

# ФИЗИОЛОГИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Под редакцией Л.Д. Маркиной

Учебное пособие



Владивосток  
Медицина ДВ  
2017

ISBN 978-5-98301-089-5



9 785983 010895



Издательство «Медицина ДВ»  
690950 г. Владивосток, пр-т Острякова, 4  
Тел.: (423) 245-56-49. E-mail: medicinaDV@mail.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
Тихоокеанский государственный медицинский университет

# ФИЗИОЛОГИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

*Под редакцией Л.Д. Маркиной*

*Учебное пособие*



Владивосток  
Медицина ДВ  
2017

УДК 612-053.2(075.8)  
ББК 57.31я73  
Ф 504

*Издано по рекомендации редакционно-издательского совета  
Тихоокеанского государственного медицинского университета*

**Рецензенты:**

**Д.Ю. Кувшинов** – д. м. н., зав. кафедрой нормальной физиологии  
Кемеровской государственной медицинской академии  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
**Л.И. Герасимова-Мейгал** – д. м. н., доцент кафедры физиологии  
человека и животных, патофизиологии, гистологии  
Петрозаводского государственного университета  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Авторы:**

*Л.Д. Маркина, О.Н. Сидорова, В.В. Маркин, Н.Э. Ломоносова,  
И.А. Кузнецова, Ю.В. Стрелкова, Е.В. Рыбина, А.А. Баркар*

Ф 504     **Физиология детей и подростков : учебное пособие / под ред.**  
**Л.Д. Маркиной.** – Владивосток : Медицина ДВ, 2017. – 116 с.  
ISBN 978-5-98301-089-5

Изучение физиологии детей и подростков необходимо для формирования профессиональных компетенций будущих педиатров. Учебное пособие посвящено возрастным особенностям функционирования управляющих и служебных систем организма, сенсорных систем и высшей нервной деятельности.

Учебное пособие составлено по дисциплине «Нормальная физиология» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и предназначено для обучающихся по программам высшего образования – программам специалитета, по специальности Педиатрия.

УДК 612-053.2(075.8)  
ББК 57.31я73

ISBN 978-5-98301-089-5

© Под ред. Л.Д. Маркиной ТГМУ, 2017  
© «Медицина ДВ», 2017

## Список сокращений

АД	– артериальное давление
АСВП	– акустические стволовые вызванные потенциалы
ВНД	– высшая нервная деятельность
ВП	– вызванные потенциалы
ДСВП	– длиннолатентные слуховые вызванные потенциалы
ЖЕЛ	– жизненная емкость легких
ЗВКП	– зрительные вызванные корковые потенциалы
ЗВП	– зрительные вызванные потенциалы
КПБМ	– кора полушарий большого мозга
Лц	– лимфоциты
МОД	– минутный объем дыхания
НГ	– нейтрофильные гранулоциты
ППР	– полезный приспособительный результат
СВП	– слуховые вызванные потенциалы
СОЭ	– скорость оседания эритроцитов
СС	– сенсорная система
СТГ	– соматотропный гормон
ТТГ	– тиреотропный гормон
УОС	– ударный объем сердца
ФКГ	– фонокардиограмма
ФС	– функциональная система
ЦНС	– центральная нервная система
ЦП	– цветовой показатель
ЧД	– частота дыхания
ЧСС	– частота сердечных сокращений
ЭКГ	– электрокардиограмма
ЭМГ	– электромиограмма
ЭЭГ	– электроэнцефалограмма

# Предисловие

Возрастные особенности физиологии детского организма представляют чрезвычайно актуальный и сложный раздел медицины. Детство – это процесс качественных и количественных структурно-функциональных изменений организма, обеспечивающих постепенное формирование взрослого человека. Для детей характерно не только недостаточное развитие отдельных функциональных систем жизнеобеспечения, но и несовершенство их взаимосвязей. В разные возрастные периоды существуют определенные, иногда весьма значительные различия деятельности органов и систем.

Студенты, обучающиеся по специальности Педиатрия должны получать знания об особенностях функций развивающегося организма в значительно большем объеме, чем по другим специальностям. Это и побудило коллектив кафедры нормальной физиологии подготовить отдельное учебное пособие по физиологии детей и подростков для студентов, осваивающих специальность Педиатрия.

## Глава I

# Возрастные особенности функционирования управляющих систем организма

### 1.1. Возрастная периодизация.

#### Становление функций организма в антенатальном онтогенезе

Выделяются два основных периода онтогенеза: антенатальный и постнатальный. Антенатальный период начинается с момента оплодотворения и заканчивается рождением ребенка, постнатальный период – от рождения до естественной смерти. В постнатальном развитии детского организма выделяются следующие периоды: новорожденный (1-30 дней), грудной (30 дней-1 год), раннее детство (1-3 года), первое детство (4-7 лет), второе детство (8-12 лет у мальчиков, 8-11 лет у девочек), подростковый (13-16 лет у мальчиков, 12-15 лет у девочек), юношеский (17-21 год у юношей, 16-20 лет у девушек).

