

И. А. Кельмансон

# ПЕРИНАТОЛОГИЯ И ПЕРИНАТАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ



Санкт-Петербург  
СпецЛит

Игорь Кельмансон

**Перинатология и  
перинатальная психология**

«СпецЛит»

2015

УДК 159.9:618.2

**Кельмансон И. А.**

Перинатология и перинатальная психология / И. А. Кельмансон —  
«СпецЛит», 2015

Учебное пособие посвящено актуальным вопросам перинатологии и перинатальной психологии, знание которых требуется для подготовки клинических психологов. Издание содержит важнейшие сведения о развитии эмбриона и плода, формировании его компетенций. Рассматриваются изменения в организме женщины во время беременности и связанные с этим психологические проблемы. Обсуждается формирование материнского поведения, материнской привязанности к плоду и ребенку, концепция фетального программирования во взаимосвязи с материнским программированием. Издание предназначено для студентов, обучающихся по специальности 022700 «Клиническая психология», в том числе со специализацией «Клиническая психология младенческого и раннего возраста». Изложенные материалы могут быть использованы при изучении таких дисциплин, как «Психология соматических больных», «Клиника внутренних болезней», «Перинатальная психология и психология младенца», «Психология здоровья», а также при изучении спецкурса «Основы педиатрии». Может быть полезно акушерам, педиатрам, неонатологам, практикующим детским клиническим психологам, аспирантам, специалистам, проходящим последипломное обучение.

УДК 159.9:618.2

© Кельмансон И. А., 2015

© СпецЛит, 2015

# Содержание

Условные сокращения	6
Введение	8
Глава 1	13
Репродуктивная система женщины и мужчины	13
Развитие зародыша и плода	20
Формирование важнейших органов и систем плода	25
Рост плода	31
Конец ознакомительного фрагмента.	33

**Игорь Александрович Кельмансон**  
**Перинатология и**  
**перинатальная психология**

© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2015

\* \* \*

## Условные сокращения

- АГ – артериальная гипертензия  
АД – артериальное давление  
АКТГ – адренокортикотропный гормон  
АСП – алкогольный синдром плода  
АФП – альфа-фетопротеин  
АФС – антифосфолипидный синдром  
АЭП – алкогольные эффекты у плода  
БА – бронхиальная астма  
БЛД – бронхолегочная дисплазия  
ВААРТ – высокоактивная антиретровирусная терапия  
ВИЧ – вирус иммунодефицита человека  
ВП – вызванные потенциалы  
ВУИ – внутриутробная инфекция  
ГБН – гемолитическая болезнь новорожденных  
ГИЭ – гипоксически-ишемическая энцефалопатия  
ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота  
ДНТ – дефекты нервной трубки  
ДЦП – детский церебральный паралич  
ЗВУР – задержка внутриутробного развития  
ИМТ – индекс массы тела  
ИФА – иммуноферментный анализ  
ИФР-1 – инсулиноподобный фактор роста  
ИЦН – истмико-цервикальная недостаточность  
ЛГ – лютеинизирующий гормон  
ММТ – малая масса тела  
МРИ – массо-ростовой индекс  
НБ – невынашивание беременности  
НКБ – неконъюгированный билирубин  
НЛФ – неполноценная лютеиновая фаза  
НЭК – некротизирующий энтероколит ОРВИ – острая респираторная вирусная инфекция  
ОЦК – объем циркулирующей крови  
ПАС – постабортный синдром ПКГД – психологический компонент гестационной доминанты  
ПЛ – перивентрикулярная лейкомаляция  
ПНБ – привычное невынашивание беременности  
ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты  
Прл – пролактин  
ПЦР – полимеразная цепная реакция  
РДС – респираторный дистресс-синдром  
РНК – рибонуклеиновая кислота  
СВСМ – синдром внезапной смерти младенцев  
СДР – синдром дыхательных расстройств  
СИОЗС – селективные ингибиторы обратного захвата серотонина  
СОЭ – скорость оседания эритроцитов  
СПИД – синдром приобретенного иммунодефицита

СТГ – соматотропный гормон  
ТТГ – тиреотропный гормон  
УГХ – урогенитальный хламидиоз  
УЗИ – ультразвуковое исследование  
ФСГ – фолликулостимулирующий гормон  
ЦНС – центральная нервная система  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ЭКГ – электрокардиограмма  
CRH – кортикотропин-релизинг гормон

## Введение

*Хотя бы ум человеческий и делал различные изобретения, отвечая различными орудиями одной цели, нигде он не найдет изобретения более прекрасного, более легкого и более верного, чем в природе, ибо в ее изобретениях нет ничего недостаточного и ничего лишнего. И не пользуется она противовесами, когда делает способные к движению члены в телах животных, а помещает туда душу, образующую это тело, т. е. душу матери, которая первая образует в матке очертания человека и в нужное время пробуждает душу, долженствующую быть его обительницей; эта душа сначала бывает спящей, опекаемой душою матери, питающею и животворяющею через пуповину всеми своими духовными членами; и продолжает она так до тех пор, пока эта пуповина соединена с плацентой (secondina) и «дольками» (cotiledoni), при помощи которой дитя соединяется с матерью. И это – причина, почему одно волнение, одно страстное желание, один страх, испытываемый матерью, или иная душевная боль имеет больше влияния на дитя, чем на мать, так как часты случаи, что дитя от этого лишается жизни. <... > И одна и та же душа управляет этими обоими телами, и желания их, тревоги и страдания – общие для такого существа, как и для всех других одушевленных органов. Вот отчего случается, что предмет желания матери часто оказывается запечатленным в тех органах младенца, которые мать таит внутри себя, испытывая такое желание...  
Леонардо да Винчи «Quaderni d'anatomia»*

Термин «перинатология» (греч. *peri* – вокруг + лат. *natus* – рождение + греч. *logos* – учение, наука) стал использоваться в научной литературе с 60-х гг. XX в. На VII Конгрессе Международной федерации акушеров-гинекологов (FIGO) в 1973 г. было принято предложение о введении специального направления в медицине – перинатологии, которое было призвано изучать перинатальный период жизни человека. По современным представлениям, перинатальный (или окolorодовый) период начинается с 22 полных недель (154-го дня) внутриутробной жизни плода (в это время в норме масса тела плода составляет 500 г) и заканчивается спустя 7 полных суток после рождения. Перинатальный период включает в себя время до родов – антенатальный, во время родов – интранатальный и после родов – постнатальный периоды. Составной частью постнатального периода является период новорожденности (неонатальный период). Предложение выделить ante-, intra- и постнатальные периоды жизни человека связано с именем известного немецкого акушера Э. Залинга, который указывал на необходимость тщательного изучения перинатального периода жизни человека с привлечением различных специалистов для снижения перинатальной заболеваемости и смертности. Это диктовалось наблюдавшимся в 50—70-е годы XX в. во многих странах Европы снижением рождаемости и одновременно высокими показателями перинатальной и младенческой (после 7 дней жизни) смертности. Идею Э. Залинга поддержали многие ученые, и в 1976 г. было создано Европейское научное общество перинатологов.

Перинатальный период является чрезвычайно важным для развития человека в последующем, так как к концу беременности заканчивается внутриутробное формирование плода, в процессе родов плод подвергается воздействию многих факторов, а в течение первых 7 дней проходит адаптацию к внеутробной жизни.

Перинатология является теоретической основой перинатальной медицины, и ее задачами становятся: изучение особенностей внутриутробного развития плода, патогенеза и диагностики нарушений и заболеваний, обеспечение плода и новорожденного современной раз-

