеличения роли гетерометрического механизма (закона сердца Старлинга) в регуляции функций сердца в онтогенезе?

Задание 1.4.60.

Назовите основные особенности показателей кровообращения в период новорожденности, каковы их причины?

Задание 1.4.61.

По каким формулам можно рассчитать должное систолическое давление у детей в течение первого года жизни и в последующем возрасте?

Задание 1.4.62.

Что называют "родничками" у детей первых месяцев жизни, как сказывается их наличие на внутричерепном давлении?

Задание 1.4.63.

Что такое «юношеская гипертензия» и чем она вызвана?

Задание 1.4.64.

Почему кровяное давление в возрасте 9-12 лет у девочек больше, чем у мальчиков?

Задание 1.4.65.

Укажите особенность кровоснабжения мозга и оттока крови у детей раннего возраста?

Задание 1.4.66.

Какой из механизмов регуляции тонуса сосудов, нервный или гуморальный, проявляется раньше и преобладает во внутриутробном периоде развития?

Задание 1.4.67.

Опишите общую реакцию сердечно-сосудистой системы плода на умеренное снижение напряжения O_2 в крови (умеренная гипоксия). Каково ее физиологическое значение?

Задание 1.4.68.

Опишите общую реакцию сердечно-сосудистой системы плода на резко выраженное снижение напряжения O_2 в крови (выраженная гипоксия). Каково физиологическое значение такой реакции?

Задание 1.4.69.

Какие факторы играют ведущую роль в регуляции уровня артериального давления у новорожденных?

Задание 1.4.70.

Как влияют на тонус сосудов симпатические нервы у новорожденных? Как меняется это влияние с возрастом?

Задание 1.4.71.

Каковы особенности функционирования барорецептивных сосудистых рефлексогенных зон и реакции на их раздражение у новорожденных?

Задание 1.4.72.

Каковы особенности функционирования хеморецепторов каротидных и аортальной рефлексогенных зон и реакции их на снижение напряжения O_2 и повышение напряжения CO_2 у новорожденных детей? С какого возраста с хеморецепторов этих зон вызывается характерная для взрослых реакция?

Задание 1.4.73.

С чем связывают нестабильность величины артериального давления у детей первых месяцев жизни?

Задание 1.4.74.

В каком возрасте у детей начинают функционировать механизмы перераспределения кровотока при переходе от покоя к двигательной активности? В чем суть такого перераспределения?

Задание 1.4.75.

У новорожденного ребенка зафиксирована частота сердечных сокращений 140 в минуту. Является ли это нормой?

Задание 1.4.76.

Какие из перечисленных ниже утверждений характеризуют особенности сердца детей раннего возраста?

- а) малое количество дежурных капилляров;
- б) относительно большая масса сердца (на 1 кг массы тела);
- в) магистральный тип коронарного кровотока;
- г) большое количество артерий и капилляров на единицу поверхности;
- д) низкая потребность миокарда в кислороде.

Задание 1.4.77.

Какие из перечисленных ниже особенностей сосудов детей раннего возраста верны?

- а) при рождении просвет аорты равен просвету легочной артерии;
- б) у новорожденных просвет легочной артерии больше просвета аорты;
- в) просвет артерий относительно широк;
- г) просвет вен относительно узкий;
- д) просвет вен шире просвета артерий.

Задание 1.4.78.

Чем можно объяснить низкие значения артериального давления у детей раннего возраста? Укажите верные ответы из перечисленных:

- а) повышенный тонус симпатического отдела;
- б) невыраженный тонус парасимпатического отдела;
- в) малый ударный объемом сердца;
- г) низкое сопротивление периферических сосудов;
- д) узкий просвет сосудов малого круга кровообращения.

Задание 1.4.79.

У ребенка в возрасте 11-ти месяцев на ЭКГ было обнаружено: синусовая тахикардия, отклонение ЭОС вправо, отрицательный зубец Т в III стандартном отведении и в грудных отведениях V_1 - V_3 . Является ли это признаком патологии или относится к возрастным особенностям?

1.5. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Задание 1.5.1.

У новорожденного котенка перерезали оба диафрагмальных нерва. Как изменится при этом дыхание?

Задание 1.5.2.

Чему равно межплевральное давление у новорожденного ребенка на высоте вдоха и выдоха.

Задание 1.5.3.

Новорожденный ребенок дышит 30 раз в минуту. Ваш вывод?

Задание 1.5.4.

Отражается ли на дыхании ребенка тугое пеленание живота и почему?

Задание 1.5.5.

За счет чего увеличивается легочная вентиляция и минутный объем дыхания (МОД) при физической нагрузке у детей раннего возраста?

Задание 1.5.6.

Какой особенностью отличается состав альвеолярного воздуха у детей раннего возраста?

Задание 1.5.7.

Чем отличается от взрослых состав выдыхаемого воздуха у детей раннего возраста?

Задание 1.5.8.

Почему у детей в альвеолярном и выдыхаемом воздухе больше кислорода и меньше углекислоты, чем у взрослых?

Задание 1.5.9.

В каком возрасте в эритроцитах у детей появляется фермент карбоангидраза?

Задание 1.5.10.

Ребенку исполнилось 11 месяцев, он начал ходить. Как меняется у него в это время тип дыхания?

Задание 1.5.11.

У ребенка грудной тип дыхания начинает доминировать над диафрагмальным. Каков возраст у этого ребенка?

Задание 1.5.12.

Новорожденный ребенок сделал максимально глубокий вдох. Чему в этот момент равно у него давление в межплевральной щели, если атмосферное давление 760 мм рт. ст.?

Задание 1.5.13.

Расставьте в таблице цифры так, чтобы частота дыхания соответствовала возрасту ребенка.

Возраст	1 день	1 год	5-6 лет	14-15 лет
Частота дыхания, мин ⁻¹	25-30	18-20	40-60	30-35

Задание 1.5.14.

Соответствуют ли данные этой таблицы действительности? Если нет, то какими они должны быть?

Возраст	1 день	1 год	6 лет	взрослый
Отношение МОД/масса тела, мл/кг	190	100	300	170

Задание 1.5.15.

Ребенок во время игры много бегал. Как и за счет чего изменялась у него легочная вентиляция?

Задание 1.5.16.

При анализе выдыхаемого воздуха в первом случае обнаружено 4% CO₂ и 16,4% O₂; во втором случае 2% CO₂ и 18,4% O₂. Какой из этих анализов сделан у ребенка?

Задание 1.5.17.

Вычислите парциальное давление O₂ в альвеолярном воздухе ребенка в возрасте 1 месяца, если его процентное содержание соответствует норме, а атмосферное давление равно 760 мм рт. ст.

Задание 1.5.18.

Вычислите парциальное давление O₂ в альвеолярном воздухе ребенка 1 года, если его процентное содержание соответствует возрастной норме, а атмосферное давление равно 760 мм рт. ст.

Задание 1.5.19.

Анализ газов в артериальной крови показал, что в первом случае O₂ содержится 15%, CO₂ – 40%; во втором случае эти цифры составляют соответственно 20% и 60%. В каком случае кровь принадлежит взрослому, в каком – ребенку?

Задание 1.5.20.

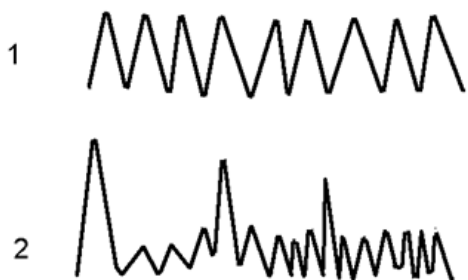
С увеличением возраста ребенка содержание O₂ в крови (возрастает, падает), количество CO₂ (уменьшается, увеличивается, не изменяется). Вычеркните в скобках слова, которые не соответствуют истине. О какой крови идет речь – артериальной или венозной?

Задание 1.5.21.

В плохо проветриваемой комнате с содержанием CO_2 больше нормы и недостаточным количеством O_2 находятся взрослые и дети. Кто из них раньше почувствует духоту в помещении?

Задание 1.5.22.

Представленные пневмограммы записаны в покое у взрослого и у ребенка. Какая из записей принадлежит ребенку и почему?



Задание 1.5.23.

Вычислите величину минутного объема дыхания у новорожденного ребенка в покое, если дыхательный объем равен 20 мл.

Задание 1.5.24.

Определите, во сколько раз минутный объем дыхания взрослого человека в состоянии покоя больше минутного объема дыхания новорожденного ребенка, если дыхательный объем (ДО) взрослого равен 500 мл.

Задание 1.5.25.

Если у новорожденного при перевязке пуповины затягивать лигатуру очень медленно, то первый вдох может не наступить и возникает асфиксия. Почему?

Задание 1.5.26.

Рассчитайте минутный объем дыхания у новорожденного, ребенка 5 лет и взрослого, пользуясь данными таблицы.

Возраст	Частота дыхания в 1 минуту	Дыхательный объем, мл
Новорожденный	40-60	15-20
Ребенок 5 лет	25-30	80-100
Взрослый	16-20	400-600

Задание 1.5.27.

Рассчитайте коэффициент вентиляции у новорожденного ребенка, пользуясь таблицей.

Дыхательный объем	20 мл
Объем вредного пространства	10 мл
Остаточная емкость (объем остаточного воздуха)	20 мл
Резервная емкость (объем резервного воздуха)	80 мл

Задание 1.5.28.

Что является органом внешнего дыхания у плода? Имеются ли у плода дыхательные движения?

Задание 1.5.29.

С какой недели внутриутробного развития у плода появляются периодические дыхательные движения? Каково их значение? Какие факторы их усиливают?

Задание 1.5.30.

Какова частота периодических дыхательных движений плода, расправляются ли легкие при этом, попадает ли амниотическая жидкость в дыхательные пути и легкие?

Задание 1.5.31.

Чем объясняется небольшая глубина дыхания у грудного ребенка?

Задание 1.5.32.

Какова величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ) у детей 5-, 10- и 15-летнего возраста?

Задание 1.5.33.

За счет роста частоты или глубины дыхания увеличивается минутный объем воздуха (МОВ) у детей грудного возраста? Почему?

Задание 1.5.34.

У детей или у взрослых работа, затрачиваемая на вентиляцию легких (относительно) больше? Почему?

Задание 1.5.35.

Как изменяется процентное содержание углекислого газа и кислорода в альвеолярной смеси газов с возрастом? Чему равны эти показатели у новорожденного ребенка и взрослого человека?

Задание 1.5.36.

Укажите содержание O_2 в артериальной крови плода (пупочная вена) и в артериальной крови взрослого, объясните причину различий.

Задание 1.5.37.

Почему в крови плода напряжения кислорода меньше, чем в крови матери?

Задание 1.5.38.

Почему, несмотря на сниженное содержание кислорода в крови плода, его ткани получают достаточное количество кислорода для нормального развития?

Задание 1.5.39.

Что является стимулом, обеспечивающим возникновение дыхательных движений плода? Почему?

Задание 1.5.40.

Перечислите факторы, стимулирующие первый вдох новорожденного.

Задание 1.5.41.

Какие факторы обеспечивают более быструю диффузию газов в легком у детей?

Задание 1.5.42.

Какова степень возбудимости дыхательного центра у новорожденного и от чего она зависит?

Задание 1.5.43.

Дети первых лет жизни или взрослые легче переносят кислородное голодание? Почему?

Задание 1.5.44.

В каком возрасте появляется произвольная регуляция дыхания, с чем это связано? В каком возрасте она достаточно хорошо развита?

Задание 1.5.45.

Какие из перечисленных ниже факторов, могут способствовать развитию обструкции бронхов при заболеваниях у детей раннего возраста?

- а) недоразвитие хрящевого каркаса и эластических волокон;
- б) слабое кровоснабжение слизистых оболочек;
- в) узость просвета бронхов;
- г) гиперсекреция вязкой слизи при воспалении;
- д) слабая активность ирритантных рецепторов.

Задание 1.5.46.

Что является причиной поверхностного дыхания детей раннего возраста?

Задание 1.5.47.

У новорожденного ребенка зафиксирована частота дыхания 40 в минуту. Является ли это нормой? Причина такой частоты?

1.6. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Задание 1.6.1.

Соответствует ли общая кислотность указанному возрасту ребенка?

Возраст	1 день	1 год	5-6 лет	8-12 лет
Общая кислотность, титрационные ед.	30-35	40-60	4-10	12-20

Задание 1.6.2.

Помещенные в желудочный сок глобулины женского молока не расщепились. Какому возрасту ребенка соответствует данный желудочный сок, с чем связано это явление, и какое оно имеет значение для организма ребенка?

Задание 1.6.3.

По мере роста ребенка вместимость его желудка увеличилась в 10 раз по сравнению с объемом желудка новорожденного. К какому возрасту это происходит и сколько миллилитров жидкости может вместить желудок этого ребенка?

Задание 1.6.4.

В двух пробирках находится желудочный сок, смешанный с грудным молоком. В первой пробирке расщепилось 25% жиров молока, во второй – значительно меньше. В какой из пробирок содержится желудочный сок ребенка? Какой фермент осуществляет данный гидролиз, и чем он активируется?

Задание 1.6.5.

Что является причиной затруднения усвоения жиров у детей раннего возраста при их избытке в рационе и причиной развития стеатореи? а) низкая активность поджелудочной липазы; б) низкая активность желудочной липазы; в) избыток желчных кислот; г) недостаточное выделение желчных кислот.

Задание 1.6.6.

Переваривающая сила ферментов слюны, желудочного и поджелудочного соков приближается к таковой взрослого человека. Каков приблизительно возраст этого ребенка?

Задание 1.6.7.

Микрофлора толстого кишечника на 98% состоит из бифидобактерий. Какому возрасту ребенка это соответствует? Какова роль этих бактерий?

Задание 1.6.8.

Переставьте, если это необходимо, цифры так, чтобы частота стула соответствовала возрасту здорового ребенка:

Возраст	Кол-во раз в сутки
Новорожденный	1-2
Грудной возраст	2-3
1 год	4-5

Задание 1.6.9.

Один ребенок вскармливается грудным молоком, второй находится на искусственном вскармливании. У кого из них чаще стул и почему?

Задание 1.6.10.

Щенку 3-4 недельного возраста первый раз показали мясо. Как это отразится на секрети слюны, желудочного и поджелудочного соков?

Задание 1.6.11.

Родители обеспокоены наличием постоянного слюнотечения у ребенка в возрасте 5 месяцев. Какой ответ можно дать родителям?

Задание 1.6.12.

У грудного ребенка после кормления произошло срыгивание молока. Чем обусловлено это явление?

Задание 1.6.13.

Каким возрастам соответствуют такие показатели свободной HCl в желудочном соке: 16-20 единиц, 6-10 единиц, 0,8-5 единиц?

Задание 1.6.14.

У одного ребенка грудного возраста кал имеет кислую реакцию, у другого – щелочную. С чем это может быть связано?

Задание 1.6.15.

Какие типы питания преобладают у эмбриона и плода? Раскройте суть понятий.

Задание 1.6.16.

В какие сроки внутриутробного развития начинает проявляться деятельность собственно органов пищеварения? Что является субстратом переваривания при этом? Как называют такой тип питания?

Задание 1.6.17.

Какой тип питания характерен для новорожденного ребенка? Объясните понятие, дайте характеристику этого типа питания.

Задание 1.6.18.

Какими нервными центрами координируется акт сосания? В каких отделах мозга они расположены? С какими центрами взаимодействуют?

Задание 1.6.19.

Какие виды пищеварения (по локализации процесса) являются ведущими у детей в раннем постнатальном периоде? К какому возрасту устанавливаются соотношения, характерные для взрослых?

Задание 1.6.20.

Дайте краткую характеристику структурного и функционального состояния слюнных желез к моменту рождения. Чем объясняется обильное слюноотечение, наблюдаемое в 4-5 месяцев жизни ребенка?

Задание 1.6.21.

Укажите величину рН желудочного сока новорожденного ребенка и в возрасте 1 год (сравните с нормой взрослого).

Задание 1.6.22.

Назовите особенности протеолитической активности желудочного сока новорожденного.

Задание 1.6.23.

В каком возрасте появляется способность переваривать белки растительного происхождения и как называют эту способность?

Задание 1.6.24.

В каком возрасте появляется способность переваривать белки животного происхождения? Как называют эту способность?

Задание 1.6.25.

В каком возрасте грудного ребенка переводят на смешанное питание (добавление к молочной пище других пищевых компонентов), с чем это связано?

Задание 1.6.26.

Чем объясняется заброс пищевых масс (рефлюкс) из желудка в пищевод у грудных детей?

Задание 1.6.27.

Чем определяется большая частота кормления грудных детей?

Задание 1.6.28.

Почему при смешанном вскармливании промежутки между кормлениями увеличиваются?

Задание 1.6.29.

Почему при искусственном вскармливании коровьим молоком питательные смеси задерживаются в желудке дольше?

Задание 1.6.30.

Сравните интенсивность желчеобразования новорожденного и взрослого, укажите относительные цифры.

Задание 1.6.31.

Чем компенсируется низкая интенсивность полостного пищеварения в тонкой кишке у детей раннего возраста?

Задание 1.6.32.

Чем объясняется появление высокомолекулярных веществ пищи в крови детей раннего возраста?

Задание 1.6.33.

Когда появляется микрофлора в желудочно-кишечном тракте ребенка? В какие сроки она стабилизируется?

Задание 1.6.34.

Почему при искусственном вскармливании коровьим молоком возникают дисбактериозы в толстой кишке?