Для воспроизведения здорового потомства важен подготовительный период или *прогенез*, главными событиями которого являются: развитие половых клеток (гаметогенез), синтез половых гормонов, обеспечивающих физиологическую и психологическую готовность родителей к зачатию здорового потомства.

В **антенатальном** (внутриутробном) развитии выделяются: *начальный период* (1-я неделя), в течение которого происходит дробление зиготы с последующей имплантацией бластоциста в стенку матки; *эмбриональный* (зародышевый) период (2-8 недели), сопровождающийся гастрულიей и дифференцировкой зародышевых листков с образованием зачатков тканей, органов и систем органов; к концу эмбрионального периода зародыш приобретает основные черты, характерные для человека; *плодный период* – с 9-й недели до рождения ребенка (40-я неделя), в течение этого периода продолжается формирование физиологических (совокупность органов и тканей, связанных общей функцией) и функциональных систем организма. *Функциональные системы* – структурный элемент функционирования целостного организма – это динамичные саморегулируемые образования, все компоненты которого взаимодействуют для достижения необходимого полезного результата; главным таким результатом является поддержание гомеостаза. *Функциональные системы* создаются для обеспечения полезного результата путем одновременной согласован-

ной деятельности многих физиологических систем, включающих звено управления (нервная и эндокринные системы) и звено исполнительных (служебных) систем (внутренних и внешних). Основными показателями созревания функциональных систем и организма в целом считаются *рост и развитие*.

Рост и развитие организма включают процессы, в течение которых из оплодотворенной яйцеклетки развивается взрослый индивидум. Рост – это увеличение размеров тела и его частей. Развитие – это различные функциональные изменения, происходящие вследствие роста и совершенствования строения органов. Формирование человеческого организма заканчивается к 22-25 годам.

Рост организма, органов и систем с момента рождения до наступления зрелости протекает гетерохронно (от греческого *heteros* – другой, *chronos* – время), то есть неодновременно: периоды ускорения роста чередуются с его замедлением. Быстрее растут и развиваются те органы и системы, которые необходимы для существования организма на данном этапе развития, физиологические функции приспосабливаются к особенностям существования организма, то есть происходит индивидуальная адаптация к условиям окружающей среды. Неодновременное развитие различных функциональных систем носит название *системогенеза*.

**Биологический возраст.** Показатели роста и развития детей одного календарного (паспортного) возраста могут в значительной степени различаться, поэтому необходимо определять *биологический возраст* человека, который называют возрастом развития. Он отражает рост, развитие, созревание, старение организма и определяется совокупностью его структурных, функциональных и приспособительных особенностей. Биологический возраст определяется по морфологическим (степени развития вторичных половых признаков, срокам окостенения скелета, прорезывания молочных и коренных зубов), физиологическим и биохимическим показателям (уровни основного и других видов обмена веществ, особенностям сердечно-сосудистой, дыхательной, нейроэндокринной и других систем), уровню психического развития индивида. При определении биологического возраста показатели развития ребенка сопоставляются со стандартными показателями, характерными для данной возрастной, половой и этнической группы.

Наряду с типичными показателями уровня развития, характерными для большинства представителей определенной возрастно-половой группы, бывают отклонения, которые сводятся к двум типам: 1) акселерация и 2) ретардация развития.

Под *акселерацией* понимается ускорение физического развития. Различаются два типа акселерации: эпохальный и внутригрупповой. Эпохальная акселерация представляет собой явление, присущее всем детям и подросткам, в сравнении с предшествующими поколениями. Она была особенно заметной в 60-е-70-е годы 20-го века.

Внутригрупповая или индивидуальная акселерация рассматривается как ускоренное развитие отдельных детей и подростков в определенных возрастных группах. В разных возрастных группах число таких детей колеблется от 13% до 20%.

*Ретардация* развития возникает при задержке физического развития и формирования функциональных систем организма детей и подростков. Число ретардированных детей внутри разных возрастных групп в среднем колеблется от 13% до 20%. Ретардация развития проявляется в разных сферах: физической или психической. Первая может иметь место независимо от второй и нередко является вариантом нормального развития, например, конституциональное замедление развития, обусловленное наследственностью и проявляющееся в отставании развития, в том числе и полового созревания, на 2-3 года. В конечном итоге, такие дети проходят все стадии развития и достигают зрелости, но с опозданием. Несоответствие календарного и биологического возраста ребенка позволяет оценить темп его индивидуального развития.

В процессе **антенатального периода** формируется *система мать-плод*, включающая две подсистемы – организм матери и организм плода, связующим звеном между ними служит плацента. В обеих подсистемах различают следующие механизмы: а) рецепторные, воспринимающие информацию; б) регуляторные, осуществляющие ее переработку; в) исполнительные.

