

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

М. Р. САПИН, З. Г. БРЫКСИНА

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Рекомендовано

Учебно-методическим объединением по специальностям педагогического образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по дисциплине «Возрастная анатомия, физиология и гигиена»

6-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2009

УДК 611/612(075.8)
ББК 28.706/707.3я73
С19

Рецензенты:

доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН *Н. Н. Боголепов*;
доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент РАМН *Л. Л. Колесников*

Сапин М. Р.

С19 **Анатомия и физиология детей и подростков : учеб. пособие для студ. пед. вузов / М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина. — 6-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2009. — 432 с. ISBN 978-5-7695-5824-5**

В учебном пособии представлена анатомия человека как целостная биологическая система, раскрыты основные закономерности роста и развития организма человека. Показано соответствие физических нагрузок функциональным возможностям организма, описаны возможные функциональные нарушения у детей и подростков и их коррекция. Четвертое издание (2005 г.) было переработано и дополнено.

Для студентов высших педагогических учебных заведений.

УДК 611/612(075.8)
ББК 28.706/707.3я73

Учебное издание

**Сапин Михаил Романович,
Брыксина Зинаида Глебовна**

Анатомия и физиология детей и подростков

Учебное пособие

Редактор *Т. А. Сысоева*. Технический редактор *О. Н. Крайнова*.
Компьютерная верстка: *Н. В. Протасова*. Корректоры *В. А. Жилкина, Г. Н. Петрова*

Изд. № 106101560. Подписано в печать 12.09.2008. Формат 60 × 90/16.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 27.
Тираж 3000 экз. Заказ №

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004.
117342, Москва, ул. Бултерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (495)330-1092, 334-8337.

Отпечатано в ОАО «Тверской полиграфический комбинат».
170024, г. Тверь, пр-т Ленина, 5. Тел.: (0822) 44-42-15.

Интернет/Home page — www.tverpk.ru Электронная почта (E-mail) — sales@tverpk.ru

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Сапин М. Р., Брыксина З. Г., 2000
© Сапин М. Р., Брыксина З. Г., 2005, с изменениями
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2005
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2005

ISBN 978-5-7695-5824-5

ВВЕДЕНИЕ

Анатомия и физиология относятся к биологическим наукам и являются основными дисциплинами при теоретической и практической подготовке биологов и медицинских работников. В то же время каждый грамотный человек хотя бы в общих чертах должен знать о строении и основных функциях своего тела, организма, отдельных его органов. Такого рода знания могут оказаться весьма полезными, если в непредвиденных обстоятельствах потребуется оказать экстренную помощь пострадавшему. Поэтому уже в школьные годы наряду с биологией — наукой о всем живом изучаются анатомия и физиология человека как представителя животного мира, занимающего в нем особое место. Человек отличается от животных не только своим более совершенным строением, но и развитием мышления, наличием членораздельной речи, интеллектом, которые определяются социальными условиями жизни, общественными взаимоотношениями, общественно-историческим опытом.

Таким образом, анатомия и физиология являются частью биологии, как и человек — частью животного мира.

Анатомия человека — это наука о формах, строении и развитии человеческого организма. Она изучает внешние формы и пропорции тела человека, его частей, отдельные органы, их конструкцию, микроскопическое и ультрамикроскопическое строение. Рассматривает строение тела человека, его органов в различные периоды жизни, от внутриутробного периода и до старческого возраста, исследует особенности организма в условиях воздействия внешней среды.

Физиология изучает функции живого организма, его органов и систем, клеток и клеточных ассоциаций, процессы их жизнедеятельности, исследует функциональные взаимосвязи в теле человека в различные возрастные периоды и в условиях изменяющейся внешней среды. Необходимо отметить, что невозможно понять функции без знания строения тела человека, его анатомии. Нельзя также представить себе все особенности, закономерности строения тела без изучения его функций. Прогресс анатомии и физиологии как наук связан с развитием молекулярной биологии, генетики, физики, химии, биохимии.

Следует заметить, что функциональная анатомия изучает строение тела человека по частям, последовательно рассматривая строение отдельных органов, систем. Физиология исследует функции, в выполнении которых участвуют те или другие органы, части тела. Анализируя особенности строения тела человека и его функции, анатомия и физиология в итоге изучают целостный человеческий организм.

Анатомия и физиология человека являются основой для изучения ряда других биологических дисциплин: антропологии, гистологии (от греч. *histos* — ткань), цитологии (от греч. *kytos* — клетка), эмбриологии (от греч. *embryon* — зародыш). Все эти дисциплины в различное время сформировались в недрах анатомии, а затем отделились от нее благода-

ря появлению и усовершенствованию новых методов исследования (световой и электронной микроскопии, экспериментальной биологии и медицины).

Современные анатомия и физиология широко пользуются результатами экспериментов на животных, что позволяет понять резервные возможности органов и тканей, механизмы приспособительных процессов.

Человеческий организм, состоящий из клеток, тканей, органов, их систем и аппаратов, представляет собой целостную биологическую систему, в которой структуры и функции находятся в единстве. Для понимания строения и функций тела человека необходимо знание его происхождения как вида в антропогенезе (от греч. *anthropos* — человек, *genesis* — развитие), основных этапов эволюционного развития в животном мире в филогенезе (от греч. *phylon* — род), закономерностей индивидуального развития человека в онтогенезе (от греч. *onthos* — сущее) от зачатия до смерти.

Знание анатомии и физиологии дает возможность понять течение процессов в организме, взаимосвязи человека с внешней средой, природой и животным миром, объяснить происхождение вариантов телосложения, пороков развития, различных уродств, а также изменений, возникших в результате различных заболеваний.

Анатомия и физиология изучают практически здоровых людей, у которых строение и функции не нарушены.