Задание 1.6.35.

Почему педиатры рекомендуют включать в меню грудных детей тертые фрукты и овощи?

Задание 1.6.36.

Родители пожаловались врачу-педиатру на то, что ребенок в возрасте 4-х месяцев часто срыгивает. Является ли это нарушением функции или нормой? Почему?

Задание 1.6.37.

Какие их перечисленных морфо-функциональных особенностей желудка характерны для ребенка возрастом 5 месяцев?

- а) железы желудка незрелы и морфологически и функционально;
- б) железы достигли морфологической зрелости, но функционально незрелы;
- в) слизистая оболочка относительно толстая;
- г) количество желудочных желез такое же, как у взрослых;
- д) желудочных желез мало;
- е) низкая кислотность (рН выше 4);
- ж) высокая кислотность (рН ниже 2);
- з) высокая протеолитическая активность;
- и) низкая протеолитическая активность;
- к) достаточная липолитическая активность;
- л) низкая липолитическая активность.

Задание 1.6.38.

Какие их перечисленных морфо-функциональных особенностей тонкого кишечника характерны для ребенка возрастом 11 месяцев?

- а) большое количество лимфатических сосудов;
- б) хорошо сформированы пейеровы бляшки;
- в) лимфатические клетки разбросаны по всей кишке;
- г) преобладание полостного пищеварения;
- д) преобладание мембранного пищеварения;
- е) активное внутриклеточное пищеварение;
- ж) низкая активность внутриклеточного пищеварения.

Задание 1.6.39.

Какие представители микробиоты преобладают в кишечнике ребенка при грудном вскармливании?

Задание 1.6.40.

В одной палате находятся два новорожденных ребенка. Один был рожден путем оперативного родоразрешения, второй – во время естественных родов. У кого из них можно ожидать формирование нормального состава микробиоты, в частности заселение ЖКТ бактериоидами и лактобактериями? Почему?

Задание 1.6.41.

Какие механизмы регуляции деятельности пищеварительного тракта формируются в ранние сроки онтогенеза, а какие – позже?

Задание 1.6.42.

Чему равна емкость желудка у ребенка после рождения и к концу 1-го года жизни?

Задание 1.6.43.

Дайте краткую характеристику функционального состояния печени к моменту рождения ребенка. К какому возрасту завершается развитие печени?

Задание 1.6.44.

Дайте краткую характеристику структурно-функционального состояния поджелудочной железы к моменту рождения ребенка.

Задание 1.6.45.

Что является причиной часто наблюдаемой стеатореи (большого количества непереваренных жиров в кале) при раннем прикорме?

Задание 1.6.46.

Когда и в какой последовательности начинается и завершается прорезывание молочных зубов?

Задание 1.6.47.

Когда и в какой последовательности прорезываются у ребенка постоянные зубы? Когда заканчивается этот процесс?

1.7. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Задание 1.7.1.

Переставьте в таблице цифры основного обмена (ОО), чтобы они соответствовали возрасту ребенка.

Возраст	1 нед	1,5 года	12 лет	7 лет
ОО, ккал/кг	56-40	39-42	32-35	40-45

Задание 1.7.2.

У одного из обследуемых после приема пищи обмен энергии увеличился на 0,5%, у второго – на 10%. В каком случае исследование проведено у взрослого, в каком – у ребенка?

Задание 1.7.3.

В какой колонке таблицы приведены значения показателей, свойственные ребенку? Расход энергии за сутки в состоянии покоя принят за 100%.

Общий обмен	100%	
в том числе:	1	2
обмен веществ	60%	60%
рост и отложение веществ	15%	1%
специфически-динамическое действие пищи	0,5%	10%
работа мышц (тонус)	15%	25%
потери тепла с экскрементами	9,5%	5%

Задание 1.7.4.

У новорожденного ребенка суточная потребность в белках составляет 3-4 г на 1 кг веса. Сколько в сутки должен получать белка здоровый новорожденный?

Задание 1.7.5.

Дети в возрасте от 1 до 3-х лет потребляют в сутки 10-15 г углеводов на 1 кг веса. Достаточно ли углеводов в рационе двухлетнего ребенка весом 9 кг, если за день он съел их 60 г?

Задание 1.7.6.

В пищевом рационе детей 75% жиров должны быть животного происхождения. Сколько граммов растительных жиров в сутки должен получить 10-летний ребенок весом 25 кг, если всех жиров с сутки он съедает 2-3 г на 1 кг веса?

Задание 1.7.7.

Ребенок одного года выпивает в сутки 800 мл воды, а пятилетний на 50% больше. Какое количество воды в сутки получил пятилетний ребенок, в расчете на 1 кг, если он весит 8 кг?

Задание 1.7.8.

Назовите особенности обмена веществ и энергии у детей.

Задание 1.7.9.

Перечислите особенности белкового обмена у растущего организма. Чему равен белковый оптимум для грудных детей?

Задание 1.7.10.

Перечислите особенности углеводного обмена у детей.

Задание 1.7.11.

Укажите суточную потребность в углеводах у грудного ребенка и взрослого человека (в г/кг массы тела).

Задание 1.7.12.

Какое количество глюкозы содержится в крови натощак у новорожденных и грудных детей?

Задание 1.7.13.

Какое количество глюкозы содержится в крови натощак у детей старше одного года и у взрослых?

Задание 1.7.14.

Перечислите особенности обмена жиров у детей.

Задание 1.7.15.

Укажите суточную потребность в жирах у грудного ребенка и у взрослого человека (в г/кг массы тела).

Задание 1.7.16.

В чем выражается опасность избыточного поступления жиров в организм беременной женщины или в организм ребенка первых лет жизни?

Задание 1.7.17.

В каком соотношении должны содержаться белки, жиры и углеводы в пищевом рационе детей в возрасте трех и шести месяцев?

Задание 1.7.18.

В каком соотношении должны содержаться белки, жиры и углеводы в пищевом рационе детей 1 года, старше одного года и у взрослых?

Задание 1.7.19.

Какие закономерности характерны для изменения с возрастом общего суточного расхода энергии и потребности в энергии на единицу массы тела?

а) оба показателя уменьшаются;

- б) оба показателя увеличиваются;
- в) расход растет, потребность уменьшается;
- г) расход уменьшается, потребность увеличивается.

Задание 1.7.20.

Какие изменения характерны для изменения основного обмена на единицу массы тела у детей с возрастом?

- а) не меняется;
- б) увеличивается до 1,5 лет, затем снижается;
- в) уменьшается до 1,5 лет, затем увеличивается;
- г) уменьшается;
- д) увеличивается.

Задание 1.7.21.

Перечислите особенности водного обмена у детей.

Задание 1.7.22.

Перечислите особенности обмена минеральных солей у детей.

Задание 1.7.23.

Чему равна и из чего преимущественно складывается суточная прибавка массы у грудного ребенка?

Задание 1.7.24.

Каково соотношение величин основного обмена у детей первых 3-4 лет жизни, в период полового созревания, в возрасте 18-20 лет и взрослых (ккал/кг/сутки)?

Задание 1.7.25.

Чем объясняется высокая интенсивность окислительных процессов у ребенка?

Задание 1.7.26.

Как изменяются энергетические затраты на рост в зависимости от возраста ребенка: до 3-х месяцев жизни, до начала полового созревания, в период полового созревания?

Задание 1.7.27.

Из чего складывается и как распределяется в процентах общий расход энергии у ребенка в возрасте 1 года по сравнению со взрослым человеком?

Задание 1.7.28.

Взрослые или дети 3-5-летнего возраста затрачивают больше энергии при выполнении мышечной работы для достижения одного и того же полезного результата, во сколько раз и почему?

Задание 1.7.29.

Как изменяется расход энергии при крике ребенка, на сколько процентов, вследствие чего?

Задание 1.7.30.

Какая часть (в процентах) энергозатрат ребенка грудного возраста обеспечивается за счет белков, жиров, углеводов? (сравните с нормой взрослого).

Задание 1.7.31.

Почему дети, особенно в грудном возрасте, быстро перегреваются при повышении температуры окружающей среды? Повышение или понижение температуры окружающей среды дети переносят легче?

Задание 1.7.32.

Назовите непосредственную причину и объясните механизм быстрого охлаждения детей (особенно грудного возраста) при понижении температуры окружающей среды.

Задание 1.7.33.

В каком возрасте у ребенка появляются суточные колебания температуры, чем они отличаются от таковых у взрослых, в каком возрасте они достигают нормы взрослого?

Задание 1.7.34.

Что такое температурная "зона комфорта" ребенка, в пределах какой температуры она находится, чему равен этот показатель у взрослых?

Задание 1.7.35.

Что такое термоиндифферентная зона? Какое ее значение для обнаженного новорожденного ребенка и недоношенного новорожденного ребенка?

Задание 1.7.36.

На вторые сутки после рождения у новорожденного ребенка поднялась температура тела до 40° С. Является ли это патологией?

Задание 1.7.37.

Назовите основные особенности терморегуляции новорожденных детей.

Задание 1.7.38.

Чем обусловлена высокая интенсивность теплоотдачи новорожденных детей?

Задание 1.7.39.

Какие из перечисленных ниже факторов определяют высокий уровень теплоотдачи у детей раннего возраста?

- а) большая относительная поверхность тела;
- б) тонкий кожный покров;
- в) богатая васкуляризация кожи;
- г) развитые апокриновые потовые железы;
- д) развитые эккриновые потовые железы.

Задание 1.7.40.

Что можно отнести к функциональным особенностям кожи детей раннего возраста из перечисленного ниже?

- а) слабо выражена защитная функция;
- б) недостаточное кровоснабжение;
- в) несовершенство регуляции температуры тела через кожу;
- г) высокая интенсивность дыхания через кожу.

Задание 1.7.41.

Родители отмечают, что у их ребенка в 3 месяца потеет голова. Является ли это нормой? Какими железами осуществляется секреция? Когда начинается секреция апокриновыми железами?

1.8. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

Задание 1.8.1.

Ребенок съел кусок соленой рыбы, после чего у него появились отеки и поднялась температура тела. Как объяснить это явление?

Задание 1.8.2.

Ребенку 10 дней, почти каждый час ему приходится менять пеленки. Нормально ли это?

Задание 1.8.3.

Почему в первые 3 месяца жизни у детей выводится гипотоничная моча?

Задание 1.8.4.

Переставьте, если нужно, цифры так, чтобы количество мочи, выделяемое за сутки, соответствовало возрасту ребенка.

Возраст	1 месяц	1 год	4-5 лет	10 лет
Кол-во молчи, л	0,75	0,33	1,5	1,0

Задание 1.8.5.

По какой формуле можно рассчитать должное суточное количество мочи у ребенка?

Задание 1.8.6.

Когда начинают функционировать почки плода? Какова доля их участия в осуществлении выделительной функции у плода? Почему?

Задание 1.8.7.

Назовите отличительные особенности степени проницаемости капилляров почечного клубочка и величины фильтрующей поверхности почек новорожденного. Объясните причины.

Задание 1.8.8.

Каково отличие клубочковой фильтрации почки новорожденного от таковой взрослого? Объясните причины.

Задание 1.8.9.

Какова особенность концентрирования мочи почкой детей 1-го года жизни? Объясните причины.

Задание 1.8.10.

В каких условиях незрелые почки новорожденных способны поддерживать постоянство внутренней среды организма?

Задание 1.8.11.

Какова причина легкого возникновения глюкозурии у грудных детей?

Задание 1.8.12.

В чем заключается особенность выведения NaCl почкой ребенка первого года жизни? Каковы последствия избыточного поступления NaCl в организм ребенка этого возраста?

Задание 1.8.13.

В результате чего у грудных детей даже при умеренных солевых нагрузках возникают отеки и лихорадочное состояние?

Задание 1.8.14.

Какое влияние и почему оказывает на выведение NaCl из организма грудного ребенка избыточное поступление воды в его организм?

Задание 1.8.15.

Вследствие чего у детей всех возрастов наблюдается более высокий диурез (на единицу массы тела), по сравнению со взрослыми в 2-4 раза?

Задание 1.8.16.

У ребенка или у взрослого человека больше экстраренальные потери воды (потоотделение и испарение)? Почему?

Задание 1.8.17.

Как отражается на работе почек и питьевом режиме искусственное вскармливание детей коровьим молоком?

Задание 1.8.18.

Почему при грудном вскармливании ребенка (в отличие от вскармливания коровьим молоком) меньше осмотическая нагрузка на работу почек?

Задание 1.8.19.

Почему при грудном вскармливании ребенка (в отличие от вскармливания коровьим молоком) меньше потребность организма в воде?

Задание 1.8.20.

Какова частота мочеиспускания у грудных детей? Чем это объясняется?

Задание 1.8.21.

Какова причина частого мочеиспускания у новорожденных детей?

Задание 1.8.22.

Что может привести к снижению приема воды и дегидратации организма детей до года жизни?

1.9. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Задание 1.9.1.

В каком возрасте находится человек, если 75% времени сна занимает быстрый сон?

Задание 1.9.2.

В каком возрасте быстрый сон и медленный сон примерно равны по продолжительности?

Задание 1.9.3.

С какого возраста соотношение продолжительности быстрого сна и медленного сна становится как у взрослого человека (соответственно 20-25% и 75-80%)?

Задание 1.9.4.

Верно ли содержание таблицы?

Возраст	до 1 мес	6 мес	К концу 1 года	2 года	9 лет	13-15 лет	16-19 лет
Средняя продолжительность сна, ч	12	13	15	20	8	9	10

Задание 1.9.5.

Сколько раз в сутки спят новорожденные дети?

Задание 1.9.6.

Сколько раз в сутки спят дети в возрасте 1 года?

Задание 1.9.7.

С какого возраста сон ребенка становится одноразовым?

Задание 1.9.9.

В каком возрасте начинает развиваться моторная речь?

Задание 1.9.10.

В каком возрасте у детей происходит наиболее интенсивное развитие коры большого мозга?

Задание 1.9.11.

Опишите основные особенности ЭЭГ детей первых месяцев жизни, укажите их причины.

Задание 1.9.12.

Опишите динамику ЭЭГ в раннем онтогенезе. В каком возрасте ЭЭГ детей не отличается от таковой у взрослых?

Задание 1.9.13.

Назовите основные особенности условных рефлексов новорожденных детей.

Задание 1.9.14.

Чем объясняются особенности условных рефлексов новорожденных?

Задание 1.9.15.

В каком возрасте и какие самые первые условные рефлексы вырабатываются у грудных детей?

Задание 1.9.16.

С каких рефлексогенных зон образуются первые натуральные пищевые условные рефлексы у новорожденных детей? С чем это связано?

Задание 1.9.17.

С какого возраста возможно образование условных рефлексов у детей с проприо- и экстерорецепторов?

Задание 1.9.18.

На какие раздражители внешней среды возможно образование первых условных рефлексов у грудных детей в возрасте 2- 3 месяцев жизни? В каком возрасте появляется наиболее живая ориентировочная и исследовательская деятельность у детей?

Задание 1.9.19.

Что такое импринтинг?

Задание 1.9.20.

Каково место импринтинга среди условных и безусловных рефлексов?

Задание 1.9.21.

Назовите три основные разновидности (формы) проявления импринтинга, дайте им пояснения.

Задание 1.9.22.

Опишите кратко эксперимент, с помощью которого можно показать, что врожденная реакция следования (импринтинг) требует определенных условий для своей реализации.

Задание 1.9.23.

Назовите свойства (черты) импринтинга, сходные со свойствами безусловных и условных рефлексов.

Задание 1.9.24.

Назовите свойства (черты) импринтинга, отличающие эту форму реагирования от условных и от безусловных рефлексов.

Задание 1.9.25.

С какого возраста у детей начинает отчетливо проявляться безусловное торможение деятельности? Приведите пример.

Задание 1.9.26.

В каком возрасте у детей вырабатываются различные виды условного торможения? К какому возрасту все виды условного торможения выражены достаточно хорошо?

Задание 1.9.27.

Назовите основные особенности всех видов условного торможения у детей первого года жизни.

Задание 1.9.28.

Что характерно для условно-рефлекторной деятельности ребенка ясельного периода развития?

Задание 1.9.29.

С какого возраста у детей обнаруживаются четкие типологические особенности ВНД и к какому возрасту заканчивается их формирование?

Задание 1.9.30.

Как изменяется суточная потребность (продолжительность) сна у детей различного возраста?

Задание 1.9.31.

Как изменяется в процентном отношении у детей с возрастом продолжительность парадоксального сна?

Задание 1.9.32.

С какого возраста появляются эмоциональные реакции в поведении детей и в чем заключается приспособительный характер этих реакций?

Задание 1.9.33.

С какого возраста у детей начинают вырабатываться условные рефлексы на слово? В каком возрасте у них формируется абстрактно-словесное мышление?

Задание 1.9.34.

Каков словарный запас детей в возрасте 1 года, 2-х, 3-х и 4-х лет?

Задание 1.9.35.

В чем заключаются особенности развития ребенка, изолированного от общества, например, попавшего в раннем возрасте в логово зверя?

Задание 1.9.36.

Назовите главное условие, которое определяет привязанность ребенка к родителям? От чего зависит формирование типологических особенностей ВНД ребенка?

Задание 1.9.37.

Перечислите особенности эмоций новорожденного ребенка.

Задание 1.9.38.

Когда у ребенка впервые появляются положительные эмоции?

Задание 1.9.39.