носторонней медицинской помощью до, во время родов и после рождения. Перинатология, прежде всего, тесно связана с такими клиническими специальностями, как акушерство и педиатрия. По мнению Н. Л. Гармашевой и Н. Н. Константиновой, «перинатология сопоставима с педиатрией и геронтологией в том отношении, что так же, как и эти дисциплины, она призвана изучать определенный возрастной период жизни человека, что обуславливает необходимость участия в ней различных специалистов» (Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н., 1978). Уже на начальном этапе развития перинатологии возникло тесное сотрудничество акушеров и педиатров-неонатологов, так как последним были необходимы сведения об особенностях течения беременности и родов, влиянии состояния матери на адаптацию новорожденного и на последующее развитие ребенка. Акушеры в свою очередь проводили научные изыскания по взаимосвязи материнского, плодового организмов и новорожденного. В дальнейшем к исследованиям были привлечены генетики, эмбриологи, биохимики, эндокринологи, анестезиологи-реаниматологи и др. В перинатологии возникли такие направления, как кардиология плода, фармакология, эндокринология. Научные исследования в этих направлениях позволили более адекватно оценивать патофизиологические процессы в организме плода и новорожденного, направленно проводить корригирующую терапию. В практику начали внедряться новейшие методы исследования. Фонография плода позволила более точно определять частоту сердечных сокращений, фиксировать сердечные шумы. Позднее была доказана возможность получать ЭКГ плода через переднюю брюшную стенку матери или влагалищным методом во время родов, после вскрытия плодного пузыря, когда электроды накладываются на подлежащую часть плода. Простая регистрация сердечной деятельности плода с помощью наружной электрокардиографии и фонографии в дальнейшем сменилась мониторингом частоты сердечных сокращений на основании определения продолжительности каждого сердечного цикла. Было показано, что наибольшую значимость в оценке состояния плода как во время беременности, так и во время родов имеет оценка частоты сердечных сокращений плода в определенный промежуток времени. Мониторный контроль сердечной деятельности плода позволил определять ранние отклонения от нормы, возникающие в результате осложненного течения беременности и родов. Создание и использование аппаратов, позволяющих в микродозах крови определить насыщение и напряжение кислорода, а также оценивать кислотно-основное состояние, позволило изучить патогенез ряда патологических состояний плода и новорожденного. Для выявления кислородной недостаточности плода, нарушений его развития было предложено исследование биохимического состава околоплодных вод, получаемых путем амниоцентеза – прокола передней стенки живота, матки и забора околоплодной жидкости. Был также предложен метод кордоцентеза – прокола вены пуповины с целью взятия проб крови для анализа и при необходимости введения лекарственных средств или крови. Подлинную революцию в перинатологии произвело широкое внедрение в практику ультразвукового исследования (УЗИ). Высокая информативность метода делает его незаменимым при обследовании беременных. Разработка и широкое внедрение современных методов УЗИ позволило эффективно устанавливать сам факт наличия беременности, в частности многоплодной, на самых ранних сроках; диагностировать врожденные пороки развития плода, следить за его ростом и развитием, состоянием плаценты, количеством околоплодных вод, эффективно оценивать состояние и поведение плода при различных видах акушерской патологии. Широкое использование в оценке внутриутробного состояния получило изучение биофизического профиля плода, основанного на данных УЗИ и регистрации сердечной деятельности плода. Важную роль сыграло внедрение в практику генетических методов исследования, основанных на исследовании клеток плодового происхождения. Благодаря внедрению в практику методов цитогенетики и молекулярной генетики стало возможным определение синдрома множественных пороков развития, нарушений развития мозга плода, нарушений формирования пола. Получили распространение кабинеты медико-генетического консультирования, куда обращаются супружеские пары.

В результате исследований физиологии и патофизиологии плода и новорожденного, внедрения высоких медицинских технологий появилась возможность выхаживания детей, родившихся незрелыми и недоношенными, повысилась их выживаемость. В свою очередь, были выявлены те многочисленные факторы, которые влияют на риск преждевременных родов и возникновение нарушения развития плода, а также установлены те ближайшие и отдаленные негативные последствия, которые связаны с нарушением естественного хода внутриутробного развития ребенка.

Все указанные обстоятельства явились предпосылкой к тому, что временные параметры перинатального периода были существенно расширены. Стало очевидно, что рассмотрение внутриутробного развития следует, как минимум, начинать с процессов оплодотворения, а в идеале – с тех состояний, которые предшествовали оплодотворению и зачатию. Таким образом, перинатология стала включать в себя все периоды внутриутробного развития человека. Некоторые исследователи полагают, что предметом перинатологии должен являться процесс, начинающийся с зачатия и охватывающий весь пренатальный период, сами роды и первые месяцы после рождения.

Начиная с ранних этапов развития перинатологии, акушеры и неонатологи пытались сопоставить состояние новорожденного с исходным состоянием матери, с особенностями течения беременности и родов. Возникло представление о группах риска беременных, у которых можно с повышенной вероятностью ожидать осложнений во время беременности и родов, а также развития патологических состояний у родившегося ребенка. По мере развития диагностических методов появилась возможность более полно изучить предполагаемые осложнения, связанные с беременностью, их этиологию, патогенез, а следовательно, совершенствовать профилактику и методы терапии. Накопленные данные привели к пониманию неразрывной связи организма матери и плода, что послужило основанием для научного обоснования и широкого внедрения в практическую перинатологию таких понятий, как «фетоплацентарный комплекс», «система „мать – плацента – плод“», «плацентарная недостаточность», которые так или иначе отражают направленное изучение взаимосвязи материнского и плодового организмов. Особое значение имели исследования по иммунологической взаимосвязи организмов матери и плода. Эти исследования позволили выявить те специфические «взаимоотношения», которые устанавливаются на протяжении беременности между двумя организмами, имеющими различия в генетическом материале.

Накопленные фактические данные позволили говорить о том, что мать и ребенок, начиная с самых ранних этапов, представляют собой своеобразную единую симбиотическую систему (диаду). Было показано, что не только соматическое, но и психическое здоровье беременной женщины оказывает существенное влияние на течение беременности, развитие плода, последующий риск возникновения у ребенка соматических заболеваний, стойких нарушений поведения, а в ряде случаев и психических расстройств. Было также выявлено, что плод тоже оказывает существенное влияние на психику матери. Такое понимание взаимодействия матери и плода, а в дальнейшем матери и ребенка приводит к обоснованности интегрирования в теорию и практику перинатальной медицины принципов и методов психологии. Именно на «стыке» этих дисциплин возникло новое научное направление – перинатальная психология. Объектом ее изучения является уникальная симбиотическая диада «мать – плод», трансформирующаяся в диаду «мать – новорожденный ребенок» и триаду «отец – мать – новорожденный ребенок» (Батуев А. С., 2000; Володин Н. Н. [и др.], 2009; Добряков И. В., 2010). С формированием перинатальной психологии как научной дисциплины связаны имена многих видных исследователей, таких как С. Гроф, Г. Х. Грабер, П. Федор-Фрайберг, Т. Верни, М. Оден. С 1971 г. функционирует Международное общество пренатальной и перинатальной психологии и медицины (International Society of Prenatal and Perinatal Psychology and Medicine – ISPPM).

В рамках перинатальной психологии инициировалось изучение психологии беременных и родильниц, закономерностей возникновения и функционирования психики плода и новорожденного. Результатом практического воплощения психологических исследований стали гуманизация родовспоможения, семейно ориентированные роды, совместное пребывание матери и ребенка в послеродовом периоде, поддержка и поощрение грудного вскармливания по требованию ребенка. Плод перестал восприниматься как «отросток» тела матери, началось активное изучение его эмоциональной и сенсорной деятельности (Володин Н. Н. [и др.], 2009). Еще одним прикладным аспектом перинатальной психологии явилась разработка и широкое внедрение программ раннего вмешательства – системы мер для поддержки семейных моделей взаимодействия, которые наилучшим образом содействуют детскому развитию (Guralnick M. J., 2001). Такие программы включают в себя ряд сбалансированных мероприятий с младенцами и детьми и направлены на идентификацию детей с высокой степенью риска, имеющих задержки или нарушения в развитии при рождении, или вскоре после рождения, или в начале развития ограничивающих состояний (Шипицына Л. М. [и др.], 2003).

Одним из разделов перинатальной психологии можно считать медицинскую перинатальную психологию. Данный раздел исследует особенности динамики психологического и психического развития системы «мать – дитя», закономерности самых ранних этапов в условиях патологии беременности, родов, отклонений в развитии на ранних этапах онтогенеза, а также занимается проблемой взаимоотношений медицинских работников учреждений акушерско-гинеко-логического профиля и пациенток, их родственников, оказанием психологической помощи женщинам, их мужьям и родственникам в случае непроизвольного прерывания беременности, гибели ребенка в родах, рождения ребенка с врожденной патологией (Добряков И. В., 2010). Указанные задачи непосредственно вытекают из тех, которые в целом призвана решать медицинская психология, в том числе и детская медицинская психология (Исаев Д. Н., 2004).

Итоги исследований в области перинатальной психологии получили свое отражение в ряде отечественных руководств, в числе которых следует упомянуть двухтомное руководство «Перинатальная психология и психиатрия» (Володин Н. Н. [и др.], 2009), руководство «Перинатальная психология» (Добряков И. В., 2010).

Перинатальная и медицинская перинатальная психология, как любые новые научные дисциплины, неизбежно подвержены риску определенных спекулятивных суждений. Минимизировать риск таких суждений можно в тех случаях, когда любые рекомендации из области перинатальной и медицинской перинатальной психологии будут базироваться на положениях доказательной медицины. Под доказательной медициной понимают систему научно обоснованных подходов, направленных на оптимизацию диагностических и лечебно-профилактических мероприятий в отношении конкретных пациентов, основанных на четкой постановке вопросов, использовании максимально доказательной доступной информации, ее критическом осмыслении. Практическая реализация психологами этих положений диктует настоятельную необходимость знаний в области перинатологии. Между тем с сожалением приходится констатировать, что учебная литература по перинатологии, ориентированная именно на данную читательскую аудиторию, весьма ограничена. Имеется большое число отличных учебников, пособий и руководств по клинической перинатологии, которые предназначены для подготовки будущих врачей, и данное обстоятельство определяет содержание и структуру этих книг. В частности, следует упомянуть такие отечественные руководства, написанные видными специалистами в области перинатальной медицины, как «Введение в перинатальную медицину» (Гармашева Н. Л., Константинова Н. Н., 1978), «Клиническая перинатология» (Абрамченко В. В., Шабалов Н. П., 2004), «Основы перинатологии» (Шабалов Н. П., Цвелев Ю. В., 2004). В них значительное место занимают такие аспекты, как методика физикального обследования, дифференциальная диагностика заболеваний матери, плода и новорожденного; методы лаборатор-

ного и инструментального обследования, фармакотерапия. Не вызывает сомнений, что данные проблемы должны находиться в сфере интересов квалифицированных специалистов в области перинатальной психологии, однако существенно большее внимание должно уделяться тем вопросам теории и практики перинатологии, которые непосредственно вытекают из роли клинического психолога в оказании комплексной помощи беременной женщине, матери, ребенку и семье.