В то же время существует *индивидуальная изменчивость* (варианты «нормы») в виде наиболее часто встречающихся случаев (рост, масса тела, органов, интенсивность обменных процессов и др.). Резко выраженные отклонения от «нормы» называются *аномалиями* (от греч. *anomalía* — неправильность). Аномалии, имеющие внешние проявления, искажающие внешний облик человека, называют *уродствами* (недоразвитие конечностей, черепа и др.). Различного рода уродства, их происхождение и строение изучает наука *тератология* (от греч. *teras* — урод).

Современная анатомия и физиология тщательно исследуют изменения и процессы, происходящие в организме человека в различные возрастные периоды.

Раскрывая основные закономерности развития человека в эмбриогенезе, а также детей в различные возрастные периоды, анатомия и физиология дают важный материал для педагогов, психологов, воспитателей и гигиенистов.

Эффективность воспитания и обучения находится в тесной зависимости от того, в какой мере учитываются анатомо-физиологические особенности детей и подростков. Особого внимания заслуживают периоды развития, для которых характерна наибольшая восприимчивость к воздействиям тех или иных факторов, а также периоды повышенной чувствительности и пониженной сопротивляемости организма.

Знание возрастных анатомо-физиологических особенностей необходимо при физическом воспитании, для определения эффективных методов обучения.

ГЛАВА 1

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

При изучении развития человека, его индивидуальных и возрастных особенностей в анатомии и других дисциплинах руководствуются научно обоснованными данными о возрастной перио-

Таблица 1. **Возрастные периоды жизни человека**

Период	Возраст
1. Внутриутробный: эмбриональный плодный	0—8 нед 9 нед — 9 мес
2. Новорожденный	1—10 дней
3. Грудной возраст	10 дней — 1 год
4. Раннее детство	1—3 года
5. Первое детство	4—7 лет
6. Второе детство	8—12 лет (мальчики) 8—11 лет (девочки)
7. Подростковый возраст	13—16 лет (мальчики) 12—15 лет (девочки)
8. Юношеский возраст	17—21 год (юноши) 16—20 лет (девушки)
9. Зрелый возраст: 1-й период 2-й период	22—35 лет (мужчины) 21—35 лет (женщины) 36—60 лет (мужчины) 36—55 лет (женщины)
10. Пожилой возраст	61—74 года (мужчины) 56—74 года (женщины)
11. Старческий возраст	75—90 лет (мужчины и женщины)
12. Долгожители	90 лет и старше

дизации. Схема возрастной периодизации развития человека, учитывающая анатомические, физиологические, социальные факторы, была принята на VII конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (1965). В этой схеме выделяются 12 возрастных периодов (табл. 1).

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

ПРЕНАТАЛЬНЫЙ ОНТОГЕНЕЗ

Для понимания индивидуальных особенностей строения тела человека необходимо познакомиться с развитием человеческого организма во внутриутробном периоде. Дело в том, что каждый человек имеет свои индивидуальные особенности внешнего облика и внутреннего строения, наличие которых определяется двумя факторами. Это наследственность, черты, унаследованные от родителей, а также результат влияния внешней среды, в которой человек растет, развивается, учится, работает.

Во внутриутробном периоде от зачатия до рождения в течение 280 суток (9 календарных месяцев) зародыш (эмбрион), а затем плод располагаются в теле матери (от момента оплодотворения до рождения). В течение первых 8 недель происходят основные процессы формирования органов и частей тела. Этот период был назван эмбриональным (зародышевым), а организм будущего человека — *эмбрионом* (*зародышем*). С 9-недельного возраста, когда начинают обозначаться основные внешние человеческие черты, организм называют *плодом*, а период — *плодным* (*фетальным* — от греч. *fétus* — плод).

Развитие нового организма начинается с процесса оплодотворения (слияния сперматозоида и яйцеклетки), которое происходит обычно в маточной трубе. Слившиеся половые клетки образуют качественно новый одноклеточный зародыш — *зиготу*, обладающую всеми свойствами обеих половых клеток. С этого момента начинается развитие нового (дочернего) организма.

Оптимальные условия для взаимодействия сперматозоида и яйцеклетки обычно создаются в течение 12 ч после овуляции. Объединение ядра сперматозоида с ядром яйцеклетки приводит к образованию в одноклеточном организме (зиготе) характерного для человека диплоидного (двойного) набора хромосом (46). Пол будущего ребенка определяется комбинацией хромосом в зиготе и зависит от половых хромосом отца. Если яйцеклетка оплодотворена сперматозоидом с половой хромосомой X, то в обра-

зующемся диплоидном наборе хромосом появляется две X -хромосомы, характерные для женского организма. При оплодотворении сперматозоидом с половой хромосомой Y , в зиготе образуется комбинация половых хромосом XY , характерная для мужского организма.

Первая неделя развития зародыша — это период дробления (деления) зиготы на дочерние клетки (рис. 1). Непосредственно после оплодотворения в течение первых 3—4 дней зигота делится и одновременно продвигается по маточной трубе в сторону полости матки. В результате деления зиготы образуется многоклеточный пузырек — *бластула* с полостью внутри (от греч. *blástos* — росток). Стенки этого пузырька образованы клетками двух видов: крупными и мелкими. Из наружного слоя мелких клеток формируются стенки пузырька — *трофобласт*. В дальнейшем клетки трофобласта образуют внешний слой оболочек зародыша. Более крупные темные клетки (*бластомеры*) образуют скопление — *эмбриобласт* (зародышевый узелок, зачаток зародыша), который располагается кнутри от трофобласта. Из этого скопления клеток (эмбриобласта) развиваются зародыш и прилежащие к нему внезародышевые структуры (кроме трофобласта). Между поверхностным слоем (трофобластом) и зародышевым узелком скапливается небольшое количество жидкости. К концу 1-й недели развития (6—7-й день беременности) зародыш попадает в матку и внедряется (имплантируется) в ее слизистую оболочку; имплантация продолжается около 40 ч. Поверхностные клетки зародыша, образующие пузырек, — трофобласт (от греч. *tróphē* — питание), выделяют фермент, разрыхляющий поверхностный слой слизистой оболочки матки, которая подготовлена к внедрению в нее зародыша. Формирующиеся ворсинки (выросты) трофобласта вступают в непосредственный контакт с кровеносными сосудами материнского организма. Многочисленные ворсинки трофобласта увеличивают поверхность его соприкосновения с тканями слизистой оболочки матки. Трофобласт превращается в питательную оболочку зародыша, которая получила название *ворсинчатой оболочки (хорион)*. Вначале хорион имеет ворсинки со всех сторон, затем эти ворсинки сохраняются только на стороне, обращенной к стенке матки. В этом месте из хориона и прилежащей к нему слизистой оболочки матки развивается новый орган — *плацента* (детское место). Плацента — орган, который связывает материнский организм с зародышем и обеспечивает его питание.