В ходе контрольной работы за окном весной падает снег с крыш, раздается хлопок. Все без исключения поворачиваются в сторону звука и на

время прекращают работу над контрольной работой. Какой вид торможения рефлекса описан в Задании? Объясните его значение.

Задание 1.9.40.

Учитель музыки слышит фальшивые ноты ученика, при этом ученик думает, что он играет нормально. Какой вид торможения сформирован у учителя, тогда как у обучающегося еще нет?

Задание 1.9.41.

Учитель диктует новый материал, в определенный момент ребенок перестает воспринимать информацию и начинает любоваться происходящим за окном. Чем это обусловлено?

1.10. ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

Задание 1.10.1.

В каком возрасте у ребенка начинает секретироваться защитная слезная жидкость и начинается слезообразование при плаче?

Задание 1.10.2.

Каковы особенности движения глаз и век новорожденного (при открывании глаз)? В каком возрасте появляются защитный мигательный рефлекс на внезапное световое раздражение и защитный рефлекс смыкания век?

Задание 1.10.3.

В чем проявляется зрительное сосредоточение у ребенка, в каком возрасте оно появляется, сколько времени оно длится в этот период?

Задание 1.10.4.

Укажите основные особенности состояния зрачков и зрачкового рефлекса у новорожденного.

Задание 1.10.5.

У какой части новорожденных (в процентах) встречается гиперметропия, т.е. дальнозоркость, какова ее причина, к какому возрасту она проходит?

Задание 1.10.6.

Как часто у детей развивается миопия, в каком возрасте это бывает? Какова ее непосредственная причина?

Задание 1.10.7.

Какие факторы способствуют развитию миопии у детей?

Задание 1.10.8.

Почему длительное чтение с большим наклоном головы или при расположении книги ближе 30 см от глаз могут привести к развитию миопии?

Задание 1.10.9.

Почему напряжение аккомодации при слабом освещении и длительном рассматривании мелких предметов способствует развитию миопии?

Задание 1.10.10.

Укажите остроту зрения у детей в возрасте 6 месяцев, 1 года и в 4-5 лет.

Задание 1.10.11.

У кого больше острота зрения: у детей старше 5 лет и подростков или у взрослого человека? Какова особенность аккомодации у детей и ее причина?

Задание 1.10.12.

В каком возрасте у ребенка зрительный анализатор специфически реагирует (по изменению электроретинограммы, изменению частоты

дыхания и пульса) на различные цвета? Когда ребенок различает все цвета (выбор игрушек по цвету) и правильно их называет?

Задание 1.10.13.

Каковы особенности расположения рецепторов вкусового анализатора у новорожденных детей?

Задание 1.10.14.

Каковы реакции новорожденных на сладкое, горькое, соленое и кислое? Пороги вкусовых ощущений?

Задание 1.10.15.

На каком месяце развития плод способен реагировать мимическими движениями на запахи? Каковы функциональные особенности обонятельного анализатора у новорожденных и детей грудного возраста по сравнению со взрослыми?

Задание 1.10.16.

В каком возрасте у детей начинают функционировать анализаторы? Структуры какого из анализаторов созревают раньше, каких анализаторов – позже?

Задание 1.10.17.

Какие факторы способствуют развитию и функциональному совершенствованию анализаторов? К какому возрасту это в основном завершается?

Задание 1.10.18.

Возможно ли восприятие звука в период внутриутробного развития, какие факты свидетельствуют об этом?

Задание 1.10.19.

Какова реакция новорожденного на сильный звук?

Задание 1.10.20.

В каком возрасте значительно улучшается слух ребенка? Когда острота слуха становится максимальной?

Задание 1.10.21.

В каком возрасте у ребенка тонкость различения звуков достигает нормы взрослого (3/4-1/2 тона), какую максимальную частоту звуковых колебаний воспринимает подросток 14-19 лет (сравните с нормой взрослого человека)?

Задание 1.10.22.

Какую реакцию вызывают тактильные раздражения кожи у новорожденного ребенка? Когда начинают появляться локальные ответы на раздражение и движения рук, устраняющие эти раздражители?

Задание 1.10.23.

Достаточно ли хорошо ребенок грудного возраста воспринимает холод и тепло? К чему он более чувствителен?

Задание 1.10.24.

Как реагирует ребенок грудного возраста на резкое охлаждение окружающей среды, какое влияние при этом оказывает теплая ванна или грелка?

Задание 1.10.25.

Возникает ли реакция на болевое раздражение у плода? У взрослого или новорожденного болевая чувствительность ниже? В каком возрасте ребенок может определить место болевого раздражения на коже и во внутренних органах?

Задание 1.10.26.

Какова реакция плода в поздние сроки внутриутробного развития на вкусовые раздражители? В каком возрасте ребенок начинает реагировать на сладкое, горькое, кислое и соленое?

Задание 1.10.27.

Укажите, к какому сроку внутриутробного развития достигает достаточной зрелости обонятельный анализатор? Как плод при этом реагирует на летучие вещества? Во сколько раз острота обоняния новорожденного больше (меньше) по сравнению с таковой у взрослых?

Задание 1.10.28.

В каком возрасте становится возможным различение обонятельных раздражителей? Когда ребенок начинает отличать приятные запахи от неприятных? Как это проявляется?

1.11. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ

Задание 1.11.1.

Первичные и вторичные половые признаки начинают развиваться еще до структурно-функционального созревания половых желез. Более того, возможны случаи патологически раннего полового созревания у детей. При этом, однако, половые железы остаются функционально незрелыми. В чем причина указанных возможностей?

Задание 1.11.2.

Укажите детские особенности вазопрессина (АДГ).

Задание 1.11.3.

Какие у детей физиологические особенности окситоцина?

Задание 1.11.4.

Какие у детей физиологические особенности соматотропного гормона (СТГ)?

Задание 1.11.5.

В чем заключается особое значение гормонов для детей и подростков?

Задание 1.11.6.

Перечислите гормоны, играющие главную роль в физическом, умственном и половом развитии детей и подростков.

Задание 1.11.7.

В чем заключается особенность последствий поражения желез внутренней секреции у детей по сравнению со взрослыми?

Задание 1.11.8.

Какое влияние на детский организм оказывают гормоны эпифиза? Какие изменения наступают у детей при гипофункции или гиперфункции эпифиза?

Задание 1.11.9.

До какого возраста интенсивно функционирует вилочковая железа? Что с ней происходит впоследствии? Как проявляются нарушения функции вилочковой железы у детей?

Задание 1.11.10.

В какой период развития ребенка начинают более интенсивно функционировать надпочечники? Как проявляется гипофункция надпочечников у детей?

Задание 1.11.11.

Как проявляется гиперфункция надпочечников у детей?

Задание 1.11.12.

Какие нарушения отмечаются у детей при гиперфункции щитовидной железы?

Задание 1.11.13.

Какие нарушения отмечаются у детей при гипофункции щитовидной железы?

Задание 1.11.14.

Какие нарушения отмечаются у детей при гипофункции околощитовидных желез?

Задание 1.11.15.

Какие нарушения отмечаются у детей при гиперфункции околощитовидных желез?

Задание 1.11.16.

В чем проявляются у детей нарушения внутренней секреции поджелудочной железы?

Задание 1.11.17.

Как проявляется у детей в возрасте до 4-7 лет гипо- и гиперфункция аденогипофиза?

Задание 1.11.18.

Каковы особенности функционирования половых желез у мальчиков и девочек от периода новорожденности до 7 лет?

Задание 1.11.19.

Какой фактор определяет преимущественную продукцию гонадами андрогенов или эстрогенов у ребенка? В каких условиях преобладает выработка тех или иных гормонов?

Задание 1.11.20.

Верно ли содержание таблицы?

Не верно. Правильное

Гормон	Доля гормона в крови, %		
	Новорожденный	Ребенок 2-х лет	Взрослый
Адреналин	60	90	30
Норадреналин	40	10	70

Задание 1.11.21.

Какая активность паратгормона у новорожденного ребенка и в чем она проявляется?

Задание 1.11.22.

Какая особенность активности глюкагона у новорожденного ребенка?

Задание 1.11.23.

Что предотвращает во время родов гипогликемию новорожденного ребенка?

Задание 1.11.24.

Укажите физиологические особенности соматотропного гормона (СТГ) у детей.

Задание 1.11.25.

Повышенная концентрация какого гормона является причиной пубертантной гинекомастии (преходящее увеличение грудных желез) у мальчиков?

Задание 1.11.26.

Назовите физиологические особенности пролактина в детском возрасте.

Задание 1.11.27.

Чем обусловлена низкая концентрация АКТГ у ребенка после родов?

Задание 1.11.28.

Чем обусловлена сниженная секреция инсулина в первые дни после рождения ребенка?

Задание 1.11.29.

В каком возрасте в тимусе наблюдается максимальное содержание лимфоидной (иммунокомпетентной) ткани?

Задание 1.11.30.

Рост ребенка в 10 лет достигает 178 см, масса 64 кг. С нарушением деятельности какой эндокринной железы это связано?

Задание 1.11.31.

У ребенка 8-ми лет отмечается выраженная физическая и умственная отсталость в развитии. Отставание в росте. Основной обмен и температура тела снижены. Сонливость и апатия, нежелание учиться. Патология какой эндокринной железы здесь может наблюдаться?

Эталоны ответов к заданиям

2.1. Физиология возбудимых тканей

К заданию 1.1.1.

Меньше диаметр и расстояние между перехватами Ранвье. Часть волокон миелинизирована к моменту рождения – 1/3.

К заданию 1.1.2.

Потенциал покоя нервных волокон у детей значительно ниже, чем у взрослых, вследствие большей проницаемости мембраны для ионов. Возбудимость нервных волокон с 3-х месячного возраста начинает повышаться. В процессе созревания нервного волокна проницаемость клеточной мембраны снижается, улучшается работа ионных помп, возрастает потенциал покоя, что свидетельствует о функциональной зрелости нервного волокна.

К заданию 1.1.3.

Меньше амплитуда, часто отсутствует инверсия, больше продолжительность.

Это объясняется меньшей, чем у взрослых, ионной асимметрией нейронов. В раннем постнатальном онтогенезе имеют особенности и фазовые изменения возбудимости во время возбуждения – длительность абсолютной рефрактерной фазы равна 5-8 мс, а относительной – 40-60 мс (у взрослых – соответственно 0,5-2 и 2-10 мс).

К заданию 1.1.4.

Проведение возбуждения более медленное и не полностью изолированное.

К заданию 1.1.5.

Миелинизация нервных волокон, увеличение их диаметра и амплитуды потенциала действия.

К заданию 1.1.6.

Диаметр нервных миелинизированных волокон (и расстояние между перехватами Ранвье) у новорожденных значительно меньше, поэтому больше электрическое сопротивление цитоплазмы и потенциал действия “прыгает” на меньшее расстояние.

К заданию 1.1.7.

Увеличение амплитуды потенциала действия и толщины нервного волокна.

К заданию 1.1.8.

При увеличении мембранного потенциала возрастает амплитуда потенциала действия, что ведет к усилению местных токов и более быстрому возбуждению соседних участков нервного волокна.

К заданию 1.1.9.

У новорожденных. В более толстом нервном волокне меньше продольное сопротивление ионному току в аксоплазме.

К заданию 1.1.10.

К 5-9 годам для разных нервов.

К заданию 1.1.11.

Длительность рефрактерной фазы уменьшается, лабильность увеличивается.

К заданию 1.1.12.

Миелинизация нерва, концентрация натриевых и калиевых каналов в области перехватов Ранвье, уменьшение ионной проницаемости клеточной мембраны.

К заданию 1.1.13.

Возбудимость, проводимость и лабильность нервного волокна; величина потенциала покоя и потенциала действия. Увеличиваются.

К заданию 1.1.14.

Увеличение диаметра нервного волокна и уменьшение ионной проницаемости клеточной мембраны.

К заданию 1.1.15.

Возбудимость, проводимость и лабильность нервного волокна; величина потенциала покоя и потенциала действия. Увеличиваются.

К заданию 1.1.16.

Возбудимостью, проводимостью, сократимостью, эластичностью и растяжимостью, т. е. всеми свойствами мышцы взрослого. Упругость и прочность увеличиваются, эластичность уменьшается.

К заданию 1.1.17.

Показатели всех перечисленных свойств увеличиваются.

К заданию 1.1.18.

До 7-8 летнего возраста сила их мышц одинакова, в 10-12 лет – больше у девочек, в 15-18 лет – больше у мальчиков.

К заданию 1.1.19.

У новорожденных 20-40 мВ, у взрослых 80-90 мВ. У новорожденных больше ионная проницаемость мембраны мышечного волокна, поэтому больше утечка ионов, меньше градиент их концентрации.

К заданию 1.1.20.

Меньшая амплитуда, большая продолжительность, часто отсутствует инверсия.

К заданию 1.1.21.

Повышается. Увеличение мембранного потенциала, потенциала действия, а также диаметра мышечного волокна.

К заданию 1.1.22.

Большой потенциал действия быстрее вызывает возбуждение соседнего участка мышечного волокна.

К заданию 1.1.23.

Относительная длительность одиночного сокращения (фазы укорочения и расслабления), тонические сокращения, без признаков пессимального торможения при большой частоте раздражения. Не подразделяются.

К заданию 1.1.24.

В 7-12 лет эффективность отдыха наибольшая, в 13-15 лет резко падает, в 16-18 лет несколько увеличивается.

К заданию 1.1.25.

В возрасте 20-29 лет.

К заданию 1.1.26.

На поверхности миотрубки выемка, в которой расположено окончание аксона. Значительно большая синаптическая задержка (в 7-10 раз больше, чем у взрослых). К 7-8 годам.

К заданию 1.1.27.

В увеличении терминальных ветвлений аксона и содержания в них ацетилхолина. Это ведет к увеличению выхода медиатора в синаптическую щель при поступлении импульса к нервному окончанию и увеличению амплитуд потенциалов концевой пластинки.

К заданию 1.1.28.

В увеличении плотности холинорецепторов на ней, образовании складок, увеличении потенциала концевой пластинки, появлении в ней холинэстеразы.

К заданию 1.1.29.

Уменьшается вследствие увеличения скорости освобождения ацетилхолина из пресинаптического окончания на каждый нервный импульс, увеличения потенциала концевой пластинки и появления в ней холинэстеразы.

2.2. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

К заданию 1.2.1.

По мере созревания человека высшие отделы мозга полностью подчиняют себе спинальные центры и подавляют некоторые из спинальных рефлексов. В условиях патологии они снова могут проявиться (например, при менингите).

К заданию 1.2.2.

На 8-й и 14-й неделях соответственно.

К заданию 1.2.3.

Конечности согнуты и прижаты к туловищу, спина и шея согнуты, что обеспечивает наименьший объем занимаемого пространства. Объясняется преобладанием тонуса мышц-сгибателей.

К заданию 1.2.4.

В 4-4,5 месяца с частотой 4-8/час, учащается при физической нагрузке и эмоциональном возбуждении матери и обеднении крови питательными веществами и кислородом.

К заданию 1.2.5.

Повышенная проницаемость, что увеличивает опасность проникновения токсических продуктов в мозг и возникновения судорог при различных патологических процессах.

К заданию 1.2.6.

Беспорядочные движения всех конечностей, туловища и головы сменяются координированными движениями конечностей. Периоды двигательной активности явно преобладают над периодами покоя.

К заданию 1.2.7.

Ортотоническая поза, сохраняется до 1,5 месяцев жизни ребенка. В регуляции температуры тела, т.к. тоническое сокращение мышц-сгибателей обеспечивает увеличение теплопродукцию, а ортотоническая поза – малую теплоотдачу.

К заданию 1.2.8.

У новорожденных наблюдается преобладание тонуса сгибателей, у детей 1,5-2 месяцев возрастает тонус разгибателей, в возрасте 3-5 месяцев – нормотония.

К заданию 1.2.9.

Защитные, пищевые, двигательные, тонические, ориентировочные. Генерализованный характер ответной реакции; обширность рефлексогенных зон.

К заданию 1.2.10.

Слабость процессов торможения вследствие незрелости тормозных нейронов (меньше, чем у взрослых тормозных синапсов, мала амплитуда ТПСР).

К заданию 1.2.11.

Пищевые рефлексы: сосания, глотания; рвотный;

Защитные: чихания, мигания, оборонительный (рефлекс отдергивания).

К заданию 1.2.12.

Хватательный (Робинсона), обхватывания (Моро), подошвенный (Бабинского), коленный, хоботковый, поисковый, ползания (Бауэра).

К заданию 1.2.13.

Схватывание и прочное удерживание предмета, пальца, карандаша или игрушки, если они касаются ладони. Иногда при этом удается приподнять ребенка над опорой. Исчезает на 2-4 месяце жизни ребенка.

К заданию 1.2.14.

Отведение рук в стороны и разгибание пальцев с последующим возвращением рук в исходное положение. Рефлекс возникает при сотрясении кровати, в которой лежит ребенок, при опускании его и поднятии до исходного уровня; при быстром подъеме с положения на спине. Рефлекс сохраняется до 4-х месяцев.

К заданию 1.2.15.

Изолированное тыльное разгибание большого пальца и подошвенное сгибание всех остальных, которые иногда веерообразно расходятся, при раздражении подошвы по наружному краю стопы в направлении от пятки к пальцам. Рефлекс исчезает после года жизни.

К заданию 1.2.16.

Коленный рефлекс – сгибание (у взрослых разгибание) в коленном суставе при раздражении сухожилия четырехглавой мышцы ниже коленной чашечки. Сгибание является следствием преобладания у новорожденных тонуса мышц-сгибателей.