Руководствуясь изложенными соображениями, автор – педиатр с опытом подготовки будущих детских врачей и клинических психологов – взял на себя смелость написания настоящего учебного пособия. При изложении материала акценты делались на тех вопросах, которые, как представляется, имеют особый интерес для специалистов, связанных с перинатальной психологией. Пособие сопровождается глоссарием, в котором приводятся некоторые часто встречающиеся медицинские термины, что должно оказать помощь читателю в случаях возможных затруднений. Лучше ориентироваться в тексте поможет и предметный указатель.

Материалы пособия могут быть использованы студентами, обучающимися по специальности 022700 – «Клиническая психология», при изучении ими таких дисциплин, предусмотренных учебным планом, как «Психология соматических больных», «Клиника внутренних болезней», «Перинатальная психология и психология младенца», «Психология здоровья», а также при изучении спецкурса «Основы педиатрии». Особый интерес книга должна представлять при прохождении специализации в области клинической психологии младенческого и раннего возраста, может быть также полезна практикующим детским клиническим психологам, неонатологам, акушерам, педиатрам.

Автор выражает глубокую признательность ректору Института специальной педагогики и психологии им. Рауля Валленберга, заслуженному деятелю науки РФ, доктору биологических наук, профессору Людмиле Михайловне Шипицыной за всестороннюю поддержку, способствовавшую написанию этой книги. Настоящее издание явилось одной из первых попыток написания руководства по перинатологии для клинических психологов, что делает неизбежным наличие определенных недостатков, несмотря на стремление автора свести их к минимуму. Автор рассчитывает на заинтересованное отношение читателей к настоящей книге, а все конструктивные критические замечания примет с пониманием и благодарностью.

# Глава 1

## Оплодотворение, развитие эмбриона и плода

### Репродуктивная система женщины и мужчины

Репродуктивная функция женщин осуществляется, прежде всего, благодаря деятельности яичников и матки, так как в яичниках созревает яйцеклетка, а в матке под влиянием гормонов, выделяемых яичниками, происходят изменения по подготовке к восприятию оплодотворенного плодного яйца. Репродуктивный период характеризуется способностью организма женщины к воспроизводству потомства; продолжительность данного периода от 16–18 до 45–50 лет. Этот период переходит в климактерический, в котором, в свою очередь, выделяют пременопаузу, менопаузу и постменопаузу.

Менструальный цикл – одно из проявлений сложных биологических процессов в организме женщины. Менструальный цикл характеризуется циклическими изменениями во всех звеньях репродуктивной системы, внешним проявлением которых является менструация. Менструации – это кровянистые выделения из половых путей женщины, периодически возникающие в результате отторжения функционального слоя эндометрия в конце двухфазного менструального цикла. Первая менструация (*menarche*) наблюдается у девочек в возрасте 10–12 лет, но в течение 1–1,5 лет после этого менструации могут быть нерегулярными, а затем устанавливается регулярный менструальный цикл. Первый день менструации условно принимается за первый день менструального цикла. Следовательно, продолжительность цикла составляет время между первыми днями двух последующих менструаций. Для 60 % женщин средняя продолжительность менструального цикла составляет 28 дней с колебаниями от 21 до 35 дней. Величина кровопотери в менструальные дни 40–60 мл, в среднем 50 мл. Продолжительность нормальной менструации от 2 до 7 дней.

Во время менструального цикла в яичниках происходит рост фолликулов и созревание яйцеклетки, которая в результате становится готовой к оплодотворению. Одновременно в яичниках вырабатываются половые гормоны, обеспечивающие изменения в слизистой оболочке матки, способной воспринять оплодотворенное яйцо.

Половые гормоны (эстрогены, прогестерон, андрогены) являются стероидами, в их образовании принимают участие клетки фолликула.

Эстрогены способствуют формированию женских половых органов, развитию вторичных половых признаков в период полового созревания. Андрогены (мужские половые гормоны) вырабатываются не только у мужчин, но в небольшом количестве и у женщин. Они оказывают влияние на появление у женщин оволосения на лобке и в подмышечных впадинах. Прогестерон контролирует секреторную фазу менструального цикла, подготавливает эндометрий к имплантации яйцеклетки. Половые гормоны играют важную роль в процессе развития беременности и родов.

Циклические изменения в яичниках включают в себя три основных процесса:

- рост фолликулов и формирование доминантного фолликула;
- овуляцию;
- образование, развитие и регресс желтого тела.

При рождении девочки в ее яичнике находится около 2 млн фолликулов, однако 99 % этих фолликулов подвергаются в течение жизни атрезии (обратному развитию на одной из стадий своего формирования). Ко времени начала месячных в яичнике содержится около 200–400 тыс. фолликулов, из которых созревают до стадии овуляции лишь 300–400.

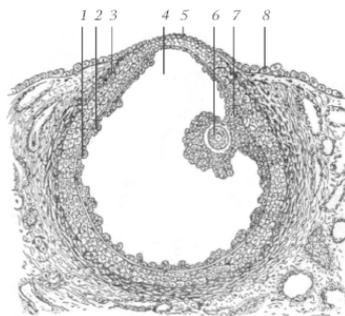
Принято выделять следующие основные этапы развития фолликула: примордиальный фолликул, преантральный фолликул, антральный фолликул, преовуляторный фолликул.

Примордиальный фолликул (фолликул первого порядка) состоит из незрелой яйцеклетки. В течение каждого менструального цикла у женщины начинают расти от 3 до 30 примордиальных фолликулов, и из них формируются преантральные, или первичные, фолликулы. Антральный, или вторичный, фолликул характеризуется дальнейшим ростом. Из множества антральных фолликулов, как правило, формируется один доминантный (третичный) фолликул (граафов пузырек) (рис. 1, 2). Обычно это определяется к 8-му дню цикла.

Овуляция – это разрыв доминантного фолликула и выход из него яйцеклетки. От периода наступления полового созревания до менопаузы у женщины в каждом менструальном цикле обычно созревает одна яйцеклетка. Зрелая яйцеклетка состоит из ядра, цитоплазмы, окружена блестящей оболочкой и клетками лучистого венца. Женская половая клетка обладает антигенными свойствами. Особенно богата различными антигенами ее блестящая оболочка (рис. 3). Овуляция сопровождается кровотечением из разрушенных капилляров, окружающих клетки фолликула. Гранулезные клетки фолликула подвергаются изменениям: увеличивается объем цитоплазмы и в клетках накапливаются липидные включения. Этот процесс именуется лютеинизацией, так как в его исходе формируется так называемое желтое тело (*corpus luteum*). Желтое тело – это транзиторная эндокринная железа, которая функционирует в течение 14 дней независимо от продолжительности менструального цикла. При отсутствии беременности желтое тело регрессирует, и из него формируется так называемое белое тело (*corpus albicans*) (рис. 4).

Возраст	Эволюция фолликулов		Митозы, мейоз	Хромосомный набор
Зародышевый период	Фолликулов нет		Оогонии (митоз)	2n
Перед или при рождении	Примордиальные фолликулы		Ооцит I порядка (мейоз)	2n
После рождения	Первичные фолликулы		Ооцит I порядка	2n
После достижения половой зрелости	Вторичные фолликулы		Остановка развития на стадии первого деления Ооцит I порядка	2n
	Третичные фолликулы		Завершение первого и начало второго деления Овуляция	1n
	Овулировавшее яйцо		Ооцит II порядка	1n
	Оплодотворенное яйцо		Завершение второго деления мейоза	1n + сперматозоид

Рис. 1. Этапы формирования яйцеклетки (по: Дуда В. И. [и др.], 2007)

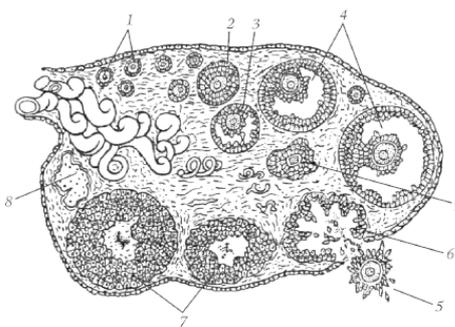


*Рис. 2.* Зрелый фолликул (графов пузырек):

1 – зернистая оболочка; 2 – внутренний слой соединительной ткани; 3 – наружный слой соединительной ткани; 4 – полость, заполненная фолликулярной жидкостью; 5 – место разрыва фолликула; 6 – яйцевая клетка; 7 – яйценосный бугорок; 8 – яичниковый эпителий (по: Дуда В. И. [и др.], 2007)

В первую фазу менструального цикла, который длится от первого дня менструации до момента овуляции, организм находится под влиянием эстрогенов, а во вторую фазу (от овуляции до начала менструации) к эстрогенам присоединяется прогестерон, выделяющийся клетками желтого тела. Первая фаза менструального цикла называется также фолликулиновой, или фолликулярной, вторая фаза цикла – лютеиновой.