Вторая неделя жизни зародыша — это стадия, когда клетки эмбриобласта разделяются на два слоя (две пластинки), из которых образуется два пузырька (рис. 2). Из наружного слоя клеток зародыша образуется *эктобластический (амниотический) пузырек*. Из внутреннего слоя клеток (зачатка зародыша, эмбриобла-

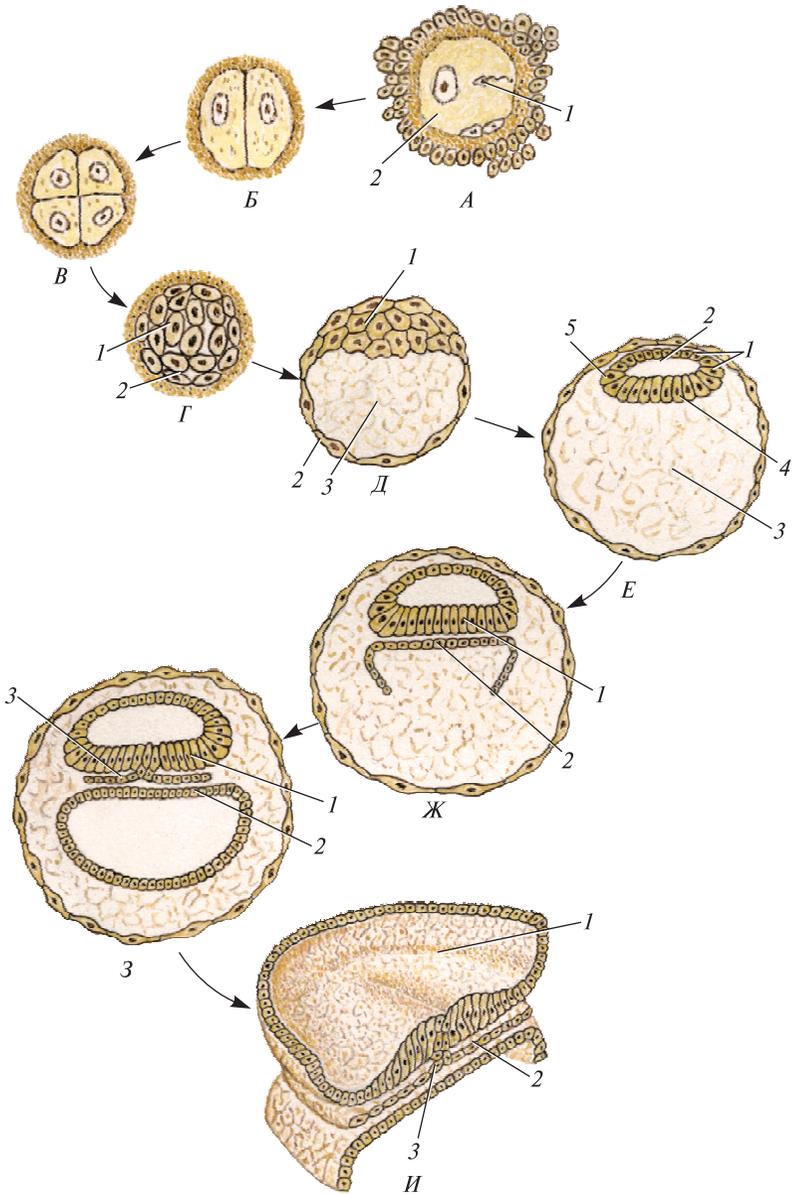


Рис. 1. Дробление зиготы и образование зародышевых листков:

A — оплодотворение: *1* — сперматозоид; *2* — яйцеклетка; *Б*; *В* — дробление зиготы; *Г* — морулабластула: *1* — эмбриобласт; *2* — трофобласт; *Д* — бластоциста: *1* — эмбриобласт; *2* — трофобласт; *3* — полость амниона; *Е* — бластоциста: *1* — эмбриобласт; *2* — полость амниона; *3* — бластоцель; *4* — эмбриональная энтодерма; *5* — амниотический эпителий; *Ж—И*: *1* — эктодерма; *2* — энтодерма; *3* — мезодерма