К заданию 1.2.17.

В 4-5 месяцев. Статические и статокинетические.

К заданию 1.2.18.

Хоботковый рефлекс – выпячивание губ в результате сокращения круговой мышцы рта при легком ударе пальцем по губам ребенка или поколачивании кожи вокруг рта на уровне десен.

К заданию 1.2.19.

Поисковый рефлекс – поиск груди матери; при этом наблюдается опускание губ, отклонение языка и поворот головы в сторону

раздражителя. Рефлекс вызывают поглаживанием кожи в области угла рта. Исчезает к концу первого года жизни.

К заданию 1.2.20.

Ребенка кладут на живот, в этом положении он на несколько мгновений поднимает голову и совершает ползающие движения (спонтанное ползание). Если подставить под подошвы ладонь, эти движения оживятся – в "ползание" включаются руки, и он начинает активно отталкиваться ногами от препятствия. Рефлекс исчезает к 4 месяцам.

К заданию 1.2.21.

При соприкосновении стоп ребенка с опорой наблюдается выпрямление головы. Эта реакция формируется с конца 1-го месяца.

К заданию 1.2.22.

Ребенок в положении лежа на животе поднимает голову, верхнюю часть туловища, опираясь на плоскость руками, удерживается в этой позе. Этот рефлекс формируется к 4-м месяцам жизни ребенка.

К заданию 1.2.23.

Рефлексы носят генерализованный характер и имеют обширную рефлексогенную зону. Эти особенности обусловлены отсутствием контроля со стороны коры головного мозга и иррадиацией возбуждения вследствие слабости торможения и недостаточности миелинизации.

К заданию 1.2.24.

Хаотичные, генерализованные, атетозоподобные. Причиной служит несовершенство систем регуляции двигательной активности, гетерохронность созревания систем.

К заданию 1.2.25.

Нет, все соответствует возрастной норме.

К заданию 1.2.26.

Нет, все соответствует возрастной норме.

К заданию 1.2.27.

Соответствует возрастной норме.

К заданию 1.2.28.

Нет, все соответствует возрастной норме.

К заданию 1.2.29.

Нет, все соответствует возрастной норме.

К заданию 1.2.30.

Не верно. Правильное значение:

Сосательный рефлекс	Возраст ребенка		
	1-5 дней	6-10 дней	15 дней

Рефлексогенная зона	Губы и кожа всего лица	Губы и кожа вокруг рта	Губы
---------------------	---------------------------	---------------------------	------

К заданию 1.2.31.

Рефлекс Кернига – у лежащего на спине ребенка сгибают ногу в тазобедренном и коленном суставах, затем пытаются разогнуть ногу в коленном суставе. Рефлекс считается положительным, если это не удается сделать. Исчезает после 4-го месяца жизни.

К заданию 1.2.32.

Лабиринтный рефлекс вызывается изменением положения головы в пространстве. У ребенка, лежащего на спине, повышен тонус разгибателей шеи, спины, ног. Если ребенка перевернуть на живот, увеличивается тонус сгибателей шеи, спины, конечностей. Исчезает после 4-го месяца жизни.

К заданию 1.2.33.

Рефлекс в виде сосательных движений губ появляется при механическом, тепловом и вкусовом раздражении рецепторов ротовой и околоротовой областей. Исчезает к концу первого года жизни.

К заданию 1.2.34.

Хватательный рефлекс Робинсона – схватывание и прочное удерживание предмета (пальца, карандаша, игрушки) при прикосновении им к ладони ребенка. Исчезает на 2-4 месяце жизни.

К заданию 1.2.35.

Рефлекс обхватывания Моро – отведение рук в стороны и разгибание пальцев с последующим возвращением рук в исходное положение при быстром подъеме ребенка из положения на спине. Исчезает после 4-го месяца жизни.

К заданию 1.2.36.

Подошвенный рефлекс Бабинского – изолированное тыльное разгибание большого пальца и подошвенное сгибание (иногда веерообразное расхождение) остальных при раздражении подошвы по наружному краю стопы. Исчезает после первого года жизни.

К заданию 1.2.37.

Коленный рефлекс – сгибание в коленном суставе при ударе по сухожилию четырехглавой мышцы ниже надколенника. Сгибание у новорожденных связано с преобладанием у них тонуса мышц-сгибателей. Заменяется разгибательным рефлексом на 2-ом месяце жизни.

К заданию 1.2.38.

Хоботковый рефлекс – выпячивание губ хоботком в результате сокращения круговой мышцы рта при легком ударе пальцем по губам

ребенка или поколачивании по коже вокруг рта на уровне десен. Исчезает к концу первого полугодия жизни.

К заданию 1.2.39.

У лежащего на спине ребенка сгибают одну ногу в тазобедренном и коленном суставах, а затем пытаются разогнуть ногу в коленном суставе. Рефлекс считается положительным, если это сделать не удастся. Рефлекс исчезает после 4-х месяцев жизни.

К заданию 1.2.40.

В первые дни жизни на достаточно сильный звук и свет новорожденный вздрагивает и "замирает", но уже через неделю жизни ребенок поворачивает глаза в сторону звука и света.

К заданию 1.2.41.

С 2-х месяцев начинается развитие движений рук в направлении к видимому предмету, поднятие головы в положении на животе; с 3-х месяцев ребенок начинает осваивать ползание; с 4-5-месячного возраста развиваются движения переворачивания сначала со спины на живот, затем – с живота на спину.

К заданию 1.2.42.

При поддержке под мышки ребенок начинает переступать, встает на четвереньки; свободно проползает большие расстояния, начинает садиться, может вставать, стоять и опускаться, держась руками за предметы.

К заданию 1.2.43.

Движения рук к предмету становятся прямыми и плавными, наблюдаются хватательные движения вслепую за счет предварительного нацеливания на предмет, появляется различие в действиях правой и левой рук.

К заданию 1.2.44.

С 5 месяцев ребенок начинает переступать при поддержке под мышки. Переступание совершенствуется к 7-8 месяцам жизни. Началом ходьбы считают день, когда ребенок без посторонней помощи сделает несколько шагов, обычно это бывает в возрасте около года.

К заданию 1.2.45.

В возрасте 2-3 лет и 7-12 лет соответственно. Интенсивной двигательной активностью и созреванием ЦНС.

К заданию 1.2.46.

Небольшой мембранный потенциал – 20 мВ (у взрослых 60-80 мВ), автоматия симпатических нейронов, более медленное проведение возбуждения, адреноподобное вещество в синапсах ганглиев (вместо ацетилхолина у взрослых), чувствительность одних и тех же нейронов к ацетилхолину и норадреналину.

К заданию 1.2.47.

Увеличение двигательной активности и усиление афферентной импульсации от проприорецепторов, развитие анализаторов и увеличение потока афферентной импульсации от экстеро- и интерорецепторов (хемо- и барорецепторов сосудистых рефлексогенных зон).

К заданию 1.2.48.

Сохранение высокой частоты сердцебиений у детей с вынужденным ограничением движений и более низкая частота сердцебиений у детей с высокой двигательной активностью.

К заданию 1.2.49.

Влияние симпатической нервной системы, оно сохраняется до 3-х летнего возраста. В последующем, в связи с развитием тонуса блуждающего нерва, его влияние в покое становится преобладающим.

К заданию 1.2.50.

Тонус начинает формироваться с 3-го месяца жизни ребенка, достаточно хорошо выражен на четвертом году жизни.

К заданию 1.2.51.

Глазо-сердечный (Данини-Ашнера), дермографический.

К заданию 1.2.52.

Давление на боковые поверхности глаз вызывает замедление пульса через 3-10 с. Считается положительным при замедлении пульса на 4-12 уд/мин, резко положительным – более чем на 12 уд/мин.

К заданию 1.2.53.

Раздражение кожи штрихами вызывает через 5-10 с появление белых или красных полос.

К заданию 1.2.54.

Нет сознательного затормаживания рефлекса. Это прием Ендрассика, открытый в конце 19-го столетия венгерским врачом Эрно Ендрассиком (Erno Jendrassik).

2.3. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ

К заданию 1.3.1.

В данном случае ребенок, имеющий АВ(IV) группу крови, не является дочерью этих людей. Мальчик может быть их сыном, т.к. по законам наследования признаков (А и В агглютиногенов) у родителей с О(I) и АВ(IV) группой крови дети могут иметь только А(II) или В(III) группу крови.

К заданию 1.3.2.

Могут. По-видимому, у родителей А(II) и АВ(IV) группы крови.

К заданию 1.3.3.

Может, если у отца аллели ВО.

К заданию 1.3.4.

Кровь принадлежит новорожденному ребенку.

К заданию 1.3.5.

У новорожденного количество крови составляет 15% от веса тела. Следовательно, у ребенка весом 4 кг будет 600 мл крови.

К заданию 1.3.6.

У грудного ребенка количество крови составляет 9-12% от массы тела. Следовательно, у данного ребенка ее 540-720 мл.

К заданию 1.3.7.

Вязкость крови очень высока у детей в первые 3-5 дней жизни.

К заданию 1.3.8.

В данном случае в 1 мм³ крови содержится 6 млн эритроцитов, такое количество может быть у новорожденного.

К заданию 1.3.9.

Уменьшение количества и объема эритроцитов наблюдается в 4-6 месячном возрасте, что связано с недостатком железа.

К заданию 1.3.10.

Больше 2 лет.

К заданию 1.3.11.

Ребенок здоров.

К заданию 1.3.12.

Желтуха у новорожденного может быть за счет гемолиза эритроцитов в результате резус-конфликта матери и плода. Это предположение можно проверить анализом крови ребенка и матери на резус-фактор.

К заданию 1.3.13.

Все зависит от того, какие аллели имеют гаметы по этим признакам. В группе А могут быть аллели АО и АА, в группе В – ВО и ВВ. В

зависимости от комбинаций этих пар ребенок может иметь O(I), A(II), B(III) или AB(IV) группы крови.

К заданию 1.3.14.

Кровь принадлежит новорожденному ребенку.

К заданию 1.3.15.

Если у отца в гаметах аллели AO, то у ребенка может быть O(I) или A(II) группа крови, а если аллели AA – только A(II) группа.

К заданию 1.3.16.

Может, если и у матери и у отца аллели BO.

К заданию 1.3.17.

В этом случае можно ожидать кровь B(III) или O(I) группы.

К заданию 1.3.18.

Старше тот ребенок, у которого белка 74 г/л. У детей до 3-4 лет общее количество белков плазмы понижено.

К заданию 1.3.19.

Первый перекрест кривой содержания лимфоцитов и нейтрофилов в периферической крови (увеличение процентного содержания лимфоцитов и снижение процента нейтрофилов) наступает на первой неделе жизни. В этом возрасте количество нейтрофилов и лимфоцитов одинаково и равно около 43%.

К заданию 1.3.20.

Норма, т.к. между 5 и 7 годами жизни у ребенка совершается так называемый второй лейкоцитарный перекрест, и количество лимфоцитов и нейтрофилов уравнивается. Затем число лимфоцитов падает до 25-30%, а содержание нейтрофилов растет до 60-70%.

К заданию 1.3.21.

Нет, т.к. для ребенка одного года такое содержание лимфоцитов в крови является нормой.

К заданию 1.3.22.

Нет. Левый сдвиг лейкоцитарной формулы у здоровых детей связан с большей, чем у взрослых, скоростью продукции клеток белого ряда в костном мозге.

К заданию 1.3.23.

Нормальная концентрация Na^+ в плазме крови составляет 140-150 ммоль/л. Следовательно, в данном случае кровь гипертонична.

К заданию 1.3.24.

В двухлетнем возрасте нормальное количество эритроцитов $4,5 \times 10^{12}/\text{л}$, гематокрит – 34-35%. В данном случае наблюдается выраженный

эритроцитоз и сгущение крови, что может быть связано с большой потерей жидкости организмом.

К заданию 1.3.25.

Время свертывания соответствует норме.

К заданию 1.3.26.

Количество крови у ребенка к концу 1 года жизни составляет около 10% веса тела. В данном случае – около 1,2 л.

К заданию 1.3.27.

Показатели крови соответствуют возрастной норме.

К заданию 1.3.28.

Высокое сродство к O_2 и большая степень диссоциации гемоглобина.

К заданию 1.3.29.

До 9-12 недель внутриутробного развития преобладает HbP, после 9-12 недель внутриутробного развития – HbF.

К заданию 1.3.30.

В кислую сторону – ацидоз.

К заданию 1.3.31.

Компенсированный ацидоз.

К заданию 1.3.32.

- ацидоз;
- низкое содержание фибриногена;
- низкое содержание холестерина.

К заданию 1.3.33.

Срок появления физиологической желтухи у новорожденного ребенка – на 2-3 день после рождения, срок исчезновения физиологической желтухи – к 7-10 дню после рождения.

К заданию 1.3.34.

Не верно. Правильное значение:

Показатель	Возраст ребенка	
	0-1 год	1-15 лет
Цветовой показатель крови	0,75-0,8	0,85-0,95

К заданию 1.3.35.

Не верно. Правильное значение:

Показатель	Возраст ребенка			
	новорожденный	1 месяц	7 месяцев	15 лет
Количество гемоглобина, г/л	210	145	120	120-160

К заданию 1.3.36.

Свертываемость крови понизится, т.к. Ca^{++} является активным и необходимым компонентом системы гемостаза.

К заданию 1.3.37.

У ребенка 2-х лет в норме в литре крови содержится $4-6 \times 10^{12}$ /л эритроцитов, гематокритный показатель составляет 36-39%. В данном случае отмечается эритроцитоз и, возможно, увеличение среднего объема эритроцитов (макроцитоз), которое можно рассчитать:

$$\text{СО} = 0,6 \text{ л} / 6 \times 10^{12} / \text{л} = 100 \text{ мкм}^3$$

К заданию 1.3.38.

Первые дни после рождения свертывание крови у детей замедлено, особенно на 2-й день. К 7-му дню скорость свертывания крови становится как у взрослых, поэтому данный результат можно отнести к норме.

К заданию 1.3.39.

У новорожденных – 14%, у грудных детей – 11%, у взрослых – 7-8%. С необходимостью обеспечения более высокого уровня обмена веществ у детей.

К заданию 1.3.40.

Гематокрит новорожденного в норме – 57% (т. е. форменные элементы – 57%, плазма – 43%). У взрослых соотношение обратное.

К заданию 1.3.41.

Содержание форменных элементов довольно быстро снижается, в связи с чем относительно возрастает объем плазмы.

К заданию 1.3.42.

5-6 г% (у взрослого – 7-8 г%). Недостаточная функция белковообразующих систем организма, прежде всего печени. К 3-4 годам жизни.

К заданию 1.3.43.

Относительно высок уровень гамма-глобулинов, что объясняется проникновением их в кровь плода от матери через плацентарный барьер. К трем годам жизни.

К заданию 1.3.44.

У новорожденных, как у взрослых, 80-120 мг% (4,4-6,7 ммоль/л). В течение 2-х недель падает до 40-70 мг%, после 2 лет постоянно нарастает, возвращаясь к норме взрослого к 12-14 годам.

К заданию 1.3.45.

Это кровь новорожденного ребенка.

К заданию 1.3.46.

Сдвиг рН крови в кислую сторону у новорожденного обусловлен наличием в крови недоокисленных продуктов обмена (метаболический ацидоз). Величина рН, близкая к норме взрослого, устанавливается в течение 3-5 суток.

К заданию 1.3.47.

Большое количество эритроцитов. К концу первого месяца жизни.

К заданию 1.3.48.

Период желточного кроветворения (до 2-3 месяцев), период печеночного кроветворения (с 2-3 месяцев), период костно-мозгового кроветворения (с 4- 5 месяцев внутриутробной жизни).

К заданию 1.3.49.

В костном мозге, в лимфатических узлах, тимусе, селезенке, лимфоидной ткани кишечника. Наличие красного костного мозга без очагов желтого.

К заданию 1.3.50.

Интенсивное разрушение эритроцитов на фоне угнетения эритропоэза. Она равна 12, 120 и 120 дней соответственно.

К заданию 1.3.51.

В перинатальном периоде повышенное содержание эритроцитов и гемоглобина (с преобладанием HbF) способствует кислородному снабжению плода, после рождения ребенка распад повышенного количества эритроцитов и гемоглобина создает дополнительное депо железа для последующего эритропоэза.

К заданию 1.3.52.

Появление желтушной окраски кожи и слизистых у детей первых 7-10 дней жизни. Увеличением концентрации в крови билирубина и отложением его в коже и слизистых (на фоне недостаточности ферментативных систем печени).

К заданию 1.3.53.

До 2-3 месяцев внутриутробной жизни – эмбриональный гемоглобин (HbP), с 3-х месяцев преобладает фетальный гемоглобин (HbF), с 4-х месяцев появляется гемоглобин взрослого (HbA).

К заданию 1.3.54.

"Перекрест" – выравнивание процентного соотношения нейтрофилов и лимфоцитов в лейкоцитарной формуле. Различают два "перекреста": 1-й – в первые 4-6 дней жизни, 2-й – в 4-6 лет жизни.

К заданию 1.3.55.

Низкая концентрация многих факторов свертывающей и противосвертывающей систем. Однако, их соотношение таково, что время кровотечения и время свертывания крови у новорожденных детей

практически такие же, как у взрослых – 4-6 мин и 5-10 мин соответственно.

К заданию 1.3.56.