Циклическая секреция гормонов в яичнике определяет изменения во внутреннем слое матки – эндометрии. В первой фазе менструального цикла эндометрий представляет собой тонкий слой. По мере увеличения секреции эстрогенов растущими фолликулами яичников эндометрий претерпевает изменения: происходит активное размножение клеток. Образуется новый поверхностный рыхлый слой с вытянутыми трубчатыми железами. В лютеиновую фазу яичникового цикла под влиянием прогестерона увеличивается извилистость желез, а просвет их постепенно расширяется. Секреция желез усиливается. В просвете желез находят обильное количество секрета. Отмечается усиление кровоснабжения.



*Рис. 3.* Момент овуляции (схематический разрез яичника):

1 — примордиальные фолликулы; 2 – растущий фолликул; 3 – графов пузырек (незрелый); 4 – графов пузырек (созревший); 5 – овулировавшая яйцеклетка; 6 – лопнувший фолликул; 7 — желтое тело; 8 – белое тело; 9 – атретическое тело (по: Дуда В. И. [и др.], 2007)

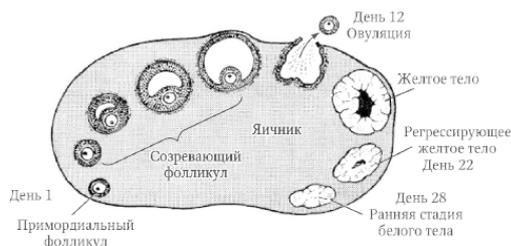


Рис. 4. Изменения в яичнике в течение менструального цикла (по: Hanretty К. Р., 2003)

Отторжение функционального слоя эндометрия представляет собой менструацию. Установлено, что начало менструации стимулируется выраженным снижением уровней прогестерона и эстрогенов вследствие регрессии желтого тела. К концу 24-го часа менструации отторгается  $\frac{2}{3}$  функционального слоя эндометрия. Однако с самого начала менструации в эндометрии начинаются процессы регенерации, идет восстановление разрушенных сосудов: артериол, вен и капилляров (рис. 5).

Циклические изменения в яичниках и матке происходят под влиянием двухфазной деятельности систем, регулирующих менструальную функцию, коры больших полушарий мозга, гипоталамуса, гипофиза. Важная роль ЦНС в регуляции функции репродуктивной системы подтверждается известными фактами нарушений овуляции при различных острых и хронических стрессах, нарушений менструального цикла при перемене климатогеографических зон, ритма работы. Известны также прекращения менструаций в условиях военного времени. У психически неуравновешенных женщин, страстно желающих иметь ребенка, менструации также могут прекратиться. В коре полушарий и во многих церебральных структурах (лимбической системе, гиппокампе, миндалевидных телах и др.) выявлены специфические рецепторы для эстрогенов, прогестерона и андрогенов.

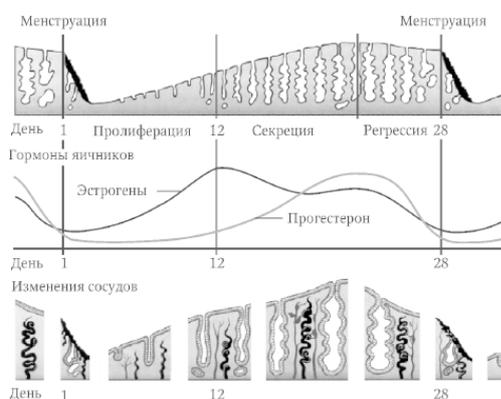


Рис. 5. Изменения в эндометрии матки в течение менструального цикла (по: Hanretty К. Р., 2003)

Важным звеном в системе репродукции является передняя доля гипофиза (аденогипофиз), в которой секретируются фолликулостимулирующий гормон (ФСГ, фоллитропин), лютеинизирующий гормон (ЛГ, лютропин) и пролактин (Прл), регулирующие функцию яичников и молочных желез. Органом-мишенью гонадотропных гормонов является яичник. В передней доле гипофиза синтезируются также тиреотропный (ТТГ) и адренотропный (АКТГ) гормоны, а также гормон роста, соматотропный гормон (СТГ).

ФСГ стимулирует рост и созревание фолликулов яичника. ЛГ совместно с ФСГ стимулирует овуляцию, способствует синтезу прогестерона в желтом теле. Проллактин стимулирует

рост молочных желез и лактацию, контролирует секрецию прогестерона желтым телом путем активации образования рецепторов к ЛГ.

Мужские половые органы (яички, семенники, тестикулы) выполняют в организме мужчины разнообразные функции. Во-первых, они выполняют функцию сперматогенеза (развития сперматозоидов), так как в них происходит созревание сперматозоидов. Кроме того, тестикулы выполняют функцию стероидогенеза, т. е. выработки мужских половых гормонов – андрогенов.

Сперматогенез начинается уже у мужских эмбрионов под влиянием гормональной активности семенников. Данный процесс связан с образованием стволовых клеток и их миграцией в семенники эмбриона, где они подвергаются митотическому делению, а затем длительное время не развиваются, сохраняясь в виде покоящихся клеток (сперматогониев), и составляют своего рода долгосрочный резерв. Сперматогенез завершается в период половой зрелости образованием зрелых сперматозоидов, обладающих способностью к оплодотворению. Анатомическое и функциональное дозревание сперматозоидов осуществляется в придатках яичка. Способность полноценно оплодотворять яйцеклетку сперматозоиды приобретают во время эякуляции, когда они в уретре смешиваются с секретами семенных пузырьков, простаты и добавочных желез, обильно продуцирующих семенную плазму. Такая смесь носит название семенной жидкости, или спермы. Семенная жидкость имеет сложный состав и содержит фруктозу, белковые вещества, протеазы, кислую фосфатазу, лимонную кислоту и биологически активные вещества – простагландины.

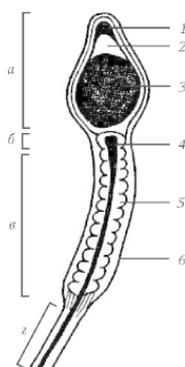


Рис. 6. Схема строения сперматозоида:

*a* — головка; *б* — шейка; *в* — срединная часть; *г* — хвост; 1 — преакросомальная шапочка; 2 — акросома, 3 — ядро; 4 — жгутик; 5 — митохондриальные фибриллы; 6 — цитоплазматическая мембрана (по: Дуда В. И. [и др.], 2007)

Зрелый сперматозоид состоит из головки, шейки, срединной части и хвоста. Почти всю головку занимает ядро, окруженное акросомой, ферменты которой обеспечивают проникновение сперматозоида через оболочку яйцеклетки. В срединной части имеется жгутик, окруженный спиралью митохондрий, обеспечивающих энергией подвижный хвост. Длина сперматозоида около 50 мкм. На своем пути к яйцеклетке сперматозоиды преодолевают до 10 см протяженности мужского и женского половых трактов, двигаясь за счет сокращений жгутика и добавочных вращений вокруг продольной оси (рис. 6).

*Процесс оплодотворения* Оплодотворением называется процесс слияния зрелых мужской (сперматозоид) и женской (яйцеклетка) половых клеток, в результате чего возникает зигота, несущая генетическую информацию как отца, так и матери. Оплодотворение – это сложный процесс, продолжающийся обычно 24 ч или дольше. Поэтому с биологической точки зрения говорить о «моменте оплодотворения» неправомерно (Jones H. W., Jr., Schrader C., 1989). Началом оплодотворения следует считать контакт сперматозоида с оболочкой яйце-



Y-хромосома необходима для формирования мужских половых желез (яичек) и двух мужских половых гормонов: тестостерона и ингибирующего фактора Мюллера. Первый гормон отвечает за «маскулинизацию», второй обеспечивает обратное развитие зачатков женских половых органов, присутствующих у всех эмбрионов, – матки и яйцеводов. В норме этот процесс начинается у эмбрионов мужского пола на сроке около 12 нед. внутриутробного развития. До этого срока все эмбрионы «по умолчанию» развиваются как эмбрионы женского пола.

Важно отметить, что половые гормоны также оказывают впоследствии влияние на формирующийся мозг плода, особенно на гипоталамус, который контролирует нейроэндокринный статус и половое поведение. Женский и мужской мозг отличаются морфологически и функционально. У мальчиков мозг оказывается несколько более асимметричным, и кора правого полушария немного толще. По-видимому, мужской половой гормон стимулирует рост коры правого полушария и тормозит левого. До активации Y-хромосомы зародыша мужского пола формирующийся мозг эквипотенциален, т. е. может развиваться как по женскому, так и по мужскому «сценарию». Полагают, что нарушение естественного процесса активации Y-хромосомы плода может лежать в основе различных вариантов последующих нарушений половой самоидентификации и полового влечения. Было обнаружено, что у мужчин-гомосексуалистов некоторые ядра гипоталамуса отличаются по размеру от соответствующих ядер в мозге гетеросексуальных мужчин (Лагеркрантц Х., 2010). Из сказанного следует, что неблагоприятные факторы, воздействующие на эмбрион и плод во время беременности матери, могут оказать существенное влияние на естественные процессы половой дифференцировки (см. гл. 3).