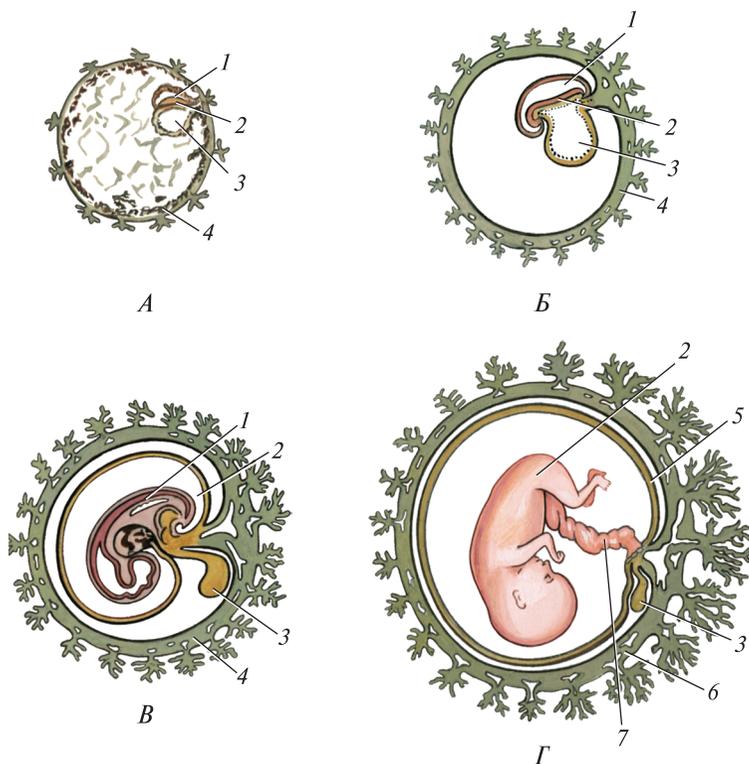


Рис. 2. Положение эмбриона и зародышевых оболочек на разных стадиях развития человека:

А — 2—3 нед; *Б* — 4 нед; *В* — 6 нед; *Г* — плод 4—5 мес; 1 — полость амниона; 2 — тело эмбриона; 3 — желточный мешок; 4 — трофобласт; 5 — амнион; 6 — хорион; 7 — пупочный канатик

ста) формируется *энтобластический (желточный) пузырек*. Закладка («тело») зародыша находится там, где амниотический пузырек соприкасается с желточным. В этот период зародыш представляет собой двухслойный щиток, состоящий из двух листков: наружного зародышевого (*эктодерма*) и внутреннего зародышевого (*энтодерма*). Эктодерма обращена в сторону амниотического пузырька, а энтодерма прилежит к желточному пузырьку. На этой стадии можно определить поверхности зародыша. Дорсальная поверхность прилежит к амниотическому пузырьку, а вентральная — к желточному. Полость трофобласта вокруг амниотического и желточного пузырьков рыхло заполнена тяжами клеток внезародышевой мезенхимы. К концу 2-й недели длина зародыша составляет всего 1,5 мм. В этот период зародышевый щиток в своей задней (каудальной) части утолщается. Здесь в дальнейшем начинают развиваться осевые органы (хорда, нервная трубка).

Третья неделя жизни зародыша является периодом образования трехслойного щитка (зародыша). Клетки наружной, эктодермальной пластинки зародышевого щитка смещаются к заднему его концу. В результате образуется клеточный валик (первичная полоска), вытянутый в направлении продольной оси зародыша. В головной (передней) части первичной полоски клетки растут и размножаются быстрее, в результате чего образуется небольшое возвышение — *первичный узелок* (узелок Гензена). Место первичного узелка указывает на краниальный (головной) конец тела зародыша.

Быстро размножаясь, клетки первичной полоски и первичного узелка прорастают в стороны между эктодермой и энтодермой, образуя средний зародышевый листок — *мезодерму*. Клетки мезодермы, расположенные между листками щитка, называются *внутризародышевой мезодермой*, а выселившиеся за его пределы — *внезародышевой мезодермой*.

Часть клеток мезодермы в пределах первичного узелка особенно активно растет вперед от головного и хвостового конца зародыша, проникает между наружным и внутренним листками и образует клеточный тяж — *спинную струну (хорду)*. В конце 3-й недели развития в передней части наружного зародышевого листка происходит активный рост клеток — образуется *нервная пластинка*. Эта пластинка вскоре прогибается, образуя продольную борозду — *нервную бороздку*. Края бороздки утолщаются, сближаются и срастаются друг с другом, замыкая нервную бороздку в нервную трубку. В дальнейшем из нервной трубки развивается вся нервная система. Эктодерма смыкается над образовавшейся нервной трубкой и теряет с ней связь.

В этот же период из задней части энтодермальной пластинки зародышевого щитка во внезародышевую мезенхиму (в так называемую амниотическую ножку) проникает пальцевидный вырост — *алантоис*, который у человека определенных функций не выполняет. По ходу алантоиса от зародыша к ворсинкам хориона прорастают кровеносные пупочные (плацентарные) сосуды. Содержащий кровеносные сосуды тяж, соединяющий зародыш с внезародышевыми оболочками (плацентой), образует *брюшной стебелек*.

Таким образом, к концу 3-й недели развития зародыш человека имеет вид трехслойной пластинки, или трехслойного щитка. В области наружного зародышевого листка видна нервная трубка, а глубже — спинная струна, т. е. появляются осевые органы зародыша человека. К концу третьей недели развития длина зародыша составляет 2—3 мм.

Четвертая неделя жизни — зародыш, имеющий вид трехслойного щитка, начинает изгибаться в поперечном и продольном направлениях. Зародышевый щиток становится выпуклым,

а его края отграничиваются от окружающего зародыш амниона глубокой бороздой — *туловищной складкой*. Тело зародыша из плоского щитка превращается в объемный, эктодерма покрывает тело зародыша со всех сторон.

Из эктодермы в дальнейшем образуются нервная система, эпидермис кожи и ее производные, эпителиальная выстилка ротовой полости, анального отдела прямой кишки, влагалища. Мезодерма дает начало внутренним органам (кроме производных энтодермы), сердечно-сосудистой системе, органам опорно-двигательного аппарата (костям, суставам, мышцам), собственно коже.

Энтодерма, оказавшаяся внутри тела зародыша человека, свертывается в трубку и образует эмбриональный зачаток будущей кишки. Узкое отверстие, сообщающее эмбриональную кишку с желточным мешком, в дальнейшем превращается в пупочное кольцо. Из энтодермы формируются эпителий и все железы пищеварительной системы и дыхательных путей.