Агглютиногены появляются на 2-3 месяце внутриутробного развития, агглютинины – лишь на 2-3 месяце после рождения.

К заданию 1.3.57.

У новорожденных способность эритроцитов к агглютинации в 5 раз ниже, чем у взрослых. В возрасте 10-20 лет.

К заданию 1.3.58.

"Перекрест" – выравнивание процентного соотношения нейтрофилов и лимфоцитов в лейкоцитарной формуле. Различают два "перекреста": 1-й – в 4-6 дней жизни, 2-й – в 4-6 лет жизни. После первого перекреста относительное количество лимфоцитов становится больше, чем процент нейтрофилов. После второго перекреста восстанавливаются свойственные взрослым соотношения этих клеток крови.

К заданию 1.3.59.

Другого донора, т.к. в плазме крови матери могут содержаться аллоиммунные антитела против эритроцитов новорожденного, а против эритроцитов отца могут быть антитела в крови новорожденного, проникшие из кровотока матери через плаценту.

К заданию 1.3.60.

Могут, если у родителей O(I) и AB(IV) группы крови.

К заданию 1.3.61.

Кровь принадлежит новорожденному ребенку.

К заданию 1.3.62.

У новорожденного количество крови составляет 15% от веса тела. Следовательно, у ребенка весом 4 кг будет 600 мл крови.

К заданию 1.3.63.

Уменьшение количества эритроцитов наблюдается в 4-6-месячном возрасте, что связано с недостатком железа.

К заданию 1.3.64.

Ребенку больше 2 лет.

К заданию 1.3.65.

Ребенок здоров.

К заданию 1.3.66.

Желтуха у новорожденного может быть за счет гемолиза эритроцитов в результате резус-конфликта матери и плода. Это предположение можно проверить анализом крови ребенка и матери на резус-фактор.

К заданию 1.3.67.

Неверно. Таблицу следует составить так:

Возраст	Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	Нб, г\л	Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	СОЭ, мм/ч
1 день	6,0	210	30	2-4
1 месяц	4,0	110	15	3-4
1 год	4,5	100	12	4-10

К заданию 1.3.68.

Кровь принадлежит новорожденному ребенку.

К заданию 1.3.69.

В этом случае можно ожидать кровь В(III) и О(I) группы.

К заданию 1.3.70.

Старше тот ребенок, у которого белка 74 г/л. У детей до 3-4-х лет общее количество белков плазмы крови понижено.

К заданию 1.3.71.

Первый перекрест кривой содержания лимфоцитов и нейтрофилов в периферической крови (увеличение процентного содержания лимфоцитов и снижение процентов нейтрофилов) наступает на первой неделе этом возрасте количество нейтрофилов и лимфоцитов одинаково и равно около 43%.

К заданию 1.3.72.

Норма, т.к. между 5 и 7 годами жизни у ребенка совершается второй лейкоцитарный перекрест и количество лимфоцитов и нейтрофилов уравнивается. Затем число лимфоцитов падает до 25-30%, а содержание нейтрофилов увеличивается до 60-70%.

К заданию 1.3.73.

Нет, т.к. для ребенка 2-го года жизни такое содержание лимфоцитов в крови является нормой.

К заданию 1.3.74.

Нет. Левый сдвиг лейкоцитарной формулы у здоровых детей связан с большей, чем у здоровых, скоростью продукции клеток белого ряда в костном мозге.

К заданию 1.3.75.

В двухлетнем возрасте нормальное количество эритроцитов $4,5 \times 10^{12}/\text{л}$, гематокрит 34-35 %. В данном случае наблюдается выраженный эритроцитоз и сгущение крови, что может быть связано с большой потерей жидкости организмом.

К заданию 1.3.76.

Время свертывания крови соответствует норме.

К заданию 1.3.77.

Объем крови у ребенка к концу 1 года жизни составляет около 10% веса тела. В данном случае около 1,2 литра.

К заданию 1.3.78.

Показатели крови соответствуют возрастной норме.

К заданию 1.3.79.

Свертываемость крови понизится, т.к. кальций является активным и необходимым компонентом гемостаза.

К заданию 1.3.80.

С рождения до подросткового возраста (включительно).

К заданию 1.3.81.

Первый – новорожденный, второй ребенок – старше 1 года.

К заданию 1.3.82.

Новорожденный.

К заданию 1.3.83.

Для первых 4-5 лет. Связан с нейтрофильно-лимфоцитарным перекрестом. Первый перекрест возникает в 4-5 дней жизни, второй – в 4-5 лет).

К заданию 1.3.84.

а) преимущественно пассивный характер (пассивный иммунитет, материнские антитела).

К заданию 1.3.85.

- б) активный характер, активный синтез антител;
- в) хелперная направленность реакций иммунитета;
- д) недостаточно развит местный иммунитет.

2.4. ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

К заданию 1.4.1.

У детей одного года и старше должно максимальное давление рассчитывается по формуле АД = 100 + 2Л, где Л число лет. Значит, в 3 года оно равно 106 мм рт. ст.

К заданию 1.4.2.

Новорожденному ребенку.

К заданию 1.4.3.

Ребенку в возрасте одного года.

К заданию 1.4.4.

Картина капилляров характерна для ребенка.

К заданию 1.4.5.

Да, левый желудочек будет сокращаться за счет ножки пучка Гиса. Однако в этом случае желудочки будут сокращаться не одновременно, что приведет к раздвоению тонов сердца.

К заданию 1.4.6.

Нет, не соответствует. Правильно:

Возраст	Правая граница	Верхняя граница	Левая граница
1-7 дней	правая парастернальная линия	2-е ребро	на 2 см кнаружи от левой сосковой линии
2-4 года	посередине между правым краем грудины и парастернальной линиями	2-е межреберье	на 2 см кнаружи от левой сосковой линии
6-16 лет	посередине между стернальной и парастернальной линией	верхний край 3-го ребра	левая сосковая линия

К заданию 1.4.7.

Масса сердца у новорожденного составляет 0,8% веса тела, значит, в данном случае она равна 25,6 г.

К заданию 1.4.8.

У ребенка в 6 месяцев вес сердца составляет 0,4% веса тела. В данном случае оно весит 30 г.

К заданию 1.4.9.

Таблица составлена неверно. Продолжительность сердечного цикла у детей возрастает от 0,4-0,5 сек у новорожденного, до 0,75 сек у ребенка в 12 лет.

К заданию 1.4.10.

У ребенка одного года сердце сокращается до 90 раз в минуту, следовательно, систолический выброс в покое равен 13,3 мл.

К заданию 1.4.11.

Это ребенок грудного возраста.

К заданию 1.4.12.

Ребенок здоров. Раздвоение тонов происходит за счет неодновременного закрытия клапанов левой и правой половины сердца в связи с разной степенью развития их мышечной стенки.

К заданию 1.4.13.

Это правограмма, она характерна для детей раннего возраста, у которых масса правого сердца относительно больше, чем левого.

К заданию 1.4.14.

Не соответствует. В III отведении ЭКГ должен быть самый высокий зубец R.

К заданию 1.4.15.

Такое явление наблюдается в конце первого года жизни.

К заданию 1.4.16.

Таблица составлена неверно. Она должна быть следующей:

Возраст	Интервал PQ	Интервал QS
Новорожденный	0,11 сек	0,04 сек
Дошкольник	0,13 сек	0,05 сек
Школьник	0,14 сек	0,06 сек

К заданию 1.4.17.

Частота сердцебиений у новорожденного животного после ваготомии не изменится, т.к. тонус центров блуждающего нерва у них отсутствует.

К заданию 1.4.18.

Частота сердечных сокращений уменьшится, т.к. у новорожденных тонусом обладает только симпатикус, его выключение замедлит работу сердца.

К заданию 1.4.19.

Работа сердца животного в обоих случаях не изменится, т.к. хемо- и барорецепторы рефлексогенных зон у новорожденного не функционируют.

К заданию 1.4.20.

Новорожденный.

К заданию 1.4.21.

Возрастом. Первый ребенок младше, артериальное давление у него ниже, потому что слабее сила сердечных сокращений, а сосуды относительно шире.

К заданию 1.4.22.

У детей одного возраста, но большего веса, артериальное давление выше.

К заданию 1.4.23.

У четырехмесячного ребенка оно равно 84 мм рт. ст., у ребенка 2-х лет – 104 мм рт. ст.

К заданию 1.4.24.

Возраст такого ребенка около 6 месяцев.

К заданию 1.4.25.

У мальчиков в возрасте от 5 до 9 лет АД на 5 мм выше, чем у девочек того же возраста.

К заданию 1.4.26.

Описанные особенности характеризуют сфигмограмму новорожденного. Они обусловлены слабостью сердечных сокращений, частым пульсом и малой эластичностью сосудистой стенки.

К заданию 1.4.27.

Первый сосуд – артерия мышечного типа, второй – артерия эластического типа.

К заданию 1.4.28.

Таблица составлена неверно. Правильные значения:

Возраст	1 нед	6 мес	1 год	5 лет	10 лет	15 лет
ЧСС, уд/мин	140	130	120	100	80	70

К заданию 1.4.29.

У взрослой собаки произойдет учащение работы сердца, а у щенка частота сердцебиений не изменится, т.к. у новорожденных животных (собака, кошка) центры блуждающих нервов не обладают тонусом и выключение холинорецепторов атропином не сказывается на работе сердца.

К заданию 1.4.30.

У детей первых месяцев жизни суммарный просвет вен равен просвету артерий.

К заданию 1.4.31.

Начинается на 3-ей неделе, заканчивается на 3-ем месяце. Возможно развитие врожденных пороков сердца.

К заданию 1.4.32.

В эмбриональном периоде, на 22-23-й день внутриутробной жизни, еще до появления иннервации сердца. Появляются слабые и неритмичные сокращения сердца.

К заданию 1.4.33.

Атриовентрикулярный узел, т.к. он формируется первым из элементов проводящей системы, а синусный узел к этому моменту еще не сформирован. 15-35 уд/мин.

К заданию 1.4.34.

Эти особенности кровообращения наблюдаются у плода.

К заданию 1.4.35.

В связи с включением легочного дыхания начинает функционировать малый круг кровообращения, происходит функциональное закрытие овального окна и артериального (боталлова) протока, в результате кровь проходит последовательно через малый и большой круги кровообращения.

К заданию 1.4.36.

Поперечное положение сердца в грудной клетке; массы правого и левого желудочков примерно равны; легочная артерия шире аорты.

К заданию 1.4.37.

Анатомическое закрытие (заращение) артериального протока – к 3-4 месяцам жизни (у 1% детей – к концу 1 года). Заращение овального окна – в возрасте 5-7 месяцев.

К заданию 1.4.38.

МОК равен 0,5 л; 1,3 л; 3,5 л; 5л соответственно. Относительный минутный объем – 150 мл/кг и 70 мл/кг массы тела, соответственно. Связано с более высокой интенсивностью обменных процессов в организме ребенка по сравнению со взрослыми.

К заданию 1.4.39.

С 3-4-го месяца внутриутробной жизни. На животе матери. Низкая амплитуда зубцов ЭКГ, зубцы Р и Т часто отсутствуют.

К заданию 1.4.40.

Сдвинута влево в связи с горизонтальным положением сердца из-за высокого стояния диафрагмы.

К заданию 1.4.41.

У новорожденных – 1:3, у взрослых – 1:9. Более высокий зубец Р на ЭКГ у новорожденных связан с относительно большой массой предсердий.

К заданию 1.4.42.

После 6 месяцев. Сначала слышен один систолический тон, в более поздние сроки – I и II тоны, равные по громкости, с равными интервалами между ними.

К заданию 1.4.43.

У новорожденных на ФКГ регистрируются лишь I и II тоны, нередко отмечаются функциональные шумы, расщепление II тона.

К заданию 1.4.44.

Функциональные шумы – это звуки, не связанные с органическими поражениями клапанного аппарата сердца, т.е. с нарушением его нормального анатомического строения. Изменение продолжительности и громкости шумов или полное их исчезновение при изменениях положения тела, усиление при физической нагрузке.

К заданию 1.4.45.

В пубертатном (подростковом) возрасте. Связано с диспропорцией между ростом сердца, сосудов и всего организма.

К заданию 1.4.46.

Расщепление тона, возникающее в результате асинхронизма в работе правого и левого желудочков, что ведет к неодновременному закрытию атриовентрикулярных клапанов (расщепление I тона) и полулунных клапанов (расщепление II тона). В возрасте 1-6 лет и у подростков (пубертатный период).

К заданию 1.4.47.

Относительно большие поперечные размеры сердца по сравнению с его длинником (округлая форма), горизонтальное и высокое положение сердца. Это связано с относительно большими предсердиями и широкими устьями крупных сосудов, а также с высоким стоянием диафрагмы. В 7-12 лет.

К заданию 1.4.48.

До 2-х лет – в 4-м, а с 2 до 6-7 лет – в 6-м межреберье на 1-2 см кнаружи от среднеключичной линии. У детей, в основном, правым желудочком, у взрослых – левым.

К заданию 1.4.49.

Сила сокращений увеличивается, что свидетельствует о функционировании у плода механизма гомеометрической регуляции сердца (ритмоинотропная зависимость).

К заданию 1.4.50.

Реакция сердца плода на гуморальные агенты выявляется до появления отчетливых нервных влияний на сердце. Гуморальные вещества действуют при относительно высоких концентрациях их в крови плода.

К заданию 1.4.51.

2На 3-6 неделе внутриутробного развития. Ацетилхолин у эмбриона этого возраста вызывает урежение частоты сердечных сокращений.

К заданию 1.4.52.

В последней трети внутриутробного развития (с 6 месяцев жизни плода).

К заданию 1.4.53.

У новорожденных детей наблюдается отчетливый глазо-сердечный рефлекс (Данини-Ашнера) – уменьшение частоты сердечных сокращений при надавливании на глаза.

К заданию 1.4.54.

Большая частота сердечных сокращений по сравнению с другими возрастными периодами жизни, отсутствие дыхательной аритмии и отсутствие учащения сердцебиений после блокады М-холинорецепторов атропином.

К заданию 1.4.55.

Начиная с 3-4 месяцев жизни ребенка. После 3 лет. Появление дыхательной аритмии.

К заданию 1.4.56.

Рост двигательной активности и усиление потока афферентной импульсации от проприорецепторов, а также от интеро- и экстерорецепторов в процессе развития анализаторов.

К заданию 1.4.57.

У детей с вынужденным ограничением движений частота сердечных сокращений высокая по сравнению со здоровыми детьми; у детей с высокой двигательной активностью частота сердцебиений ниже, чем у менее активных физически их сверстников.

К заданию 1.4.58.

Усиление тонического влияния блуждающих нервов, значительное увеличение роли закона сердца Старлинга.

К заданию 1.4.59.

Увеличение продолжительности диастолы (вследствие уменьшения частоты сердцебиений под влиянием тормозного тонуса блуждающего нерва) и увеличение растяжимости миокарда.

К заданию 1.4.60.

Большая частота сердечных сокращений (отсутствие тонуса центров блуждающих нервов) и низкое артериальное давление (низкое периферическое сопротивление из-за большой ширины просвета, высокой эластичности и низкого тонуса артериальных сосудов, а также в связи с наличием коротких, широких, прямых или малоизвитых капилляров).

К заданию 1.4.61.

Первый год: $66 + (2 \times M)$, где M – число месяцев жизни.

Последующий возраст: $100 + (0,5L)$, где L – число лет жизни.

К заданию 1.4.62.

Неокостеневшие участки черепа; они пульсируют и сглаживают колебания давления в полости черепа, особенно при крике.

К заданию 1.4.63.

«Юношеская гипертензия» – это повышение артериального давления в связи с несоответствием скорости роста сердца и изменения просвета магистральных сосудов, а также в связи с перестройкой гормонального фона в период полового созревания.

К заданию 1.4.64.

Это результат более раннего полового созревания девочек.

К заданию 1.4.65.

Отток крови менее выражен, чем кровоснабжение мозга.

К заданию 1.4.66.

Гуморальный.

К заданию 1.4.67.

Увеличивается частота сердечных сокращений, повышается артериальное давление, возрастает кровоток по пупочным сосудам через плаценту и, соответственно, через все ткани, появляются дыхательные движения и увеличивается общая двигательная активность плода. Все это компенсирует недостаток кислорода в крови плода.

К заданию 1.4.68.

Снижение частоты сердечных сокращений (брадикардия), сужение сосудов скелетных мышц и кожи. В этих условиях большее количество крови направляется в мозг и коронарные сосуды, вследствие более длительной диастолы улучшается кровоснабжение сердца.

К заданию 1.4.69.

Гуморальный. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система.

К заданию 1.4.70.

Оказывают постоянное тоническое возбуждающее влияние на сосуды мышечного типа, участвуя в поддержании сосудистого тонуса. С возрастом это влияние увеличивается.

К заданию 1.4.71.

Барорецепторы сформированы и уже функционируют (посылают в мозг импульсы, частота которых зависит от величины артериального давления), но депрессорный рефлекс на повышение артериального давления еще не выявляется.

К заданию 1.4.72.

Хеморецепторы реагируют возбуждением на гипоксию (снижение PO_2) и гиперкапнию (повышение PCO_2), но рефлекторные изменения кровяного давления при их раздражении слабы и непостоянны. Характерные для взрослых реакции возникают с конца 1-го года жизни.

К заданию 1.4.73.

С незрелостью центральных механизмов регуляции, что определяет непостоянство реакций сердечно-сосудистой системы в различных условиях.