*Рецепторные механизмы организма матери* расположены в матке: в эндометрии находятся хемо-, механо- и терморецепторы, в кровеносных сосудах – барорецепторы. Они первыми воспринимают информацию о состоянии развивающегося плода, их раздражение вызывает изменения дыхания, кровообращения матери, которые направлены на обеспечение нормальных условий для развивающегося плода. *Регуляторные механизмы организма матери* включают различные отделы центральной нервной системы, где расположены центры контроля за гомеостазом, а также гипоталамо-эндокринную систему. *Рецепторные механизмы организма плода* находятся в стенках пупочных артерий и вены, в устьях печеночных вен, в коже и кишечнике плода, эти рецепторы воспринимают сигналы об изменениях организма матери



или собственного гомеостаза, что ведет к изменению кровотока и содержания питательных веществ в крови плода. *Регуляторные нейрогуморальные механизмы организма плода* формируются в процессе развития нервной и эндокринной систем. Механизмы, регулирующие газовый гомеостаз, возникают в конце II триместра эмбриогенеза. Действие нейрогуморальных регуляторных систем плода направлено на *исполнительные механизмы* – органы плода, обеспечивающие уровень газообмена, обмена веществ, терморегуляции за счет изменения интенсивности дыхания, сердечно-сосудистой деятельности, мышечной активности и т.д. Особо важную роль в системе мать–плод играет *плацента*, способная синтезировать вещества, необходимые для развития плода. Через плаценту между матерью и плодом осуществляют-ся гуморальные и нервные связи. Существуют и экстраплацентарные гуморальные связи через плодные оболочки и амниотическую жид-кость.

*Гуморальный канал связи – самый обширный и информативный.* Через него происходит поступление кислорода и углекислого газа, бел-ков, углеводов, витаминов, электролитов, гормонов, антител и др., все, что необходимо для развивающегося организма (табл. 1).

Таблица 1

Формирование функциональной системы (ФС)  
поддержания газовой константы крови в системе «мать-плод»

Пока- затель гомеоста- за (ППР)	Время форми- рования ФС	Рецепторные механизмы		Регуляторные механизмы		Исполнительные механизмы	
		матери	плода	матери	плода	матери	плода
Газовая константа $O_2/CO_2$	Конец II триме- стра эм- бриогене- за (20-24 неделя)	Хемо R эндоме- трия	Хемо R пупочных сосудов	ГПТ-ГФ, лимб. сист. КПБМ	ГПТ-ГФ	дых. сист., сердце, сосуды, эритроци- ты крови	сердце, сосуды, кровь

В процессе формирования системы мать-плод существует ряд критических периодов, наиболее важных для установления взаимо-действия между двумя системами, направленных на создание опти-мальных условий для развития плода.

**Критические и сензитивные периоды развития.** В ходе онто-генеза, особенно эмбриогенеза, отмечаются периоды более высокой чувствительности развивающегося организма, когда внешние воздей-ствия могут необратимо нарушить процесс его развития. Такие пери-оды названы *критическими* периодами развития.

Они характеризуются наибольшей скоростью прогрессирования. Ранние стадии эмбриогенеза (до 60 суток) считаются критическими для организма в целом, на более поздних стадиях такие периоды существуют и для отдельных органов. Мозг и скелет чувствительны к вредным факторам во все периоды формирования, начиная с 3-й недели после зачатия до конца беременности и после рождения ребенка.

Среди критических периодов антенатального развития выделяются: 1) период имплантации оплодотворенной яйцеклетки (конец 1-й и начало 2-й недели после оплодотворения); 2) эмбриональный (2-8 недели) и 3) фетальный (с 9-й недели) (табл. 2).

Таблица 2

Критические периоды развития человека и основные события, сопровождающие эти периоды

Название этапа и периода развития	Продолжительность периода	Основные события
прогенез		гаметогенез
Внутриутробное развитие		
А) начальный период	1-я неделя	Оплодотворение
	7-8-е сутки	Дробление
Б) зародышевый период	3-8 неделя	Имплантация
В) плодный период	9-40 неделя	Развитие осевых органов (органогенез), формирование плаценты
	15-20-я неделя	Усиленный рост головного мозга
	20-24 неделя	Формирование основных функциональных систем и дифференцировка полового аппарата
	40-я неделя	Рождение
Постнатальное развитие	1-7 день	Включение легочного дыхания, изменение кровообращения
	3-6 месяц	Усиленный рост, новый уровень развития ЦНС (начало школьного периода)
	5-7 лет	Период полового созревания (гормональная перестройка)
	12-15 лет	

Под «*сензитивным периодом*», понятием, возникшим в рамках педагогической науки, подразумевается временной отрезок, в течение которого происходило наиболее эффективное освоение воздействий и приобретение ребенком навыков.

В настоящее время эти понятия используются более широко. Термин «критический период» относят не только к антенатальному, но и к постнатальному периоду развития. В это время организм должен испытывать воздействие определенного типа извне, что считается необходимым условием дальнейшего нормального развития. Отсутствие таких специфических средовых стимулов может привести к замедлению созревания или полному отсутствию соответствующей функции.