Эмбриональная (первичная) кишка вначале замкнута спереди и сзади. В переднем и заднем концах тела зародыша появляются впячивания эктодермы — ротовая ямка (будущая ротовая полость) и анальная (заднепроходная) ямка. Между полостью первичной кишки и ротовой ямкой имеется двухслойная (эктодерма и энтодерма) передняя (рото-глоточная) пластинка (мембрана). Между кишкой и заднепроходной ямкой имеется клоакальная (заднепроходная) пластинка (мембрана), также двухслойная. Передняя (рото-глоточная) мембрана прорывается на 4-й неделе развития. На 3-м месяце прорывается задняя (заднепроходная) мембрана.

В результате изгибания тело зародыша оказывается окруженным содержимым амниона — амниотической жидкостью, которая выполняет роль защитной среды, предохраняющей зародыш от повреждений, в первую очередь механических (сотрясения). Желточный мешок отстает в росте и на 2-м месяце внутриутробного развития имеет вид небольшого мешочка, а затем полностью редуцируется (исчезает). Брюшной стебелек удлиняется, становится относительно тонким и в дальнейшем получает название *пупочного канатика*.

В течение 4-й недели развития зародыша продолжается дифференцирование его мезодермы, начавшейся на 3-й неделе. Дорсальная часть мезодермы, расположенная по бокам от хорды, образует парные утолщенные выступы — *сомиты*. Сомиты сегментируются, т.е. делятся на метамерные участки. Поэтому дорсальную часть мезодермы называют сегментированной. Сегментация сомитов происходит постепенно в направлении спереди назад. На 20-й день развития образуется 3-я пара сомитов, к 30-му дню их уже 30, а на 35-й день — 43—44 пары. Вентральная часть мезодермы на сегменты не подразделена. Она образует с каждой

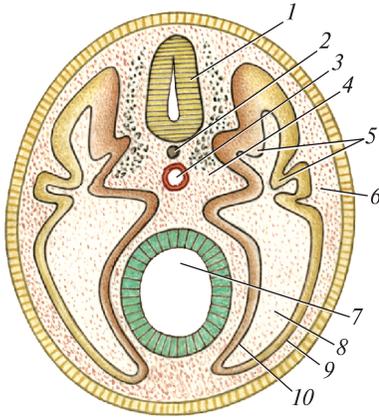


Рис. 3. Поперечный разрез через тело зародыша (схема):

1 — нервная трубка; 2 — хорда; 3 — аорта; 4 — склеротом; 5 — миотом; 6 — дерматом; 7 — первичная кишка; 8 — полость тела (целом); 9 — соматоплевра; 10 — спланхноплевра

зародыша, которая подразделяется на брюшинную, плевральную и перикардальную полости.

Мезодерма на границе между сомитами и спланхноплеврой образует *нефротомы* (сегментарные ножки), из которых развиваются каналцы первичной почки, половые железы. Из дорсальной части мезодермы — сомитов — образуется три зачатка. Передне-медиальный участок сомитов (*склеротом*) идет на построение скелетной ткани, дающей начало хрящам и костям осевого скелета — позвоночника. Латеральнее него лежит *миотом*, из которого развивается скелетная мускулатура. В заднелатеральной части сомита находится участок — *дерматом*, из ткани которого образуется соединительнотканная основа кожи — дерма.

В головном отделе на каждой стороне зародыша из эктодермы на 4-й неделе формируются зачатки внутреннего уха (вначале слуховые ямки, затем слуховые пузырьки) и будущий хрусталик глаза. В это же время перестраиваются висцеральные отделы головы, которые вокруг ротовой бухты образуют лобный и верхнечелюстные отростки. Кзади (каудальнее) этих отростков видны контуры нижнечелюстной и подъязычной (гиоидной) висцеральной дуг.

На передней поверхности туловища зародыша видны возвышения: сердечный, а за ним — печеночный бугры. Углубление между этими буграми указывает на место образования поперечной перегородки — одного из зачатков диафрагмы. Каудальнее печеночного бугра находится брюшной стебелек, содержащий крупные

стороны две пластинки (несегментированную часть мезодермы). Медиальная (висцеральная) пластинка прилежит к энтодерме (первичной кишке) и называется *спланхноплеврой*. Латеральная (наружная) пластинка прилежит к стенке тела зародыша, к эктодерме, и получила название *соматоплевры* (рис. 3). Из спланхно- и соматоплевры развиваются эпителиальный покров (мезотелий) и собственная пластинка серозной оболочки, а также подсерозная основа. Мезенхима спланхноплевры идет также на построение всех слоев пищеварительной трубки, кроме эпителия и желез, которые формируются из энтодермы. Пространство между пластинками несегментированной части мезодермы превращается в полость тела

кровеносные сосуды и соединяющий эмбрион с плацентой пупочный канатик. Длина зародыша к концу 4-й недели равна 4—5 мм.

В период с 5-й по 8-ю неделю жизни эмбриона продолжается формирование органов (органогенез) и тканей (гистогенез). Это время раннего развития сердца, легких, усложнение строения кишечной трубки, формирования висцеральных дуг, образование капсул органов чувств. Нервная трубка полностью замыкается и расширяется в головном отделе (будущий головной мозг). В возрасте около 31—32 дней (5-я неделя) длина зародыша равна 7,5 мм. На уровне нижних шейных и 1-го грудного сегментов тела появляются плавникоподобные зачатки (почки) рук. К 40-му дню образуются зачатки ног.

На 6-й неделе (теменно-копчиковая длина зародыша — 12—13 мм) заметны закладки наружного уха, с конца 6—7-й недели — закладки пальцев рук, а затем ног. К концу 7-й недели (длина зародыша — 19—20 мм) начинают формироваться веки. Благодаря этому глаза обрисовываются более четко. На 8-й неделе (длина зародыша 28—30 мм) заканчивается закладка органов зародыша. С 9-й недели, т.е. с начала 3-го месяца, зародыш (теменно-копчиковая длина 39—41 мм) принимает вид человека и называется *плодом*.