К заданию 1.4.74.

К концу 1-го года жизни: в органах, не участвующих в выполнении физической работы, сосуды суживаются, а в работающих скелетных мышцах возникает рабочая гиперемия.

К заданию 1.4.75.

Да. Причиной такой частоты является повышение тонуса симпатического отдела и слабо выраженным тонусом парасимпатического отдела, что связано с гетерохронным развитием систем.

К заданию 1.4.76.

- б) относительно большая масса сердца (на 1 кг массы тела);
- г) большое количество артерий и капилляров на единицу поверхности.

К заданию 1.4.77.

- б) у новорожденных просвет легочной артерии больше просвета аорты;
- в) просвет артерий относительно широк;
- г) просвет вен относительно узкий.

К заданию 1.4.78.

- в) малый ударный объемом сердца;
- г) низкое сопротивление периферических сосудов.

К заданию 1.4.79.

Соответствует возрастной норме.

2.5. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

К заданию 1.5.1.

Дыхание остановится, т.к. у новорожденного тип дыхания только диафрагмальный, а реберный еще не сформировался.

К заданию 1.5.2.

На вдохе 736 мм рт. ст., на выдохе 740 мм рт. ст.

К заданию 1.5.3.

У ребенка имеется патология дыхания. В норме частота дыхательных движений у новорожденного 60-70 в мин.

К заданию 1.5.4.

При тугом пеленании дыхание затрудняется, т.к. у ребенка преобладает диафрагмальный тип дыхания.

К заданию 1.5.5.

Легочная вентиляция и МОД у детей возрастает преимущественно за счет изменения частоты дыхания.

К заданию 1.5.6.

Альвеолярный воздух детей содержит меньше углекислого газа и больше кислорода, чем у взрослых.

К заданию 1.5.7.

Выдыхаемый воздух у детей содержит меньше углекислого газа и больше кислорода, чем у взрослых.

К заданию 1.5.8.

Вследствие поверхностного дыхания вентиляция легких менее эффективна, кроме того, относительный объем «вредного» пространства у детей больше, чем у взрослых.

К заданию 1.5.9.

Карбоангидраза в эритроцитах определяется с 5-7 дня после рождения.

К заданию 1.5.10.

С переходом ребенка из горизонтального положения в вертикальное грудная клетка опускается, и создаются условия для перехода от брюшного типа дыхания к грудному. Тип дыхания становится смешанным.

К заданию 1.5.11.

Это явление наблюдается у ребенка от 3 до 7 лет.

К заданию 1.5.12.

Внутриплевральное давление при выдохе у новорожденного равно атмосферному, т.к. объем легких у них соответствуют объему грудной клетки.

К заданию 1.5.13.

Правильные данные:

Возраст	1 день	1 год	5-6 лет	14-15 лет
Частота дыхания, мин ⁻¹	40-60	30-35	25-30	18-20

К заданию 1.5.14.

Данные в таблице расставлены неверно. Правильные данные:

Возраст	1 день	1 год	6 лет	взрослый
Отношение МОД/масса тела, мл/кг	190	300	170	100

К заданию 1.5.15.

Легочная вентиляция увеличивается преимущественно за счет учащения дыхательных движений, а не за счет глубины дыхания.

К заданию 1.5.16.

Первый анализ сделан у взрослого, второй – у ребенка раннего возраста. У ребенка дыхание частое и поверхностное, поэтому коэффициент легочной вентиляции ниже.

К заданию 1.5.17.

Т.к. у ребенка в этом возрасте содержание кислорода в альвеолярном воздухе 17,3%, парциальное давление кислорода равно 123 мм рт. ст.

К заданию 1.5.18.

Содержание углекислого газа в альвеолярном воздухе 3%, значит парциальное давление его равно 21 мм рт. ст.

К заданию 1.5.19.

В первом случае ребенку дошкольного возраста, во втором – взрослому.

К заданию 1.5.20.

С увеличением возраста детей содержание O₂ и CO₂, как в артериальной, так и в венозной крови возрастает.

К заданию 1.5.21.

В первую очередь ощущение духоты появится у взрослых, т.к. у детей понижена чувствительность дыхательного центра к недостатку кислорода и избытку углекислоты.

К заданию 1.5.22.

Первая пневмограмма записана у взрослого, вторая – у ребенка. Частота дыхания у детей больше, кроме того, оно может быть аритмичным и разным по глубине.

К заданию 1.5.23.

Т.к. в покое у новорожденного ребенка частота дыхания достигает 60 минуту, то МОД в данном случае равен 1200 мл.

К заданию 1.5.24.

Поскольку частота дыхания у взрослого человека в покое составляет 17-18 в минуту, МОД взрослого равна 8-9 л. МОД новорожденного – 0,12-0,14 л. Значит, МОД взрослого больше МОД новорожденного в 57-75 раз.

К заданию 1.5.25.

При очень медленной перевязке связь с организмом матери прекращается медленно и накопление CO_2 в крови ребенка замедляется.

К заданию 1.5.26.

Минутный объем дыхания равен произведению частоты дыхания на дыхательный объем. Следовательно, у новорожденного он будет равен: $40-80 \times 15-20 = 600-1600$ мл, у ребенка 5 лет: $25-30 \times 80-100 = 2000-3000$ мл, а у взрослого: $16-20 \times 400-600 = 6400-12000$ мл.

К заданию 1.5.27.

Коэффициент вентиляции легких равен соотношению объема воздуха, вошедшего в альвеолы, к тому объему, который находился там до вдоха.

$$\text{КВД} = (\text{ДО} - \text{ОВП}) / (\text{ОО} + \text{РОЭ}) = (20 - 10) / (20 + 80) = 10/100 = 0,1 (10\%)$$

К заданию 1.5.28.

Плацента. Имеются.

К заданию 1.5.29.

Периодические дыхательные движения у плода появляются с 11-14 недели. Способствуют развитию легких и кровообращению плода за счет возникновения отрицательного давления в грудной полости (присасывающее действие). Стимулируют дыхательные движения плода гипоксия, гиперкапния, ацидоз.

К заданию 1.5.30.

Частота периодических дыхательных движений плода 40-70 раз в минуту, легкие частично расправляются, жидкость в дыхательные пути и легкие попадает.

К заданию 1.5.31.

Относительно большая печень ребенка затрудняет движения диафрагмы вниз, а горизонтальное положение ребер – их поднятие.

К заданию 1.5.32.

Возраст	ЖЕЛ, мл
5 лет	800
10 лет	1500
15 лет	2500

К заданию 1.5.33.

За счет роста частоты дыханий, т. к. увеличение глубины дыхания у детей грудного возраста практически невозможно из-за горизонтального положения ребер, ограничивающего их поднятие, и большой печени, препятствующей смещению диафрагмы вниз при вдохе.

К заданию 1.5.34.

Больше у детей из-за высокой частоты дыхания (большое неэластическое сопротивление) и меньшей растяжимости легкого (т.к. в ткани легких коллагеновых волокон значительно больше, а эластиновых волокон меньше, чем у взрослого).

К заданию 1.5.35.

Содержание углекислого газа постепенно повышается от 2,8% до 5,5% (норма взрослого). Содержание кислорода постепенно снижается от 17,8% до 14,0% (норма взрослого).

К заданию 1.5.36.

У плода – 9-14 об% (90-140 мл/л), у взрослого 19-20 об% (190-200 мл/л). Объясняется низким напряжением PO_2 в крови плода (20-50 мм рт. ст.)

К заданию 1.5.37.

Потому что диффузия газов через достаточно толстую плацентарную мембрану (она в 5-10 раз толще легочной) существенно затруднена и ограничены запасы кислорода в крови матери.

К заданию 1.5.38.

Потому, что окислительные процессы в тканях плода снижены, а гликолиз (анаэробный процесс) протекает интенсивно; затраты энергии у плода малы; кровоток через ткани плода на единицу массы тела в два раза больше, чем у взрослого человека.

К заданию 1.5.39.

Недостаток кислорода, потому что у плода, в отличие от взрослого, недостаток кислорода возбуждает дыхательный центр, а к избытку CO_2 он мало чувствителен.

К заданию 1.5.40.

Факторы, стимулирующие первый вдох новорожденного: накопление в крови углекислого газа и уменьшение содержания кислорода вследствие пережатия пуповины, что ведет к возбуждению дыхательного центра, а также поток афферентных импульсов в ЦНС от экстеро-, проприо- и вестибулорецепторов.

К заданию 1.5.41.

Относительно большая, чем у взрослых, поверхность легких, большая объемная скорость кровотока в легком, более широкая сеть капилляров в легких.

К заданию 1.5.42.

Возбудимость дыхательного центра низкая, что обусловлено незрелостью клеток дыхательного центра и хеморецепторов.

К заданию 1.5.43.

Дети, потому что у них больший удельный вес анаэробных процессов (гликолиз), более низкая возбудимость дыхательного центра, поэтому он менее чувствителен к афферентной импульсации от сосудистых рефлексогенных зон.

К заданию 1.5.44.

Произвольная регуляция дыхания появляется к 2-3 годам, что связано с появлением речи. В возрасте 4-6 лет она достаточно хорошо развита.

К заданию 1.5.45.

- а) недоразвитие хрящевого каркаса и эластических волокон;
- в) узость просвета бронхов;
- г) гиперсекреция вязкой слизи при воспалении.

К заданию 1.5.46.

Слабость дыхательной мускулатура, недоразвитие эластичной ткани, горизонтальное положение ребер, малая масса легких.

К заданию 1.5.47.

Да, это норма. Повышен тонус симпатического отдела, еще не выражен тонус парасимпатического отдела, что связано с гетерохронным развитием систем.

2.6. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

К заданию 1.6.1.

Нет, не соответствует. Правильные значения:

Возраст	1 день	1 год	5-6 лет	8-12 лет
Общая кислотность, титрационные ед.	4-10	12-20	30-35	40-60

К заданию 1.6.2.

Пепсин желудочного сока новорожденных детей не действует на глобулины. Поэтому они в целом виде могут всасываться из молока матери и обеспечивают иммунитет ребенка грудного возраста к различным инфекциям.

К заданию 1.6.3.

Желудок новорожденного вмещает 30-35 мл, желудок ребенка в возрасте 1 год – 250-300 мл.

К заданию 1.6.4.

В 1 пробирке содержится желудочный сок грудного ребенка, который содержит фермент липокиназу, активирующий липазу грудного молока. У детей старшего возраста и взрослых липокиназы в желудочном соке нет, и жиры в желудке расщепляются мало.

К заданию 1.6.5.

а) низкая активность поджелудочной липазы.

К заданию 1.6.6.

Ребенку около года.

К заданию 1.6.7.

Большое количество бифидобактерий содержится в кишечнике грудного ребенка, находящегося на грудном вскармливании. Эти бактерии, создавая кислую среду, препятствуют размножению патогенных микроорганизмов, участвуют в синтезе витаминов, омыляют жиры, способствуют всасыванию Ca^{++} , железа, витамина D.

К заданию 1.6.8.

Частота стула новорожденного – 4-5 раз в сутки, грудного ребенка – 2-3 раза, ребенка 1 года и старше – 1-2 раза в сутки. Такие цифры характерны для детей, находящихся на грудном вскармливании.

К заданию 1.6.9.

Стул чаще у ребенка, который вскармливается грудным молоком.

К заданию 1.6.10.

Не отразится, т.к. условный рефлекс на вид и запах мяса у щенка еще не появился.

К заданию 1.6.11.

Обильное слюнотечение у 4-6 месячного ребенка не связано с заболеванием. Оно вызвано раздражением слизистой рта прорезывающимися зубами и добавлением более плотной, чем раньше, пищи.

К заданию 1.6.12.

Ребенок здоров. Срыгивание пищей у детей раннего возраста связано с тем, что желудок у них расположен более горизонтально, вход в него широкий, а кардиальный сфинктер выражен слабо.

К заданию 1.6.13.

С возрастом свободная кислотность желудочного сока возрастает. Следовательно, 0,8-5 единиц – новорожденный, 10 единиц – 1-4 года, 16-20 единиц – 8-12 лет.

К заданию 1.6.14.

Первый ребенок питается грудным молоком, второй – коровьим. У первого в толстом кишечнике много молочнокислых бифидобактерий, у второго кишечная палочка. Это обуславливает разницу в реакции кала.

К заданию 1.6.15.

У эмбриона гистиотрофное питание (за счет секрета слизистой оболочки матки, затем – материала желточного мешка), у плода – гемотрофное питание (за счет трансплацентарного транспорта питательных веществ от матери к плоду).

К заданию 1.6.16.

С 16-20-й недели внутриутробного развития. Амниотическая жидкость. Амниотрофное питание.

К заданию 1.6.17.

Лактотрофный – молочное питание. С молоком матери поступают все необходимые питательные вещества (для их переработки оптимальные условия в желудочно-кишечном тракте грудного ребенка), а также ферменты, антитела и различные физиологически активные вещества.

К заданию 1.6.18.

Центрами, расположенными в продолговатом и среднем мозге при взаимодействии с центрами глотания и дыхания.

К заданию 1.6.19.

Кишечное внутриклеточное и мембранное пищеварение. Примерно к 1 году жизни.

К заданию 1.6.20.

Морфологически сформированы, но секреторная функция в течение первых 2-3 месяцев после рождения низкая. Слюнотечение в 4-5 месяцев жизни обусловлено недостаточной зрелостью механизмов регуляции слюноотделения и заглатывания слюны.

К заданию 1.6.21.

У новорожденных – около 6, к концу года – 3-4 (у взрослого – 1,5-2,0).

К заданию 1.6.22.

До 2 месяцев жизни выделяется фетальный пепсин (оптимум рН 3,5-4,0, высокая способность створаживать молоко и расщеплять казеин молока).

К заданию 1.6.23.

В возрасте 2-3 месяцев. Фитолитическая способность.

К заданию 1.6.24.

В возрасте 5-6 месяцев. Зоолитическая активность.

К заданию 1.6.25.

С 3-4 месяцев жизни – овощные и фруктовые соки; с 6-7 месяцев – белки животного происхождения. С развитием фито- и зоолитической активности соответственно.

К заданию 1.6.26.

Высоким расположением антрального отдела желудка относительно его кардиального отдела, низким тонусом кардиального сфинктера, а также наличием "газового пузыря" в желудке грудного ребенка в связи с заглатыванием им большого количества воздуха в процессе приема пищи.

К заданию 1.6.27.

Малым объемом желудка и большой скоростью эвакуации его содержимого в двенадцатиперстную кишку в связи с тем, что пища таких детей в основном жидкая.

К заданию 1.6.28.

Эвакуация химуса из желудка тормозится повышенным содержанием белков и жиров в такой пище.

К заданию 1.6.29.

По сравнению с женским молоком коровье содержит больше белков и жиров, что тормозит моторную активность желудка в кишечную фазу желудочной секреции.

К заданию 1.6.30.

У новорожденного на 1 кг массы тела выделяется желчи в 4 раза больше, чем у взрослых.

К заданию 1.6.31.

Большой интенсивностью мембранного и внутриклеточного типов пищеварения.

К заданию 1.6.32.

Выраженной способностью слизистой оболочки тонкой кишки новорожденных к эндоцитозу, благодаря чему через нее в кровь могут проникать белки (например, глобулины материнского молока) в нерасщепленном виде.

К заданию 1.6.33.

Появляется с первых суток после рождения, стабилизируется в первые 2-3 недели после рождения.

К заданию 1.6.34.

Лактоза коровьего молока гидролизуется легче, чем лактоза женского молока и не поступает дальше средних отделов тонкого кишечника, вследствие чего нормальная микрофлора толстого кишечника лишается лактозы как питательного субстрата.

К заданию 1.6.35.

Эти продукты являются важнейшими источниками витаминов С и Р, органических кислот, минеральных солей (в том числе важных для роста и развития организма ионов кальция), различных микроэлементов, пектина, а также клетчатки, которая активизирует функцию кишечника и благоприятно влияет на его микрофлору.

К заданию 1.6.36.

Норма. Это обусловлено гипертонусом пилорического отдела, слабым тонусом кардиального сфинктера, расположением дна желудка ниже антрально-пилорического отдела, тупым углом Гиса (угол впадения пищевода в желудок).

К заданию 1.6.37.

- а) железы желудка незрелы и морфологически и функционально;
- в) слизистая оболочка относительно толстая;
- д) желудочных желез мало;
- е) низкая кислотность (рН выше 4);
- и) низкая протеолитическая активность;
- к) достаточная липолитическая активность.

К заданию 1.6.38.

- а) большое количество лимфатических сосудов;
- в) лимфатические клетки разбросаны по всей кишке;
- д) преобладание мембранного пищеварения;
- е) активное внутриклеточное пищеварение.

К заданию 1.6.39.

Бифидобактерии и лактобактерии.

К заданию 1.6.40.

У второго младенца. При прохождении через родовые пути происходит заселение кишечника новорожденного вагинальной и кишечной флорой матери, во время оперативного родоразрешения – госпитальной и флорой медицинского персонала.

К заданию 1.6.41.

В ранние сроки онтогенеза формируются гуморальные и местные нервные механизмы, позже – центральные.

К заданию 1.6.42.

5-10 мл и 250-300 мл соответственно.

К заданию 1.6.43.

Печень функционально относительно незрелая, особенно в отношении антитоксической и внешнесекреторной функций. Гликогенная емкость печени до 3 месяцев жизни больше, чем у взрослых. Развитие печени завершается к 8-9 годам жизни ребенка.

К заданию 1.6.44.