## Развитие зародыша и плода

После оплодотворения (через 24 ч) начинается дробление оплодотворенной яйцеклетки. Первоначально дробление имеет синхронный характер. К 96 ч от момента слияния ядра сперматозоида с ядром яйцеклетки зародыш состоит из 16–32 клеток-бластомеров (так называемая стадия морулы). На этой стадии оплодотворенное яйцо (зигота) попадает в матку. Дробящаяся яйцеклетка не обладает самостоятельной подвижностью, и ее транспорт определяется взаимодействием сократительной активности маточной трубы, движениями ресничек эпителия слизистой маточных труб и капиллярным током жидкости. Транспорт яйцеклетки по маточной трубе регулируется уровнем гормонов, прежде всего эстрогенов и прогестерона. Пройдя путь по маточной трубе в течение 4 сут, плодное яйцо на стадии морулы попадает в матку, где превращается в бластоцисту (рис. 8).

Стадия бластоцисты характеризуется тем, что бластомеры подвергаются определенным изменениям. Часть бластомеров, более крупных по своим размерам, образует так называемый эмбриобласт, из которого в дальнейшем развивается эмбрион. Другая часть клеток, более мелких и располагающихся по периферии плодного яйца, образует питательную оболочку – трофобласт (рис. 9). В дальнейшем наиболее развитая часть трофобласта превращается в плаценту.

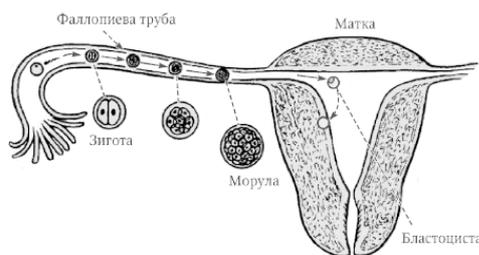


Рис. 8. Движение оплодотворенной яйцеклетки (по: Hanretty K. P., 2003)

В полости матки бластоциста приближается к месту имплантации. Локализация имплантации имеет свои закономерности и в значительной степени определяется местными особенностями эндометрия. Как правило, бластоциста имплантируется в области передней или задней стенки матки. Происходит погружение бластоцисты в эндометрий, который к этому времени превращается в так называемую децидуальную оболочку.

Процесс имплантации также тесно связан с гормональными влияниями и сопровождается не только значительными изменениями клеточных элементов желез и стромы эндометрия, но и выраженными гемодинамическими сдвигами местного характера. Вблизи места имплантации бластоцисты отмечается расширение кровеносных сосудов и образование синусоидов, представляющих собой расширенные капилляры и вены. Этим процессам принадлежит большая роль в процессах обмена между материнским организмом и зародышем.

Развитие эмбриона и плода начинается с момента оплодотворения и продолжается до конца беременности. В течение девяти месяцев внутриутробного развития плод претерпевает существенные изменения. Его масса увеличивается более чем в 40 000 раз, количество клеток достигает нескольких миллиардов, и из них впоследствии формируются высокоспециализированные органы.

Во внутриутробном развитии человека условно различают два периода: зародышевый (эмбриональный) и плодный (фетальный).



Рис. 9. Ранние этапы развития оплодотворенной яйцеклетки (по: Zerucha T., 2009)

Эмбриональный период длится от момента оплодотворения до 10–12 нед. беременности. Первые три недели этого периода характеризуются быстрым дроблением яйцеклетки, ее трансформацией в маленький эмбрион, который глубоко внедряется в слизистую оболочку матки. Происходит развитие начальной системы кровообращения. Далее образуются зачатки всех важнейших органов и систем, происходит формирование туловища, головы, конечностей. В конце этого периода эмбрион становится плодом, имеющим конфигурацию, отдаленно напоминающую ребенка.

Фетальный период начинается с третьего месяца беременности и заканчивается рождением ребенка. Он характеризуется быстрым ростом плода, дифференцированием тканей, развитием органов и систем из их зачатков, формированием и становлением новых функциональных систем, обеспечивающих жизнь плода в утробе матери и ребенка после рождения.

К концу 2-й недели беременности из бластоцисты формируется так называемый зародышевый диск, состоящий из двух слоев: нижнего, энтобласта, и верхнего, эктобласта. У комочка клеток зародыша появляется вентральная («живот») и дорсальная («спина») сторона, клетки начинают специализироваться. При этом включается ряд генов, и исчезает возможность для каждой клетки эмбриона превратиться в самостоятельного индивидуума. Так происходит важнейшее событие в жизни – гастрюляция. Появляются зародышевые листки. Формируется ось «голова – хвост», формируются осевые органы (хорда, нервная трубка, кишечная трубка). Центральную роль в гастрюляции играет так называемая нотохорда – трубка из клеток, проходящая через весь эмбрион, «от носа до хвоста». Снизу развивается кишечник, сверху – головной мозг, спинной мозг, позвоночник. Формируется первичная бороздка, которая постепенно превращается в нервную трубку – предшественницу головного и спинного мозга. Нервная трубка в дальнейшем закрывается на головном и хвостовом концах (Лагеркрантц Х., 2010). Были идентифицированы гены, принимающие участие в построении тела эмбриона, которые являются общими для беспозвоночных и позвоночных живых существ (так называемые гомеотические гены). Эти древние гены (их «возраст» составляет около 650 млн лет) располагаются на хромосоме рядом друг с другом, экспрессируются последовательно. Они закладывают план тела эмбриона, управляют развитием мозга, формированием черепно-мозговых нервов.

Зародышевый диск покрыт сверху клетками трофобласта, которые служат источником образования будущей плаценты. Эктобластический пузырек с помощью ножки связан с трофобластом, из него образуется амниотическая полость, стенкой которой является амниотическая оболочка. Энтобластический пузырек превращается в желточную полость. Клетки эктобласта и энтобласта, расположенные между амниотическим и желточным пузырьками, образуют зачаток зародыша, состоящий из трех листков: эктобласта, мезобласта и энтобласта. Это и есть основные структуры зародыша (рис. 10).

Из эктобласта в дальнейшем образуются нервная ткань и эпидермис; из мезобласта – скелет, мышцы, соединительная ткань и система кровообращения. Производными энтобласта являются пищеварительные железы, эпителий пищеварительного тракта и эпителий дыхательных путей. После завершения начальных стадий развития эмбрион окружен амниотической жидкостью и тремя оболочками: децидуальной (отпадающей), ворсинчатой и водной. Децидуальная оболочка – материнская (образуется из слизистой оболочки матки), ворсинчатая и водная – плодовые. Водная оболочка, или амнион, представляет собой замкнутый мешок, в

котором находится плод. С возрастанием сроков беременности амниотическая полость увеличивается, занимая весь плодный пузырь. Амниотическая полость заполнена околоплодными водами. Это своеобразная внешняя жидкая среда обитания развивающегося плода. Околоплодные воды (амниотическая жидкость) продуцируются амнионом. Они состоят из белков, солей (главным образом солей натрия), микроэлементов, мочевины, жира, сахара. В состав околоплодных вод также входят некоторые гормоны (фолликулин, гонадотропный гормон). В них можно выявить вещества, способствующие сокращению матки (окситоцин).

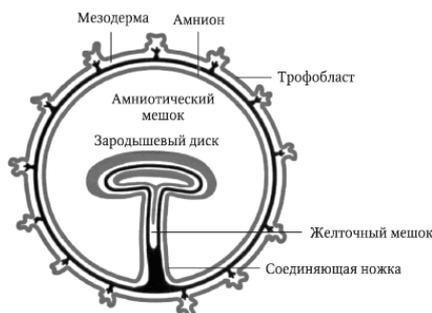


Рис. 10. Схема строения эмбриона на ранних стадиях (по: Hanretty К. Р., 2003)

Наиболее интенсивно образование околоплодных вод происходит в течение первых месяцев беременности. Количество околоплодных вод возрастает в среднем от 250 мл на 16-й неделе беременности до 800 мл к 38 нед. В дальнейшем их объем несколько уменьшается вплоть до момента родов (рис. 11). Околоплодные воды имеют большое физиологическое значение: они создают условия для свободного развития плода и его движений (недостаточное количество вод может быть причиной врожденных пороков развития плода); защищают нежный организм плода от неблагоприятных внешних воздействий; предохраняют пуповину от сдавливания между телом плода и стенкой матки; способствуют нормальному раскрытию шейки матки.

Таким образом, внутренней, ближайшей к плоду оболочкой является водная (амнион), к ней прилегает ворсинчатая оболочка (хорион), которая граничит с децидуальной (отпадающей) оболочкой полости матки (рис. 12).