Начиная с 3 месяцев и в течение всего плодного периода происходят дальнейший рост и развитие образовавшихся органов и частей тела. В это же время начинается дифференцирование наружных половых органов. Закладываются ногти на пальцах. **С конца 5-го месяца** (длина 24,3 см) становятся заметными брови и ресницы. На **7-м месяце** (длина 37,1 см) открываются веки, начинает накапливаться жир в подкожной клетчатке. На **10-м месяце** (длина 51 см) плод рождается.

В процессе индивидуального развития имеются **критические периоды**, когда повышена чувствительность развивающегося организма к воздействию повреждающих факторов внешней и внутренней среды. Выделяют несколько критических периодов развития: 1) время развития половых клеток — овогенез и сперматогенез; 2) момент слияния половых клеток — оплодотворение; 3) имплантация зародыша (4—8-е сутки эмбриогенеза); 4) формирование зачатков осевых органов (головного и спинного мозга, позвоночного столба, первичной кишки) и формирование плаценты (3—8-я неделя развития); 5) стадия усиленного роста головного мозга (15—20-я неделя); 6) формирование функциональных систем организма и дифференцирование мочеполового аппарата (20—24-я неделя пренатального периода); 7) момент рождения ребенка и период новорожденности — переход к внеутробной жизни; метаболическая и функциональная адаптация; 8) период раннего и первого детства (2 года — 7 лет), когда заканчивается формирование взаимосвязей между органами, си-

стемами и аппаратами органов; 9) подростковый возраст (период полового созревания — у мальчиков с 13 до 16 лет, у девочек — с 12 до 15 лет). Одновременно с быстрым ростом органов половой системы активизируется эмоциональная деятельность.

Контрольные вопросы

1. Назовите периоды внутриутробного развития человека.
2. Чем определяется пол будущего ребенка?
3. Когда и из каких клеток образуются эмбриобласт и трофобласт? Что собой представляют эти структуры?
4. Какое образование называют несегментированной частью мезодермы? Что из нее образуется?
5. Какие органы развиваются из энтодермы, мезодермы, эктодермы?
6. Какие органы зародыша называют осевыми? Когда и из чего они образуются?
7. Назовите время критических периодов развития зародыша.

ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ОНТОГЕНЕЗ

Сразу после рождения наступает период, называемый *периодом новорожденности*. В это время в течение 8—10 дней происходит вскармливание ребенка молозивом. Новорожденные в начальном периоде приспособления к условиям внеутробной жизни разделяются по уровню зрелости на доношенных и недоношенных. Внутриутробное развитие доношенных детей длится 39—40 нед, недоношенных — 28—38 нед. При определении зрелости учитывают не только эти сроки, но и массу тела при рождении.

Доношенными считаются новорожденные с массой тела не менее 2500 г длиной тела не менее 45 см, а недоношенными — новорожденные, имеющие массу тела меньше 2500 г. Кроме массы и длины, учитывают и другие размеры, например обхват груди в соотношении с длиной тела и обхват головы в соотношении с обхватом груди. Считается, что обхват груди на уровне сосков должен быть больше 0,5 длины тела на 9—10 см, а обхват головы — больше обхвата груди не более чем на 1—2 см.

Следующий период — *грудной* — продолжается до года. Начало этого периода связано с переходом к питанию «зрелым» молоком. Во время грудного периода наблюдается наибольшая интенсивность роста, по сравнению со всеми остальными периодами внеутробной жизни. Длина тела увеличивается от рождения до года в 1,5 раза, а масса тела утраивается. С 6 мес начинают прорезываться молочные зубы. В грудном возрасте ярко выражена неравномерность в росте тела. В первом полугодии грудные дети

растут быстрее, чем во втором. В каждом месяце первого года жизни появляются новые показатели развития. В первый месяц ребенок начинает улыбаться в ответ на обращение к нему взрослых, в 6 мес настойчиво пытается встать на ножки (при поддержке), пытается ползать на четвереньках, в 8 — делает попытки ходить, к году ребенок обычно ходит.

Период раннего детства длится от 1 года до 4 лет. В конце второго года жизни заканчивается прорезывание зубов. После 2 лет абсолютные и относительные величины годичных приростов размеров тела быстро уменьшаются.

С 4 лет начинается **период первого детства**, который заканчивается в 7 лет. Начиная с 6 лет появляются первые постоянные зубы: первый моляр (большой коренной зуб) и медиальный резец на нижней челюсти.

Возраст от 1 года до 7 лет называют также периодом нейтрального детства, поскольку мальчики и девочки почти не отличаются друг от друга размерами и формой тела.

Период второго детства длится у мальчиков с 8 до 12 лет, у девочек — с 8 до 11 лет. В этот период выявляются половые различия в размерах и форме тела, а также начинается усиленный рост тела в длину. Темпы роста у девочек выше, чем у мальчиков, так как половое созревание у девочек начинается в среднем на два года раньше. Усиление секреции половых гормонов (особенно у девочек) обуславливает развитие вторичных половых признаков. Последовательность появления вторичных половых признаков довольно постоянна. У девочек вначале формируются молочные железы, затем появляются волосы на лобке, потом — в подмышечных впадинах. Матка и влагалище развиваются одновременно с формированием молочных желез. В гораздо меньшей степени процесс полового созревания выражен у мальчиков. Лишь к концу этого периода у них начинается ускоренный рост яичек, мошонки, а затем — полового члена.

Следующий период — **подростковый** — называется также **периодом полового созревания**, или **пубертатным периодом**. Он продолжается у мальчиков с 13 до 16 лет, у девочек — с 12 до 15 лет. В это время наблюдается дальнейшее увеличение всех размеров тела — пубертатный скачок. Наибольшие прибавки в длине тела у девочек происходят между 11 и 12 годами, по массе тела — между 12 и 13 годами. У мальчиков прибавка в длине наблюдается между 13 и 14 годами, а прибавка в массе тела — между 14 и 15 годами. Особенно велика скорость роста длины тела у мальчиков, в результате чего в 13,5—14 лет они обгоняют девочек по длине тела. В связи с повышением активности гипоталамо-гипофизарной системы формируются вторичные половые признаки. У девочек продолжается развитие молочных желез, наблюдается рост волос на лобке и в подмышечных впадинах. Наиболее четким показа-

телем полового созревания женского организма является первая менструация.