Морфологически полностью сформирована и является функционально полноценной. Однако экзокринная функция остается еще незрелой, но вполне обеспечивает гидролиз легкоусвояемых пищевых веществ, содержащихся в молоке.

К заданию 1.6.45.

Желчь у детей бедна желчными кислотами, вследствие чего жиры слабо эмульгируются и перевариваются не полностью.

К заданию 1.6.46.

Начинается с резцов (6-12 месяцев) и заканчивается вторыми молярами (20-30 месяцев).

К заданию 1.6.47.

Первые моляры – в 5-6 лет; заканчивается этот процесс в 18-25 лет появлением 3-х моляров ("зубы мудрости").

2.7. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

К заданию 1.7.1.

Возраст	1 нед	1,5 года	12 лет	7 лет
ОО, ккал/кг	39-42	56-60	40-45	32-35

К заданию 1.7.2.

Результаты первого исследования принадлежат ребенку, т.к. специфическое динамическое действие пищи у детей проявляется слабо.

К заданию 1.7.3.

Показатели первого столбца принадлежат ребенку.

К заданию 1.7.4.

Здоровый новорожденный должен получать в сутки 12-16 граммов белка.

К заданию 1.7.5.

Суточная потребность в углеводах ребенка весом 9 кг в двухлетнем возрасте 90-135 г. В данном случае он принял мало углеводов.

К заданию 1.7.6.

Жиры растительного происхождения в сутки десятилетний ребенок должен получить 8,5-12 г.

К заданию 1.7.7.

150 мл.

К заданию 1.7.8.

Преобладание процессов ассимиляции над диссимиляцией, высокий уровень основного обмена, в связи с чем имеется повышенная потребность во всех питательных веществах.

К заданию 1.7.9.

Повышенная потребность в белках, ретенция белка. Оптимум 3-4 г на 1 кг массы в сутки.

К заданию 1.7.10.

Повышенная потребность в углеводах и высокая усвояемость их, ограничен синтез углеводов из жиров и белков, снижено отложение в депо вследствие интенсивного их расщепления в организме и расхода в качестве пластического материала.

К заданию 1.7.11.

У грудного ребенка – 12-13 г/кг, у взрослого человека – 5-7 г/кг в сутки.

К заданию 1.7.12.

У новорожденных – как у взрослых 80-120 мг% (4,4-6,7 ммоль/л), у грудных детей – 40-50 мг%.

К заданию 1.7.13.

У детей старше года, как и у взрослых – 80-120 мг% (4,4-6,7 ммоль/л).

К заданию 1.7.14.

Повышенная потребность в жирах, ограничение отложения жира в депо, большее содержание бурого жира, являющегося источником тепла.

К заданию 1.7.15.

У грудного ребенка – 5-6 г/кг, у взрослого – 1,5 г/кг массы тела в сутки.

К заданию 1.7.16.

Возможно нарушение жирового обмена у ребенка (избыточное образование жировых клеток).

К заданию 1.7.17.

До 3 месяцев – 1:3:6; в 6 месяцев – 1:2:4.

К заданию 1.7.18.

В возрасте 1 год и старше – 1:1,2:4,6, т. е. как и у взрослых.

К заданию 1.7.19.

а) оба показателя уменьшаются.

К заданию 1.7.20.

б) увеличивается до 1,5 лет, затем снижается.

К заданию 1.7.21.

Повышенная потребность в воде, повышенное содержание воды в тканях, преобладание внеклеточной воды над внутриклеточной.

К заданию 1.7.22.

Наблюдается ретенция солей в организме, особенно повышена потребность в кальции, фосфоре и железе. Не депонируются натрий и хлор в отличие от взрослых.

К заданию 1.7.23.

20-30 г/сутки, главным образом, за счет нежирового компонента, преимущественно из белков.

К заданию 1.7.24.

До 3-4 лет у детей примерно в 2 раза больше, в период полового созревания – в 1,5 раза больше, чем у взрослых. В 18-20 лет – соответствует норме взрослых.

К заданию 1.7.25.

Более высоким уровнем метаболизма молодых тканей, относительно большой поверхностью тела и, естественно, большими затратами энергии для поддержания постоянства температуры тела, повышенной секрецией гормонов щитовидной железы и норадреналина.

К заданию 1.7.26.

Увеличиваются в первые 3 месяца после рождения, затем постепенно уменьшаются, а в период полового созревания вновь нарастают.

К заданию 1.7.27.

У ребенка: 70% приходится на основной обмен, 20% – на движения и поддержание мышечного тонуса, 10% на специфически-динамическое действие пищи. У взрослого: 50 – 40 – 10% соответственно.

К заданию 1.7.28.

Дети, в 3-5 раз, т.к. у них менее совершенна координация, что приводит к избыточным движениям, в результате чего полезная работа у детей значительно меньше.

К заданию 1.7.29.

Увеличивается на 100-200% вследствие увеличения теплопродукции в результате эмоционального возбуждения и увеличения мышечной активности.

К заданию 1.7.30.

За счет белков – 10%, за счет жиров – 50%, за счет углеводов – 40%. У взрослых – 20 – 30 – 50%, соответственно.

К заданию 1.7.31.

Потому, что у детей повышена теплопродукция, недостаточно потоотделение и, следовательно, теплоиспарение, незрелый центр терморегуляции.

Понижение температуры переносится легче.

К заданию 1.7.32.

Повышенная теплоотдача у детей вследствие относительно большой поверхности тела, обильного кровоснабжения кожи, недостаточной теплоизоляции (тонкая кожа, отсутствие подкожной жировой клетчатки) и незрелости центра терморегуляции; недостаточное сужение сосудов.

К заданию 1.7.33.

В конце 1 месяца жизни; они незначительны и достигают нормы взрослого человека к пяти годам.

К заданию 1.7.34.

Температура внешней среды, при которой индивидуальные колебания температуры кожи ребенка наименее выражены, находится в пределах 21-22° С, у взрослого – 18-20° С.

К заданию 1.7.35.

Термоиндифферентная зона – диапазон внешних температур, в котором нормальная температура тела поддерживается при минимальной теплопродукции. У обнаженного новорожденного температура термоиндифферентной зоны составляет 32-34° С (для взрослого – 28-30°

С). Термоиндифферентная зона недоношенного новорожденного ребенка находится на уровне 35-36° С.

К заданию 1.7.36.

У части детей через 2-3 суток после рождения развивается физиологическая транзиторная лихорадка – повышение температуры тела до 39-40° С, продолжающееся от нескольких часов до нескольких дней.

К заданию 1.7.37.

- зависимость температуры тела от внешней температуры;
- снижение температуры тела без внешних тревожных признаков (крик, двигательное беспокойство и т.д.);
- относительно высокая термоиндифферентная зона;
- относительно малое количество образующегося пота;
- отсутствие холодовой дрожи (при охлаждении возникают обобщенные движения, сопровождаемые криком);
- относительно высокая эффективность несократительного термогенеза;
- важным источником тепла служит бурая жировая ткань, выраженная в области шеи и между лопаток;
- высокая интенсивность теплоотдачи.

К заданию 1.7.38.

- относительно большая поверхность тела, приходящаяся на единицу массы тела;
- интенсивное кровообращение в коже;
- низкая теплоизоляция кожных покровов из-за малой толщины кожи;
- пропотевание относительно большого количества воды через тонкий эпидермис;
- повышенное испарение воды со слизистой оболочки дыхательных путей во время крика.

К заданию 1.7.39.

- а) большая относительная поверхность тела;
- б) тонкий кожный покров;
- в) богатая васкуляризация кожи.

К заданию 1.7.40.

- а) слабо выражена защитная функция;
- в) несовершенство регуляции температуры тела через кожу;
- г) высокая интенсивность дыхания через кожу.

К заданию 1.7.41.

Да, потоотделение начинается на 1-ом месяце жизни, происходит преимущественно на коже головы, спины и груди. Экринными железами. Период полового созревания.

2.8. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ

К заданию 1.8.1.

У детей наблюдается более интенсивная реабсорбция натрия, чем у взрослых, поэтому даже умеренная солевая нагрузка вызывает отек и лихорадочное состояние.

К заданию 1.8.2.

Нормально, т.к. в первые две недели после рождения у ребенка частота мочеиспусканий доходит до 20-25 раз в сутки.

К заданию 1.8.3.

В этом возрасте почка ребенка нечувствительна к АДГ.

К заданию 1.8.4.

Суточное количество мочи:

Возраст	1 месяц	1 год	4-5 лет	10 лет
Кол-во молчи, л	0,33	0,75	1,0	1,5

К заданию 1.8.5.

$$1500 \text{ мл} \times S / 1,73$$

где S – поверхность тела ребенка.

К заданию 1.8.6.

К концу 3 месяца внутриутробного развития. Незначительна, т.к. как выделительная функция у плода выполняется, в основном, плацентой.

К заданию 1.8.7.

Фильтрующая поверхность снижена вследствие того, что внутренний листок капсулы Шумлянско-Боумана не внедряется между петлями капилляров. Их проницаемость также низкая, поскольку капилляры покрыты высоким цилиндрическим эпителием (у взрослых – плоским).

К заданию 1.8.8.

Значительно снижена (на 1 м^2 поверхности тела – 30-50% от уровня взрослого) вследствие низкой проницаемости капилляров клубочка, малой фильтрующей поверхности клубочков, низкого артериального давления и сниженного кровотока через почку.

К заданию 1.8.9.

Недостаточное концентрирование мочи вследствие коротких петель Генле и собирательных трубок, низкой чувствительности собирательных трубок к АДГ, недостаточная его выработка.

К заданию 1.8.10.

В условиях сбалансированного питания, при отсутствии водных и солевых нагрузок (лучший вариант – грудное вскармливание), температурного комфорта и эмоционального равновесия ребенка.

К заданию 1.8.11.

Пониженная реабсорбция глюкозы в проксимальном отделе незрелой почки.

К заданию 1.8.12.

Натрий и хлор реабсорбируются в 5 раз больше, чем у взрослого (на единицу массы). Развитие отеков.

К заданию 1.8.13.

В результате более интенсивной, чем у взрослых, реабсорбции ионов натрия.

К заданию 1.8.14.

Увеличивает выведение NaCl, что может привести к значительным его потерям, т.к. незрелая почка не обеспечивает отдельную реабсорбцию этих веществ.

К заданию 1.8.15.

Вследствие того, что на единицу массы в организм ребенка поступает с пищей больше воды, чем в организм взрослого. Кроме того, у детей более интенсивный обмен веществ, что ведет к образованию большего количества эндогенной воды.

К заданию 1.8.16.

У ребенка – вследствие большей поверхности кожи на единицу массы тела.

К заданию 1.8.17.

Повышает осмотическую нагрузку на почки и увеличивает потребность детского организма в воде.

К заданию 1.8.18.

Потому, что в женском молоке содержится в два раза меньше минеральных солей (0,3%), чем в коровьем (0,7%).

К заданию 1.8.19.

Потому, что в женском молоке содержится больше лактозы (6,5%), чем в коровьем (4,6%). Поэтому при ее окислении образуется больше воды.

К заданию 1.8.20.

До 15 раз в сутки, вследствие малого объема мочевого пузыря (50 мл), большего потребления воды и большего образования эндогенной воды.

К заданию 1.8.21.

Малый объем мочевого пузыря, большое количество мочи, интенсивный обмен веществ, высокое содержание углеводов и воды в молозиве.

К заданию 1.8.22.

До года жизни у ребенка не развито чувство жажды.

2.9. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

К заданию 1.9.1.

Быстрый сон занимает 75% всего времени сна у новорожденного ребенка.

К заданию 1.9.2.

В грудном возрасте.

К заданию 1.9.3.

С 5 лет.

К заданию 1.9.4.

Не верно. Правильное значение:

Возраст	до 1 мес	6 мес	к концу 1 года	2 года	9 лет	13-15 лет	16-19 лет
Средняя продолжительность сна, ч	20	15	13	12	10	9	8

К заданию 1.9.5.

9-10 раз в сутки.

К заданию 1.9.6.

3 раз в сутки.

К заданию 1.9.7.

С начала школьного возраста.

К заданию 1.9.8.

Да, у новорожденного ребенка образуются пищевые условные рефлексы на голос матери, ее запах и т.п. В ответ на эти раздражители новорожденный ищет сосок матери и проявляет сосательные движения.

К заданию 1.9.9.

В возрасте 10-12 месяцев.

К заданию 1.9.10.

В первые годы постнатального развития (до 7-8 лет).

К заданию 1.9.11.

Низкочастотная (0,5-2,0 Гц) и низкоамплитудная ЭЭГ в связи с низкой общей электрической активностью нервных клеток головного мозга.

К заданию 1.9.12.

Появление бета-ритма в возрасте 1-3 лет и альфа-ритма в возрасте 4-6 лет. Не отличается от ЭЭГ взрослых с 11-12 лет.

К заданию 1.9.13.

Медленно формируются и легко тормозятся, в связи с чем требуют постоянного подкрепления.

К заданию 1.9.14.

Незрелостью корковых клеток и резким преобладанием процесса возбуждения над торможением, широкой иррадиацией возбуждения.

К заданию 1.9.15.

На второй неделе – натуральные пищевые условные рефлексы и защитный мигательный рефлекс.

К заданию 1.9.16.

С рецепторов губ, кожи лица, вестибулорецепторов и проприорецепторов (в связи с изменением положения тела).

К заданию 1.9.17.

С проприорецепторов – с конца первого месяца жизни ребенка. С экстерорецепторов – с 11-го, реже – со 2-го месяца жизни ребенка.

К заданию 1.9.18.

Звуковые, световые, тактильные. В возрасте от 1 года до 3 лет.

К заданию 1.9.19.

Импринтинг – это запечатление в памяти детенышей всей окружающей действительности после единственного предъявления образа.

К заданию 1.9.20.

Это особая форма реагирования в раннем онтогенезе на внешнюю среду, имеющая сходные и различные черты с условными и безусловными рефлексам.

К заданию 1.9.21.

- 1) запечатление образов и объектов (родителей, братьев, вида пищи и т. д.);
- 2) усвоение поведенческих актов (дети повторяют действия родителей);
- 3) реакция следования – автоматическое следование за родителями или движущимся объектом, впервые попавшим в поле зрения.

К заданию 1.9.22.

Если детеныша в момент рождения изолировать от родителей или особей другого вида, то позже реакция следования не возникает.

К заданию 1.9.23.

Подобно безусловным рефлексам импринтинг сохраняется, как правило, на всю жизнь. Импринтинг – реакция врожденная, но для ее проявления нужны определенные условия.

К заданию 1.9.24.

Импринтинг проявляется только в определенные (критические) периоды, которых нет для условных и безусловных рефлексов; запечатление происходит очень быстро (практически при первой встрече с объектом).

К заданию 1.9.25.

С первых дней жизни. Ребенок при кормлении не берет грудь, если имеется постороннее раздражение, например, мокрая пеленка.

К заданию 1.9.26.

Угасательное и дифференцировочное торможение начинают вырабатываться в конце первого месяца жизни, запаздывательное и условно-тормозное – во втором полугодии первого года жизни. Все виды условного торможения хорошо выражены к 6-7 годам.

К заданию 1.9.27.

Вырабатываются с большим трудом, выражены слабо, непостоянны.

К заданию 1.9.28.

Особая прочность условных рефлексов, большинство из которых сохраняют свое значение на протяжении всей последующей жизни человека, и выработка динамических стереотипов.

К заданию 1.9.29.

В конце первого года жизни, заканчивается к 20-22 годам.

К заданию 1.9.30.

У новорожденных – 21 час, в 6 месяцев – 18 часов, в 4 года – 12 часов, в 10 лет – 10 часов, в 16 лет – 8 часов.

К заданию 1.9.31.

Уменьшается от 60% у новорожденных до 20% у взрослых.

К заданию 1.9.32.

С момента рождения. Сначала появляются лишь отрицательные эмоциональные реакции, служащие для взрослых сигналом неблагополучия. Со 2-го месяца появляются положительные реакции, способствующие развитию движений и энергетического их обеспечения.

К заданию 1.9.33.

С 5 месяцев и в возрасте 5 лет соответственно.

К заданию 1.9.34.

На первом году жизни запас составляет 10-12 слов, к 2-м годам он увеличивается до 300 слов, к 3-м – до 1000 слов, а к 4-м – до 2000 слов.

К заданию 1.9.35.

Ребенок резко отстает в общем развитии, приобретает повадки животного, отстает в умственном развитии, речь у него не появляется, даже если вернуть его в общество людей после 10-летнего возраста.

К заданию 1.9.36.

Контакт с родителями с момента рождения. От генотипа и воспитания в семье и обществе.

К заданию 1.9.37.

- отрицательные;

- однообразные (крик);
- всегда рациональные, поскольку служат надежным сигналом неблагополучия;
- прекращаются с устранением причины, их вызвавшей.

К заданию 1.9.38.

Положительные эмоции появляются у ребенка грудного возраста. На 2-ом месяце формируется улыбка как реакция на лицо матери, на 3-м месяце присоединяются смех и общее оживление с радостными возгласами, причем не только на лицо человека, но и на определенные действия (приготовление к кормлению, купанию и т.д.).

К заданию 1.9.39.

Внешнее торможение. Ответная реакция на более сильный, а значит, более значимый на данный момент раздражитель.

К заданию 1.9.40.

Дифференцировочное торможение.

К заданию 1.9.41.

Развитием внешнего торможения.