Рис. 11. Динамика количества околоплодных вод на различных сроках беременности (по: Hanretty К. Р., 2003)



Рис. 12. Формирование плаценты (по: Hanretty К. Р., 2003)

Плацента (от лат. *placenta* – лепешка) – важнейший орган беременности, который обеспечивает обмен веществ между матерью и плодом, защиту его от инфекционных и других вредных факторов, от иммунной системы матери. Плацента также выполняет гормональную функцию, определяет гомеостаз во время беременности, подготовку матери к родам и последующей лактации. Благодаря плаценте совершается питание, выведение продуктов обмена веществ и дыхание плода. В ней образуются хорионический гонадотропин, прогестерон, эстрогены, соматотропный гормон. Плацента состоит из сильно разросшихся ворсин и части децидуальной оболочки, в толщу которой они погружены. По мере развития беременности количество ворсин возрастает, что способствует увеличению площади соприкосновения по пограничной поверхности между током крови плода и матери. Системы циркуляции плода и матери не смешиваются, но через разделительную мембрану к плоду поступают кислород, минеральные и органические вещества. Нарушение целостности плацентарного барьера ведет к гибели плода и прекращению беременности (рис. 13).

Слизистая оболочка матки во время беременности выполняет новые функции: снабжение зародыша питательными веществами и кислородом, иммунологическая защита плода (иммуносупрессия) и, наконец, отторжение вместе с плодом в родах.

Пуповина, или пупочный канатик, представляет собой образование, предназначенное для соединения плода с матерью, длиной 40–60 см, диаметром около 1,5 см. Главное в строении пуповины – это сосуды: две артерии и вена. По артериям течет венозная кровь от плода к матери, по вене – артериальная от матери к плоду. Окружены сосуды вартоновым студнем, т. е. мезенхимой с большим количеством основного вещества и редко расположенными эмбриональными звездчатыми соединительнотканными клетками. Вдоль сосудов располагаются нервные волокна и клетки. В норме пуповина прикрепляется к плаценте в центре, реже – по краям (рис. 14).

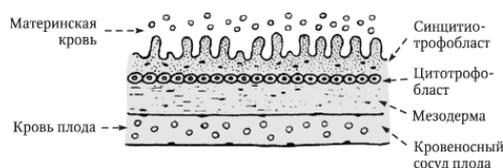


Рис. 13. Плацентарный барьер (по: Hanretty К. Р., 2003)

Все плодные образования – плацента, пуповина и оболочки (амнион, хорион, децидуальная ткань) составляют послед, который после отделения плаценты от стенок матки рождается через 10–15 мин после рождения плода (см. гл. 6).

С 3-й по 12-ю неделю беременности клетки всех трех слоев зародыша претерпевают трансформацию, которая приводит к образованию различных органов. В ходе своего развития эмбрион претерпевает выраженную динамику (рис. 15).

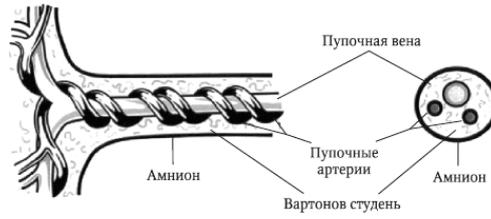


Рис. 14. Схема строения пуповины (по: Hanretty К. Р., 2003)

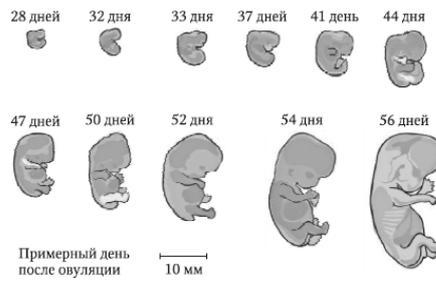


Рис. 15. Стадии развития эмбриона (по: Zerucha Т., 2009)

## Формирование важнейших органов и систем плода

Кровь и сердечно-сосудистая система развиваются из мезобласта. Их дифференцировка начинается на 18—19-й день, к 24-му дню беременности у зародыша уже определяется сокращение сформировавшейся сердечной трубки. С конца 5-й недели начинает функционировать первичная система кровообращения эмбриона. В течение 6—7-й недели внутриутробного развития происходит дальнейшая перестройка системы кровообращения плода и возникают соотношения, более или менее близкие к окончательному строению сердечно-сосудистой системы. Основным кровообращением плода является хориальное (плацентарное), представленное сосудами пуповины. Плацентарное кровообращение начинает обеспечивать газообмен плода уже с конца 3-й – начала 4-й недели внутриутробного развития. Капиллярная сеть хориальных ворсинок плаценты сливается в главный ствол – пупочную вену, проходящую в составе пупочного канатика и несущую оксигенированную и богатую питательными веществами кровь. В теле плода пупочная вена направляется к печени и перед вхождением в печень через широкий и короткий венозный (аранциев) проток отдает существенную часть крови в нижнюю полую вену, а затем соединяется со сравнительно плохо развитой воротной веной. Таким образом, печень плода получает максимально оксигенированную кровь пупочной вены уже в некотором разведении с чисто венозной кровью воротной вены. Пройдя через печень, эта кровь поступает в нижнюю полую вену по системе возвратных печеночных вен. Смешанная в нижней полую вену кровь поступает в правое предсердие.

Сюда же поступает и чисто венозная кровь из верхней полую вены, оттекающая от краниальных областей тела. Однако строение этой части сердца плода таково, что здесь полного смешения двух потоков крови не происходит. Кровь из верхней полую вены направляется преимущественно через правое венозное отверстие в правый желудочек и легочную артерию, где разделяется на два потока, один из которых (меньший) проходит через легкие, а другой (большой) через артериальный (боталлов) проток попадает в аорту и распределяется между нижними сегментами тела плода. Кровь, поступившая в правое предсердие из нижней полую вены, попадает преимущественно в широко зияющее овальное окно и затем в левое предсердие. Там она смешивается с небольшим количеством венозной крови, прошедшей через легкие, и поступает в аорту до места впадения артериального протока, обеспечивая лучшее поступление кислорода и питательных веществ в головной мозг плода, а также в венечные сосуды и всю верхнюю половину тела. Кровь нисходящей аорты, отдавшая кислород, по пупочным артериям возвращается в капиллярную сеть хориальных ворсинок плаценты. Таким образом, функционирует система кровообращения, представляющая собой замкнутый круг, обособленный от системы кровообращения матери, и действующая за счет сократительной способности сердца плода (рис. 16). Определенную помощь в осуществлении гемодинамики плода оказывают и начинающиеся с 11—12-й недели внутриутробного развития дыхательные движения. Возникающие в ходе таких движений периоды отрицательного давления в грудной полости плода способствуют поступлению крови из плаценты в правую половину сердца. Жизнеспособность плода зависит от снабжения его кислородом и выведения углекислоты через плаценту в материнский круг кровообращения. Пупочная вена доносит насыщенную кислородом кровь только до нижней полую и воротной вен. Все органы плода получают смешанную кровь. Наилучшие условия оксигенации имеются в печени, головном мозге и верхних конечностях, худшие условия – в легких и нижней половине тела.

Условия плацентарного кровообращения и газообмена обеспечивают нормальное физиологическое развитие плода на всех этапах беременности. Факторами, существенно способствующими адаптации плода к этим условиям, являются увеличение дыхательной поверхности плаценты, увеличение скорости кровотока, нарастание количества гемоглобина и эритроци-

тов крови плода, наличие особо высокой кислородсвязывающей способности гемоглобина плода, а также более низкая потребность тканей плода в кислороде. Тем не менее по мере роста плода и увеличения срока беременности условия газообмена существенно ухудшаются. Причиной этого, вероятно, является относительное отставание в росте дыхательной поверхности плаценты.

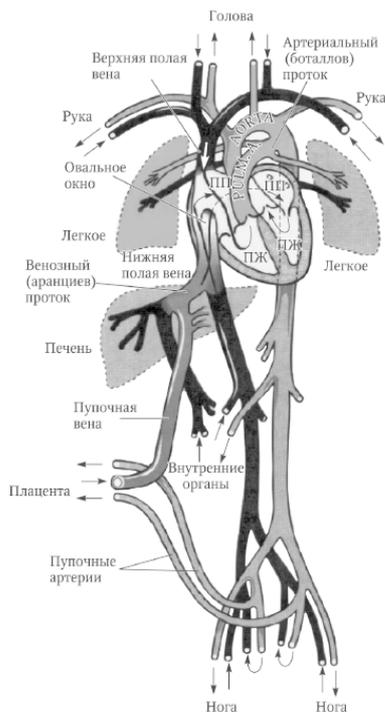


Рис. 16. Кровообращение плода (схема) (по: Hanretty К. Р., 2003):

ПП – правое предсердие, ПЖ – правый желудочек, ЛП – левое предсердие, ЛЖ – левый желудочек

Частота сердечных сокращений человеческого эмбриона сравнительно низкая (15–35 в минуту). По мере формирования плацентарного кровообращения она увеличивается до 125–130 в минуту. При нормальном течении беременности такая частота сердечных сокращений весьма устойчива, но при патологии может резко снижаться или увеличиваться. Кровообращение плода является важнейшим механизмом его жизнеобеспечения, и поэтому контроль деятельности сердца плода имеет самое непосредственное практическое значение при наблюдении за течением беременности.