В подростковый период происходит интенсивное половое созревание мальчиков. К 13 годам у них происходит изменение (мутация) голоса и появляются волосы на лобке, а в 14 лет появляются волосы в подмышечных впадинах. В 14—15 лет у мальчиков появляются первые поллюции (непроизвольные извержения спермы).

У мальчиков, по сравнению с девочками, более продолжительен пубертатный период и сильнее выражен пубертатный скачок роста.

Юношеский возраст продолжается у юношей от 18 до 21 года, а у девушек — от 17 до 20 лет. В этот период в основном заканчиваются процесс роста и формирование организма, и все основные размерные признаки тела достигают дефинитивной (окончательной) величины.

В юношеском возрасте завершается формирование половой системы, созревание репродуктивной функции. Окончательно устанавливаются овуляторные циклы у женщины, ритмичность секреции тестостерона и выработка зрелой спермы у мужчины.

В **зрелом возрасте** форма и строение тела изменяются мало. Между 30 и 50 годами длина тела остается постоянной, а потом начинает уменьшаться. В **пожилом** и **старческом возрасте** происходят постепенные инволютивные изменения организма.

Индивидуальные различия в процессе роста и развития могут варьировать в широких пределах. Существование индивидуальных колебаний процессов роста и развития послужило основанием для введения такого понятия, как **биологический возраст**, или **возраст развития** (в отличие от паспортного возраста).

Основными критериями биологического возраста считаются:

1) «скелетная зрелость» (порядок и сроки окостенения костей скелета); 2) «зубная зрелость» (сроки прорезывания молочных и постоянных зубов); 3) степень развития вторичных половых признаков. Для каждого из этих критериев биологического возраста — «внешнего» (кожные покровы), «зубного» и «костного» — разработаны оценочные шкалы и нормативные таблицы, позволяющие определить хронологический (паспортный) возраст по морфологическим особенностям.

Факторы, влияющие на индивидуальное развитие (онтогенез), подразделяются на наследственные и средовые (влияние внешней среды).

Степень наследственного (генетического) влияния неодинакова на разных этапах роста и развития. Воздействие наследственных факторов на тотальные размеры тела усиливается от периода новорожденности ко второму детству с последующим ослаблением к 12—15 годам.

Влияние факторов внешней среды на процессы морфофункционального созревания организма отчетливо прослеживается на примере сроков менархе (менструации). Исследования процессов роста у детей и подростков в различных географических зонах показали, что климатические факторы почти не оказывают влияние на рост и развитие, если условия обитания не являются экстремальными. Адаптация к экстремальным условиям вызывает столь глубокую перестройку функционирования всего организма, что не может не сказаться на процессах роста.

Выделяют тотальные (от фр. *total* — целиком) и парциальные (от лат. *pars* — часть) размеры тела. *Тотальные (общие) размеры тела* — основные показатели физического развития человека. К ним относятся длина и масса тела, а также обхват груди. *Парциальные (частичные) размеры тела* являются слагаемыми тотального размера и характеризуют величину отдельных частей тела.

Размеры тела определяются при антропометрических обследованиях. Большинство антропометрических показателей имеет значительные индивидуальные колебания. В табл. 2 приведены некоторые усредненные антропометрические показатели в постнатальном онтогенезе.

Пропорции тела зависят от возраста и пола человека (рис. 4). Длина тела и ее возрастные изменения, как правило, индивидуальны. Так, например, различия в длине тела новорожденных при нормальной по срокам беременности лежат в пределах 49—54 см.

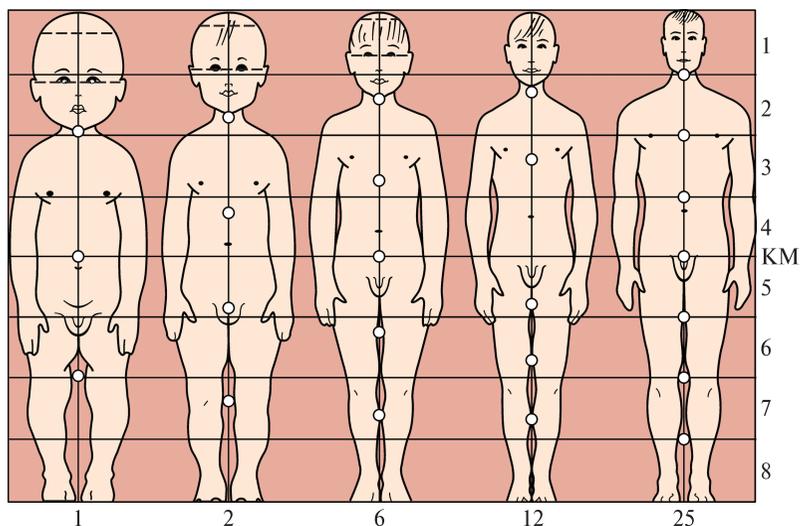


Рис. 4. Изменения пропорций отделов тела в процессе роста человека. КМ — средняя линия. Цифры справа показывают соотношения частей тела у детей и взрослых, цифры внизу — возраст

Наибольший прирост длины тела детей наблюдается на первом году жизни и составляет в среднем 23,5 см. В период от 1 до 10 лет этот показатель постепенно уменьшается в среднем на 10,5—5 см в год. С 9-летнего возраста начинают появляться половые различия в скорости роста. Масса тела с первых дней после рождения и примерно до 25 лет постепенно увеличивается, а затем остается без изменений. После 60 лет масса тела, как правило, начинает постепенно уменьшаться, главным образом в результате атрофических изменений в тканях и уменьшения содержания в них воды. Общая масса тела складывается из ряда компонентов: массы скелета, мускулатуры, жировой клетчатки, внутренних органов и кожи. У мужчин средняя масса тела 52—75 кг, у женщин — 47—70 кг.