1.10. ФИЗИОЛОГИЯ АНАЛИЗАТОРОВ

К заданию 1.10.1.

С момента рождения – в небольшом количестве и в возрасте 1,5-2 месяцев соответственно.

К заданию 1.10.2.

Движения глаз и век некоординированные, отсутствует плавность движений глаз, наблюдается нистагм. Мигательный рефлекс – с первых дней жизни, смыкание век – в 1, 5 месяца.

К заданию 1.10.3.

В фиксации взора на предмете с одновременным торможением всех движений, появляется в двухнедельном возрасте, длится в этом возрасте 1-2 минуты.

К заданию 1.10.4.

Зрачки узкие, а зрачковый рефлекс выражается в основном сужением зрачка на свету. Расширение зрачка при слабой освещенности выражено недостаточно.

К заданию 1.10.5.

У 90% новорожденных; причина – шарообразная форма глазного яблока (укорочение продольной оси глаза); проходит к 8-12 годам.

К заданию 1.10.6.

Миопия развивается у 30-40% детей дошкольного и школьного возрастов. Непосредственная причина в большинстве случаев – увеличение продольной оси глаза.

К заданию 1.10.7.

Длительное чтение в положении сидя с большим наклоном головы или при расположении книги ближе 30 см от глаз, недостаточная освещенность, продолжительное рассматривание мелких предметов, наследственная предрасположенность (недостаточная жесткость склеры).

К заданию 1.10.8.

Названные факторы ведут к увеличению кровенаполнения глаза, а следовательно, к увеличению внутриглазного давления. Последнее вызывает у растущего организма удлинение глазного яблока (увеличение продольной оси глаза).

К заданию 1.10.9.

Потому что оно ведет к увеличению кровенаполнения глаза, а следовательно, к увеличению внутриглазного давления. Последнее вызывает у растущего организма удлинение глазного яблока (увеличение продольной оси глаза).

К заданию 1.10.10.

Она равна 0,1; 0,2 и 1,0 соответственно.

К заданию 1.10.11.

У детей старше 5 лет и подростков, как правило, больше, чем у взрослых. Размеры аккомодации у детей больше, чем у взрослых вследствие большей эластичности хрусталика.

К заданию 1.10.12.

Сразу после рождения. В 6 месяцев и в возрасте 3 лет соответственно.

К заданию 1.10.13.

У новорожденного вкусовые рецепторы расположены на всей поверхности слизистой рта, по всему языку и даже на слизистой губ.

К заданию 1.10.14.

Сладкие вещества у новорожденных вызывают сосательные движения и общее успокоение; горькие, кислые и соленые – гримасу недовольствия, закрывание глаз, общие движения. Пороги высокие.

К заданию 1.10.15.

На 7-м месяце. Низкая чувствительность (в десятки раз ниже, чем у взрослых) и быстрая адаптация (на повторное раздражение дети почти не реагируют).

К заданию 1.10.16.

Сразу после рождения. Наиболее рано – вестибулярного аппарата, позже других – слухового и зрительного анализаторов.

К заданию 1.10.17.

Рациональная тренировка и отдых в процессе обучения и воспитания ребенка. К 17-20 годам жизни.

К заданию 1.10.18.

Возможно, об этом свидетельствует возникновение шевелений плода и учащение его сердцебиений в ответ на сильные звуки в последние месяцы беременности.

К заданию 1.10.19.

Общее вздрагивание, сокращение мимических мышц, закрывание глаз, открывание рта, вытягивание губ, урежение дыхания и пульса.

К заданию 1.10.20.

В возрасте 2-х месяцев, в 14-19 лет соответственно.

К заданию 1.10.21.

В возрасте 6-7 месяцев. До 32000 Гц (у взрослого 16000 Гц).

К заданию 1.10.22.

Общую двигательную реакцию. На втором и третьем месяцах жизни соответственно.

К заданию 1.10.23.

Достаточно хорошо воспринимает и холод и тепло, но к холоду более чувствителен.

К заданию 1.10.24.

При резком охлаждении возникают сморщивание лица, общая двигательная реакция, крик, побледнение кожи. При согревании ребенок успокаивается, кожа розовеет.

К заданию 1.10.25.

Возникает. У новорожденных ниже. В возрасте одного и двух-трех лет соответственно.

К заданию 1.10.26.

Мимические движения; сразу после рождения.

К заданию 1.10.27.

К 7-8 месяцам внутриутробной жизни. Мимическими движениями. Острота обоняния у новорожденных в 20-100 раз ниже, чем у взрослых.

К заданию 1.10.28.

На 2-3-м и на 12-м месяцах жизни соответственно. Адекватными эмоционально-двигательными реакциями.

2.11. ФИЗИОЛОГИЯ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ

К заданию 1.11.1.

Половые гормоны. Кроме половых желез. Вырабатываются еще и надпочечниками, деятельность которых у детей существенно выше. Чем половых желез.

К заданию 1.11.2.

- крайне низкая концентрация у плода и новорожденных;
- антидиуретическая активность крови впервые выявляется в 4-х месячном возрасте ребенка в результате увеличения проницаемости собирательных трубок нефронов и возрастания реабсорбции воды из них в интерстиций мозгового слоя почки;
- в первые 3 месяца жизни почка нечувствительна к АДГ;
- антидиуретическая активность крови в 1 год приближается к уровню взрослого человека.

К заданию 1.11.3.

- у детей выполняет только антидиуретическую функцию;
- оказывает специфическое действие на матку и молочные железы только после завершения периода полового созревания.

К заданию 1.11.4.

- стимулирует рост тела только с 2-х лет до периода полового созревания;
- во сне уровень гормона возрастает в 2-5 раз;
- активность СТГ снижается при действии половых гормонов.

К заданию 1.11.5.

Гормоны обеспечивают физическое, половое и умственное развитие детей и подростков.

К заданию 1.11.6.

Гормон роста, гормоны щитовидной железы, половые гормоны, инсулин.

К заданию 1.11.7.

У детей наблюдаются более грубые, часто необратимые нарушения физического, умственного и полового развития.

К заданию 1.11.8.

Принимают участие в регуляции полового созревания. Гипофункция ведет к раннему половому созреванию, гиперфункция – к ожирению и явлению гипогенитализма.

К заданию 1.11.9.

До 7 лет, потом начинается атрофия. В снижении иммунитета и, естественно, в большей подверженности инфекционным заболеваниям.

К заданию 1.11.10.

В период полового созревания. Нарушение белкового и углеводного обмена, снижение иммунитета.

К заданию 1.11.11.

Ожирение, у девочек ложный гермафродитизм, а у мальчиков – преждевременное половое созревание.

К заданию 1.11.12.

Усиленный рост, избыточная прибавка в весе и ускорение созревания организма.

К заданию 1.11.13.

Врожденная гипофункция ведет к задержке развития организма, особенно нервной и половой систем. Развивается умственная отсталость (кретинизм).

К заданию 1.11.14.

Повышение возбудимости центральной нервной системы и мышц, что ведет к тетании (судороги), нарушение функции кишечника (частый жидкий стул), нарушение развития костей, роста волос и ногтей.

К заданию 1.11.15.

Избыточное окостенение на фоне повышения уровня кальция в крови.

К заданию 1.11.16.

В резком нарушении обмена углеводов – развитие сахарного диабета, истощение, нарушение роста и умственного развития.

К заданию 1.11.17.

При гипофункции: снижение основного обмена и температуры тела, замедление или прекращение роста (карликовость). При гиперфункции – гигантизм.

К заданию 1.11.18.

У мальчиков после рождения выработка андрогенов снижается и вновь повышается с 5-7 лет. У девочек до 7 лет выработка эстрогенов крайне мала или отсутствует, с 7 лет увеличивается.

К заданию 1.11.19.

Температурный режим: в условиях охлаждения гонад продуцируются мужские половые гормоны – андрогены; в условиях нормальной температуры (37° С) – женские (эстрогены).

К заданию 1.11.20.

Не верно. Правильное значение:

Гормон	Доля гормона в крови, %		
	Новорожденный	Ребенок 2-х лет	Взрослый
Адреналин	30	60	90
Норадреналин	70	40	10

К заданию 1.11.21.

У новорожденного наблюдается сниженная активность паратгормона. Признаки гипопаратиреоидизма проявляются приступами апноэ и тетании из-за снижения мембранного потенциала миоцитов.

К заданию 1.11.22.

Активность глюкагона резко падает в конце первого часа после рождения и возвращается к норме к третьему дню жизни.

К заданию 1.11.23.

Выделение катехоламинов во время родов увеличивает гликогенолиз.

К заданию 1.11.24.

- стимулирует рост тела только с 2-х лет до периода полового созревания;
- во сне уровень гормона возрастает в 2-5 раз;
- активность СТГ снижается при действии половых гормонов.

К заданию 1.11.25.

Пролактина.

К заданию 1.11.26.

- высокая концентрация у новорожденных детей;
- снижение концентрации к концу 1-го года с последующим сохранением на одном уровне до подросткового возраста;
- увеличение концентрации в период полового созревания (в большей мере у девочек);
- стимуляция роста предстательной железы и семенных пузырьков у мальчиков в подростковый период.

К заданию 1.11.27.

Подавлением адренкортикотропной активности плода при получении от матери избытка кортикостероидов во время родового стресса.

К заданию 1.11.28.

Физиологической гипогликемией новорожденных.

К заданию 1.11.29.

В возрасте до 10 лет паренхима составляет до 90% объема органа.

К заданию 1.11.30.

Аденогипофиз (соматотропный гормон).

К заданию 1.11.31.

Снижение синтеза гормонов щитовидной железы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Физиология человека : Учебник для студентов медицинских вузов / В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько, С. Н. Авдеев [и др.] ; Под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 2016. – 662 с. – ISBN 5-225-04729-7. – Текст: непосредственный.
2. Основы физиологии человека : Учебник для студентов высших учебных заведений. В 2-х т. / Н. А. Агаджанян, И. Г. Власова, Н. В. Ермакова [и др.] ; Под ред. В. И. Торшина. – 5-е изд., перераб. и доп.. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2017. – 456 с. – ISBN 978-5-209-06817-4. – Текст: непосредственный.

Дополнительная

1. Зилов, В. Г. Физиология детей и подростков : учебное пособие для студентов медицинских вузов / В. Г. Зилов, В. М. Смирнов. – Москва : Мед. информ. агентство, 2008. – 572 с. – ISBN 5-89481-579-7. – Текст: непосредственный.
2. Сапин, М. Р. Анатомия и физиология детей и подростков : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по дисциплине "Возрастная анатомия, физиология и гигиена" / М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина ; М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина. – 6-е изд., стер.. – Москва : Академия, 2009. – 432 с. – ISBN 978-5-7695-5824-5. – Текст: непосредственный.
3. Савченков, Ю. И. Возрастная физиология (физиологические особенности детей и подростков) : Учебное пособие для студентов педагогических вузов / Ю. И. Савченков, О. Г. Солдатова, С. Н. Шилов. – Москва : ВЛАДОС, 2013. – 143 с. – ISBN 978-5-691-01896-1. – Текст: непосредственный.
4. Физиология : Учебник для студентов лечебного и педиатрического факультетов / Н. А. Барбараш, М. Д. Берг, Н. Р. Григорьев [и др.]. – 5-е изд., испр. и доп.. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2017. – 512 с. – ISBN 978-5-9986-0261-0. – Текст: непосредственный.
5. Цатурян, Л. Д. Физиология детского возраста / Л. Д. Цатурян, Е. В. Елисеева, Е. О. Цатурян. – Ставрополь : Ставропольский государственный медицинский университет, 2019. – Часть I. – 140 с. – ISBN 978-5-89822-628-2. – Текст: непосредственный.
6. Цатурян, Л. Д. Физиология детского организма / Л. Д. Цатурян, Е. В. Елисеева, Е. О. Цатурян. – Ставрополь : Ставропольский государственный медицинский университет, 2019. – Часть II. – 156 с. – ISBN 978-5-89822-630-5. – Текст: непосредственный.
7. Коротько, Г. Ф. Физиология пищеварения плода и детей разного возраста : Учебное пособие / Г. Ф. Коротько. – 1-е изд.. – Москва :

Издательство Юрайт, 2020. – 1 с. – ISBN 978-5-534-12897-0. – Текст: непосредственный.

8. Дробинская, А. О. Анатомия и возрастная физиология : учебник для вузов / А. О. Дробинская. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2024. – 421 с. – ISBN 978-5-534-08679-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/535588> (дата обращения: 09.07.2024).

9. Мальцев, В. П. Возрастная анатомия и физиология : учебное пособие для вузов / В. П. Мальцев, Е. В. Григорьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во Юрайт, 2024. – 210 с. – ISBN 978-5-534-17314-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/540814> (дата обращения: 09.07.2024).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Физиология плода и детей : Учебное пособие. Для студентов медицинских институтов / А. С. Батуев, В. Д. Глебовский, В. А. Жданов [и др.]. – Москва : Издательство "Медицина", 1988. – 224 с. – ISBN 5-225-00006-1. – Текст: непосредственный.
2. Физиологические особенности организма детей различного возраста : учебное пособие для студентов педиатрических факультетов медицинских институтов / Министерство здравоохранения УССР, Одесский медицинский институт им. Н. И. Пирогова ; ред. Ф. Н. Серков [и др.]. – Киев : [б. и.], 1989. – 130 с. – Текст: непосредственный.
3. Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. – Москва : НПО "Образование от А до Я", 2000. – 319 с. – ISBN 5-93246-032-6. – Текст: непосредственный.
4. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): Учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с. – ISBN 5-7695-0581-8. – Текст: непосредственный.
5. Физиология сна: Учебное пособие для ветеринарных врачей, зооинженеров, студентов факультета ветеринарной медицины, зооинженерного факультета и слушателей ФПК / В. В. Ковзов, В. К. Гусаков, А. В. Островский. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – 59 с. – Текст: непосредственный.
6. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы) : в 2 томах / Л. А. Щеплягина, Д. А. Фарбер, М. М. Безруких [и др.]. Том 1. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа "ГЭОТАР-Медиа", 2006. – 432 с. – ISBN 5-9704-0178-1. – Текст : непосредственный
7. Смирнов, В. М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков : учебное пособие для студентов педагогических вузов, обучающихся по специальностям 031500 "Тифлопедагогика", 031600 "Сурдопедагогика", 031700 "Олигофренопедагогика", 031800 "Логопедия", 031900 "Специальная психология", 032000 "Специальная дошкольная педагогика и психология" / В. М. Смирнов. – 3-е изд., испр. и доп.. – Москва : Академия, 2007. – ISBN 978-5-7695-2184-3. – Текст: непосредственный.
8. Анатомо-физиологические особенности органов пищеварения у детей. Методика исследования. Семиотика и синдромы поражения / Кн.: Пропедевтика детских болезней: учебник для педиатр. фак. мед. вузов / Сост. : С. Дж. Боконбаева и др. – Бишкек.: КРСУ, 2008. – С. 142-163. – Текст: непосредственный.
9. Профильные вопросы для студентов педиатрического факультета // StudFiles. – Красноярский государственный медицинский университет им. В. Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ, 2009. – URL: <https://studfile.net/preview/9604277> (дата обращения: 19.05.2023).

10. Анатомо-физиологические особенности органов и систем у детей: учебное пособие / А. Ф. Бабцева, К. А. Арутюнян, Т. Е. Бойченко, Е. Б. Романцова. – Благовещенск : Буквица, 2010. – 60 с. – Текст: непосредственный.
11. Сердечно-сосудистая система: анатомо-физиологические особенности, методы исследования и семиотика основных поражений: учебно-методическое пособие для студентов / сост.: Е. И. Васильева; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. – Иркутск: ИГМУ, 2012. – 28 с. – Текст: непосредственный.
12. Нервно-психическое развитие детей: учебно-методическое пособие для студентов / сост.: Е.И. Васильева; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. – Иркутск: ИГМУ, 2012. – 32 с. – Текст: непосредственный.
13. Физиологические и патофизиологические аспекты внешнего дыхания / Л. О. Гуцол [и др.] ; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра патологической физиологии с курсом клинической иммунологии, Кафедра нормальной физиологии. – Иркутск : ИГМУ, 2014. – 116 с. – Текст: непосредственный.
14. Зарифьян А. Г., Нартаева А. К. Особенности системы крови у детей : учебно-методическое пособие. – Бишкек : КРСУ, 2015. – 28 с. – Текст: непосредственный.
15. Общая физиология центральной нервной системы: учебное пособие / сост. : А. Ф. Каюмова, А. Р. Шамратова, И. Р. Габдулхакова, О. С. Киселева. – Уфа : Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2017. – 61 с. – Текст: непосредственный.
16. Обмен веществ в детском организме : учебное пособие по биологической химии для студентов педиатрического факультета / В. В. Лелевич, В. М. Шейбак, А. А. Масловская. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – 212 с. – ISBN 978-985-595-128-6.. – Текст: непосредственный.
17. Отпущенникова, Т. В. Физиологические аспекты мочеиспускания у детей раннего возраста / Т. В. Отпущенникова // Лечащий врач. – 2018. – № 9. – С. 26.
18. Щанкин, А. А. Возрастная анатомия и физиология : курс лекций / А. А. Щанкин. – Москва-Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 177 с. – ISBN 978-5-4499-0136-1. – Текст: непосредственный.
19. Сборник учебно-целевых заданий к практическим занятиям по нормальной физиологии. – Краснодар : Кубанский государственный медицинский университет, 2023. – 111 с. – Текст: непосредственный.