Закладка и развитие зачатков щитовидной и паращитовидных желез происходит на 3–4-й неделе беременности. Надпочечники начинают формироваться на 5–7-й неделе внутриутробного развития.

Закладка органов пищеварения происходит на ранней стадии эмбрионального развития. Уже к 7–8 дню из энтодермы начинается формирование первичной кишки в виде трубки, а на 12-й день первичная кишка разделяется на две части: внутризародышевую (будущий пищеварительный тракт) и внезародышевую – желточный мешок. С 4-й недели эмбриогенеза начинается образование различных отделов пищеварительного тракта: из передней кишки развивается глотка, пищевод, желудок и часть двенадцатиперстной кишки с зачатками поджелудочной железы и печени; из средней кишки формируется часть двенадцатиперстной кишки, тощей и подвздошной кишок; из задней развиваются все отделы толстой кишки. В эмбриональном периоде основным видом питания является гистотрофное (зародыш питается секретом слизистой оболочки матки, а затем материалом желточного мешка). После образования плаценты

(со 2—3-го месяца внутриутробного развития) отмечается гемотрофное питание плода (за счет трансплацентарного транспорта питательных веществ от матери плоду). Основой на этой стадии является внутриклеточное пищеварение. На фоне гемотрофного питания начиная с 16—20-й недели проявляется деятельность собственно органов пищеварения плода, что выражается в амниотрофном питании. Плод начинает заглатывать околоплодные воды и через кишечник получать питательные вещества: белок, глюкозу, воду, минеральные соли и др.

Органы дыхания развиваются из энто- и мезобласта с 3-й недели до 6 мес. беременности. К концу 3-й – началу 4-й недели эмбрионального развития появляется выпячивание стенки передней кишки, из которого формируются гортань, трахея, бронхи и легкие. Это выпячивание быстро растет, на каудальном («хвостовом») конце появляется колбовидное расширение, которое на 4-й неделе делится на правую и левую части (будущие правое и левое легкие). Каждая часть в дальнейшем делится на меньшие ветви (будущие доли легких). На 6-й неделе формируются долевые бронхи, на 8—10-й неделе – сегментарные бронхи. С 16-й недели начинают формироваться респираторные бронхиолы. К 16-й неделе формируется в основном бронхиальное дерево. Это так называемая железистая стадия развития легких. С 16-й недели начинается образование просвета в бронхах, а с 24-й недели – формирование будущих ацинусов легких (альвеолярная стадия). Формирование хрящевого каркаса трахеи и бронхов начинается с 10-й недели. С 13-й недели начинают образовываться железы в бронхах. К рождению ребенка дыхательные пути (гортань, трахея, бронхи и ацинусы) заполнены жидкостью, которая представляет собой продукт секреции клеток дыхательных путей. Она содержит незначительное количество белка и обладает низкой вязкостью, что облегчает ее быстрое всасывание сразу же после рождения с момента установления дыхания. Дыхательные движения у плода возникают на 13-й неделе внутриутробного периода. Однако они происходят при закрытой голосовой щели. В конце внутриутробного развития в легких ребенка начинает синтезироваться специфическое вещество: сурфактант. Недостаток системы сурфактанта лежит в основе тяжелой патологии: респираторного дистресс-синдрома, который чаще наблюдается у недоношенных детей и проявляется тяжелой дыхательной недостаточностью. Врожденные пороки трахеи и легких, такие как стеноз трахеи и агенезия легкого, являются результатом нарушения развития на очень ранних стадиях эмбриогенеза. Врожденные легочные кисты также являются следствием порока развития бронхов и накопления секрета в альвеолах. Часть передней кишки, из которой формируются легкие, в дальнейшем превращается в пищевод. При нарушении правильного процесса эмбриогенеза остается сообщение между первичной кишечной трубкой (пищеводом) и желобоватым выпячиванием (трахеей) – пищеводно-трахеальные свищи.

Почки формируются из мезобласта. Эмбриональное развитие почек проходит 3 стадии: пронефрос (предпочка), мезонефрос (первичная почка) и метанефрос (постоянная почка). В конце 3-й недели эмбриональной жизни происходит образование пронефроса, который располагается за брюшиной, в головном конце эмбриона. На 4-й неделе начинается 2-я стадия – формирование мезонефроса. Образуются каналы и выводной проток, который открывается в клоаку.

У эмбриона длиной 5–6 мм начинается 3-я стадия развития почки – метанефрос (или постоянная почка), окончательное формирование которой завершается лишь после рождения ребенка. Мочеобразование наблюдается у плода с 9-й недели, однако во внутриутробном периоде основным выделительным органом эмбриона и плода является плацента, через которую происходит выделение продуктов обмена.

Семенники и яичники происходят из первичных половых клеток (гаметобластов), выявляемых на 21-й день эмбриогенеза, а также из питательных поддерживающих клеток. Фолликулы яичников у зародышей женского пола и семенные каналы у мужских эмбрионов образуются из половых канатиков. К концу 3-го месяца внутриутробной жизни происходит

дифференцировка наружных половых органов, на пальцах конечностей определяются зачатки ногтей.

Головной и спинной мозг, а также периферические нервы происходят из эктобласта. Закладка нервной системы происходит на 1-й неделе внутриутробного развития в виде медуллярной пластинки, из которой в дальнейшем формируется медуллярная (нервная) трубка (рис. 17). Передний конец нервной трубки на 2-й неделе внутриутробного развития утолщается. В результате роста передней части нервной трубки на 5—6-й неделе образуются мозговые пузыри: передний (*prosencephalon*), средний (*mesencephalon*) и задний (*rhombencephalon*). В дальнейшем из указанных образований формируются известные 5 частей головного мозга:

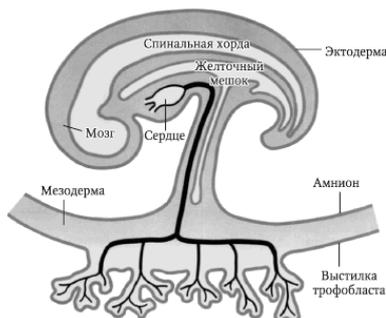


Рис. 17. Эмбрион на этапе формирования сердечной трубки и нервной ткани (по: Hanretty К. Р., 2003)

- два полушария, связанные между собой мозолистым телом (*telencephalon*);
- промежуточный мозг (*diencephalon*);
- средний мозг (*mesencephalon*);
- мостомозжечок (*metencephalon*);
- продолговатый мозг (*myelencephalon*), непосредственно переходящий в спинной мозг (рис. 18).

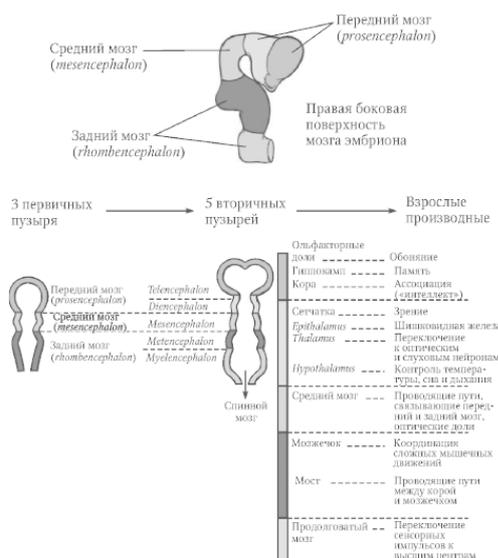


Рис. 18. Развитие головного мозга (по: Zerucha T., 2009)

Нервная пластинка и трубка на ранних стадиях развития состоят из клеток одного типа. Первоначально нервные клетки формируются в рыхлой ткани на внутренней стороне нервной трубки. Каждая такая клетка (так называемая стволовая клетка) проходит небольшое расстоя-

ние вверх и делится. Одна такая дочерняя клетка превращается в нейрон и выходит вверх к коре мозга, а вторая возвращается обратно и сохраняет функцию стволовой клетки до следующего цикла деления. Насчитываются 20 таких циклов. Число нервных клеток логарифмически увеличивается, примерно со скоростью трех генераций в день, и даже небольшие изменения скорости деления клеток в эти ранние стадии могут заметно повлиять на размеры и клеточный состав ЦНС (Sidman R. L., Rakic P., 1973). Каждая генерация клеток в дальнейшем предназначена для конкретного слоя коры больших полушарий. В результате образуется приблизительно 100 млрд нервных клеток – такое число нейронов имеется в мозге ребенка при рождении. К 8-й неделе эмбрионального развития стенка больших полушарий состоит из внутреннего слоя матрикса, межучного слоя, корковой закладки и краевого слоя, лишенного клеточных элементов. На 5-м месяце выявляются особенности строения клеток различных полей коры, и к концу 6-го месяца кора имеет шестислойное строение. На 4-м месяце внутриутробного развития появляются особенности наружной конфигурации больших полушарий мозга.