В пожилом и старческом возрасте прослеживаются характерные изменения не только размеров и массы тела, но и его строения; эти изменения изучает специальная наука геронтология (*gérontos* — старик).

Следует особо подчеркнуть, что активный образ жизни, регулярные занятия физической культурой замедляют процессы старения.

Нельзя не отметить, что за последние 100—150 лет наблюдается заметное ускорение соматического развития и физиологического созревания детей и подростков — акселерация (от лат. *aceleratio* — ускорение). Другой термин для обозначения той же тенденции — «эпохальный сдвиг». Акселерация характеризуется сложным комплексом взаимосвязанных морфологических, физиологических и психических явлений. К настоящему времени определены морфологические показатели акселерации.

Так, длина тела детей при рождении за последние 100—150 лет увеличилась в среднем на 0,5—1 см, а масса — на 100—300 г. За это время увеличилась и масса плаценты у матери. Отмечается и более раннее выравнивание соотношений обхватов груди и головы (между 2-м и 3-м месяцем жизни). Современные годовалые дети на 5 см длиннее и на 1,5—2 кг тяжелее, чем их сверстники в XIX в.

Длина тела детей дошкольного возраста за последние 100 лет увеличилась на 10—12 см, а у школьников — на 10—15 см.

Помимо возрастания длины и массы тела, акселерация характеризуется увеличением размеров отдельных частей тела (сегментов конечностей, толщины кожно-жировых складок и т. д.). Так, увеличение обхвата груди по отношению к возрастанию длины тела было небольшим. Наступление сроков полового созревания у современных подростков происходит примерно на два года раньше. Ускорение развития коснулось и двигательных функций. Современные подростки быстрее бегают, дальше прыгают в длину с места, большее число раз подтягиваются на перекладине (турнике).

Таблица 2. Длина, масса и площадь поверхности тела в постнатальном онтогенезе

Показатель	Возрастные периоды											
	Новорожденности		8 лет		10 лет		12 лет		14 лет			
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж		
Длина тела, см	50,8	50,0	126,3	126,4	136,3	137,3	143,9	147,8	157,3	157,3	157,3	
Масса тела, кг	3,5	3,4	26,1	25,6	32,9	31,8	35,8	38,5	46,1	49,1	49,1	
Площадь поверхности тела, см ²	2 200	2 200	8 690	8 690	9 610	9 610	10 750	10 750	12 290	12 290	12 290	

Окончание табл. 2

Показатель	Возрастные периоды											
	16 лет		18 лет		18—20 лет		22 года		24 года		24—60 лет	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
Длина тела, см	169,8	160,2	172,3	161,8	173,6	162,8	174,7	162,7	174,7	162,8	174,5	162,6
Масса тела, кг	59,1	56,1	67,6	56,8	70,2	57,1	71,8	57,3	71,9	57,5	57,7	56,7
Площадь поверхности тела, см ²	14 300	14 300	15 850	15 850	16 800	16 800	17 255	17 255	17 535	17 535	18 000	16 000

Примечание. Пол: м — мужской, ж — женский. Использованы данные из книг «Человек. Морфобиологические данные» (1977) и «Морфология человека» (1990).

Таблица 3. Пропорции тела (по П. Н. Башкирову)

Тип телосложения	Размеры частей тела относительно длины тела, %				
	Длина			Ширина	
	туловища	ноги	руки	плеч	таза
Долихоморфный (астенический)	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфный (нормостенический)	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахиморфный (гиперстенический)	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

Эпохальный сдвиг (акселерация) затрагивает все этапы человеческой жизни, от рождения до смерти. Например, длина тела взрослых людей также увеличивается, но в меньшей степени, чем у детей и подростков. Так, в возрасте 20—25 лет длина тела мужчин стала больше в среднем на 8 см.

Акселерация охватывает весь организм, отражаясь на размерах тела, росте органов и костей, на созревании половых желез и скелета. У мужчин изменения в процессе акселерации выражены сильнее, чем у женщин.

Мужчину и женщину отличают половые признаки. Это первичные признаки (половые органы) и вторичные (например, развитие волос на лобке, развитие молочных желез, изменение голоса и др.), а также особенности телосложения, пропорции частей тела.

Пропорции тела человека вычисляются в процентах по данным измерения продольных и поперечных размеров между пограничными точками, установленными на различных выступах скелета.

Гармоничность пропорций тела является одним из критериев при оценке состояния здоровья человека. При диспропорции в строении тела можно думать о нарушении ростовых процессов и обусловивших его причинах (эндокринных, хромосомных и др.). На основании вычисления пропорций тела в анатомии выделяют три основных типа телосложения человека: *мезоморфный*, *брахиморфный*, *долихоморфный*.

К мезоморфному типу телосложения (нормостеники) относятся люди, анатомические особенности которых приближаются к усредненным параметрам нормы (с учетом возраста, пола и т. д.).

У людей брахиморфного типа телосложения (гиперстеники) преобладают поперечные размеры, хорошо развита мускулатура,

они не очень высокого роста. Сердце расположено поперечно благодаря высоко стоящей диафрагме.

У гиперстеников легкие более короткие и широкие, петли тонкой кишки расположены преимущественно горизонтально.

Лица у долихоморфного типа телосложения (астеники) отличаются преобладанием продольных размеров, имеют относительно более длинные конечности, слабо развитые мышцы и тонкую прослойку подкожного жира, узкие кости. Диафрагма у них расположена ниже, поэтому легкие длиннее, а сердце расположено почти вертикально. В табл. 3 приведены относительные размеры частей тела у людей разных типов телосложения.