Наибольшая интенсивность деления нервных клеток головного мозга приходится на период от 10-й до 18-й недели внутриутробного развития, что можно считать критическим периодом формирования центральной нервной системы. Различные отделы головного мозга имеют собственные закономерности сроков и темпа развития. Внутренний слой мозговых пузырей растет значительно медленнее, чем корковый, что приводит к образованию складок и борозд. Рост и дифференцировка ядер гипоталамуса, а также мозжечка наиболее интенсивно протекают на 4—5-м месяце внутриутробного периода. Развитие коры головного мозга особенно интенсивно в последние месяцы внутриутробного развития, однако уже на 6-м месяце внутриутробного развития начинает отчетливо выявляться функциональное преобладание высших отделов нервной системы.

Отдельные синапсы возникают у эмбриона уже на 6—8-й неделе беременности, как только появляются первые нервные клетки. Образование синапсов ускоряется на 12—17-й неделе, запускается в полной мере с 20-й недели и лавинообразно возрастает после рождения до 5—7-летнего возраста, сначала в зонах восприятия сигналов от органов чувств, а потом – в передней части коры мозга. Активное образование синапсов продолжается до подросткового возраста, позже оно существенно уменьшается, хотя этот процесс продолжается в течение всей жизни человека.

Разделение на серое и белое вещество в ЦНС является следствием дальнейшего развития миелиновых оболочек. Миелиновые оболочки нейронов необходимы для ускорения процесса проведения нервных импульсов. Развитие мозга индивида идет по пути увеличения степени миелинизации.

Одними из первых у плода миелинизируются пирамидные клетки коры, проводящие импульсы к мышцам конечностей. Это происходит на 23-й неделе беременности. Обонятельные и немного позже зрительные нервы миелинизируются примерно за 10 нед. до рождения.

Нейроны составляют не самую большую часть клеток мозга. Гораздо более широко представлена нейроглия, количество клеток которой в 3–5 раз превышает количество нейронов. Термин «глия» означает «мастика, клей». Глия создает каркас для нейронов, скрепляет их между собой. Кроме того, глия обеспечивает питание нервных клеток, в ней содержится гликоген, из которого образуется молочная кислота, используемая для питания нервными клетками при недостатке глюкозы. Глия также может поглощать глутамат и другие аминокислоты, которые в высоких концентрациях могут быть токсичны для нейронов. В процессе развития эмбриона клетки глиии появляются несколько позже нейронов, но продолжают активно образовываться и после рождения ребенка, до двухлетнего возраста.

Развитие мозжечка начинается примерно на 32-й день. На 2–3 месяце происходит закладка его ядер, а через месяц – закладка корковой пластинки, приобретающей к 8 месяцу типичное строение. Параллельно с развитием мозговой ткани идет образование мозговых обо-

лочек. Изменения наружной конфигурации развивающегося мозга сопровождаются изменениями желудочковой системы.

Масса головного мозга к концу внутриутробного периода составляет 11–12 % от общей массы тела ребенка, в то время как у взрослого она составляет 2,5 %. Масса мозжечка к моменту рождения ребенка составляет 5,8 % от массы головного мозга, а к концу 1-го года жизни она достигает 10,1 %. Только к 12 годам наружная топография и размеры мозга соответствуют мозгу взрослого человека (Sidman R., Rakic P., 1973).

Важной закономерностью развития мозга является и запрограммированная смерть части клеток и структурных элементов мозга – апоптоз. По данным ряда исследователей, у плода человека с 28 нед. до конца беременности исчезают около половины клеток мозга. Полагают, что процессу апоптоза подвергаются «ненужные» структуры, в частности избыточные дендриты и синапсы. Нарушения естественного течения процесса апоптоза (например, у детей, родившихся недоношенными) могут приводить к существенным отклонениям в структуре и функции мозга.

## Рост плода

В ходе внутриутробного развития происходит интенсивное нарастание длины и массы тела плода за счет клеточного размножения. За 40 нед. внутриутробного развития происходит 44 последовательных клеточных деления, что обеспечивает увеличение массы в  $6 \times 10^{12}$  раз. То же относится и к длине плода, причем скорость нарастания тем выше, чем меньше срок внутриутробного развития. Главными факторами, регулирующими и определяющими рост плода, являются маточный кровоток и плацентарная перфузия. К концу внутриутробного развития скорость роста замедляется. Увеличение срока беременности (переносная беременность) не влияет на длину тела и только незначительно сказывается на массе тела. Это связано с возникновением в конце беременности явлений «объемного торможения», т. е. тормозящего влияния ограниченного объема и упругости матки на развитие плода. Такое торможение является механизмом, посредством которого осуществляется формирование примерного анатомического соответствия размеров плода и родовых путей матери. При повторных беременностях или после абортот этот механизм может быть нарушен вследствие уменьшения упругости матки.

Для ориентировочного суждения о длине тела в зависимости от срока внутриутробного развития можно пользоваться следующими формулами.

*Формула Гаазе:* длина тела плода до 5 мес. внутриутробного развития равна квадрату месяца беременности; после 5 мес. длина плода равна числу месяцев, умноженному на 5; длина тела плода при сроке беременности от 25 до 42 нед. равна сроку беременности в неделях + 10 см.

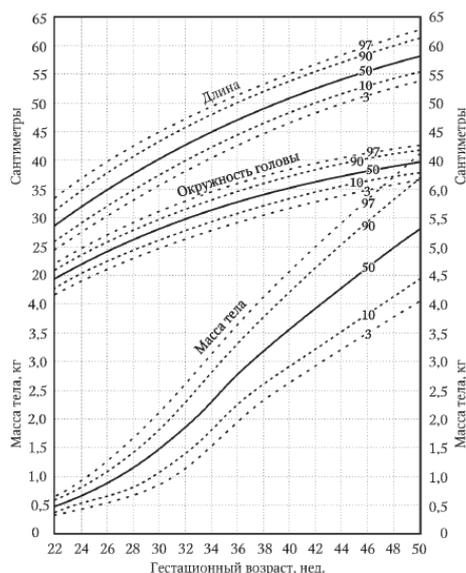
Для определения массы тела плода в сроки 25—42-й недели пользуются следующей формулой: масса тела плода 30 нед. равна 1300 г, на каждую последующую неделю нужно прибавить 200 г, а на каждую недостающую отнять 100 г.

При оценке соответствия массы тела плода длине его тела можно исходить из следующего расчета: плод длиной 40 см имеет массу 1300 г; на каждый дополнительный сантиметр длины тела следует прибавить 200 г, а на каждый недостающий сантиметр вычесть 100 г.

Окружность груди плода при сроках гестации от 25 до 42 нед. равна сроку гестации (в неделях) – 7 см. Окружность головы при сроке гестации 34 нед. приблизительно равна 32 см. На каждую недостающую неделю нужно вычесть 1 см, на каждую последующую – прибавить 0,5 см.

Центильные величины массы, длины тела и окружности головы плода в зависимости от срока гестации представлены на рис. 19.

К концу 4-го месяца внутриутробного развития пол плода можно определить по фенотипическим признакам. Кожа его красноватая, тонкая, покрыта пушком (лануго, *lanugo*). Длина плода 15–17 см, масса 115–125 г. На 5-м месяце кожа плода уже темно-красного цвета, содержит сальные железы, выделяющие секрет, который, перемешиваясь с эпидермисом кожи, покрывает поверхность тела в виде сыровидной смазки (*vernix caseosa*). Мать ощущает движения его конечностей. Длина плода 24–26 см (одну треть составляет голова), масса 280–350 г. К концу 6-го месяца у плода отмечается отложение подкожной жировой клетчатки, хотя кожа остается морщинистой. По развитию органов и систем плод считается жизнеспособным начиная с 22 нед., даже если он рождается на этом сроке и находится вне утробы матери. Длина плода к этому времени составляет 30–32 см, масса 600–700 г.



*Рис. 19.* Центильные величины массы тела, длины тела и окружности головы плода в зависимости от сроков гестации (по: Fenton T., 2003)

К концу 7-го месяца плод подобен доношенному ребенку, но имеет ряд особенностей: «старческий» вид, плотно прилегающие к черепу мягкие ушные раковины; ногти плода еще не достигают кончиков пальцев; у мальчиков яички еще не опущены в мошонку, а у девочек недоразвиты большие половые губы. Длина плода 35–37 см, масса 1000–1200 г. К концу 8-го месяца кожа плода более гладкая, но еще покрыта пушком. Длина его в среднем 40 см, масса 1500–1700 г. К концу 9-го месяца формы тела плода округляются за счет обильного отложения подкожного жира, кожа становится гладкой и розовой, морщинистость исчезает, пушок редет. При рождении такой ребенок уже громко кричит (а не пищит), открывает глаза, имеет хорошо выраженный сосательный рефлекс. Масса плода 2400–2600 г и более, длина 44–46 см. К концу 10-го месяца внутриутробной жизни плод достигает своего полного развития (рис. 20).

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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