

ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Женские половые органы, как и мужские, подразделяют на внутренние (яичники, маточные трубы, матка и влагалище), расположенные в полости малого таза, и наружные (женская половая область и клитор), видимые снаружи.

Внутренние женские половые органы (рис. 115). **Яичник** выполняет две функции: образование яйцеклеток и выработка женских половых гормонов, которые выделяются в кровь. Яичник расположен непосредственно ниже входа в малый таз. Яичник покрыт соединительнотканной оболочкой, под ней располагается корковое вещество, в котором находятся многочисленные фолликулы — первичные, растущие, атретические, а также желтые тела и рубцы. В мозговом веществе яичника проходят сосуды и нервы. *Яйцеклетка* человека (и других млекопитающих) относится к маложелтковым.

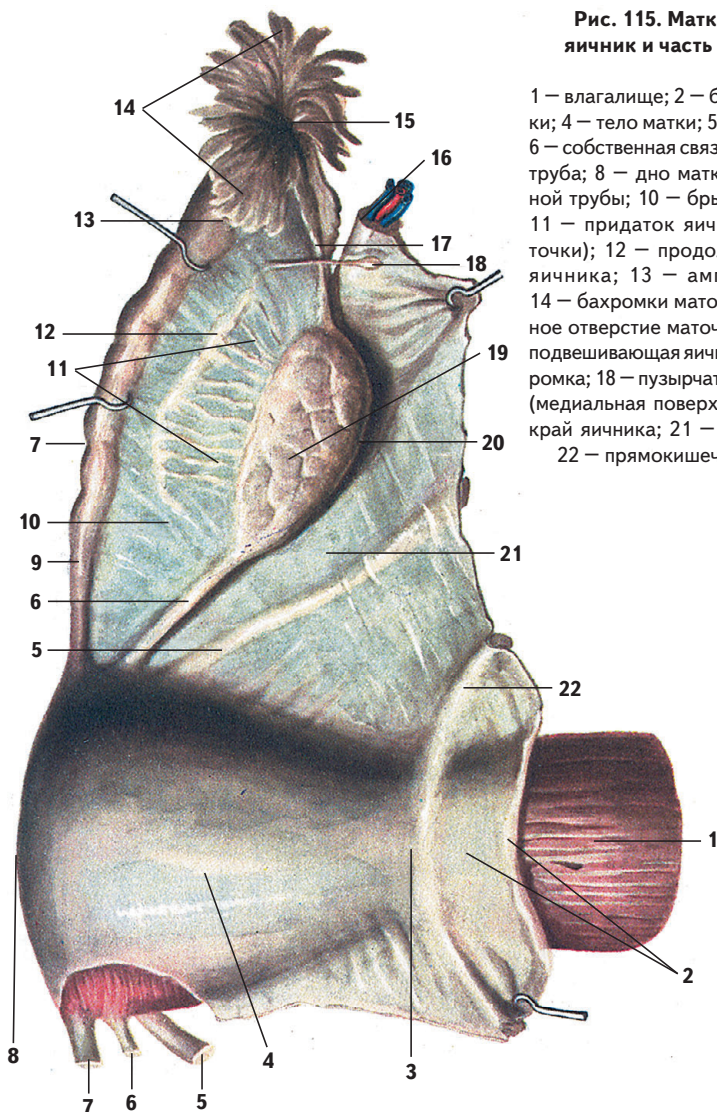


Рис. 115. Матка, маточная труба, яичник и часть влагалища (сзади):

- 1 — влагалище; 2 — брюшина; 3 — шейка матки; 4 — тело матки; 5 — круглая связка матки; 6 — собственная связка яичника; 7 — маточная труба; 8 — дно матки; 9 — перешеек маточной трубы; 10 — брыжейка маточной трубы; 11 — придаток яичника (поперечные проточки); 12 — продольный проток придатка яичника; 13 — ампула маточной трубы; 14 — бахромки маточной трубы; 15 — брюшное отверстие маточной трубы; 16 — связка, подвешивающая яичник; 17 — яичниковая бахромка; 18 — пузырчатый привесок; 19 — яичник (медialная поверхность); 20 — свободный край яичника; 21 — широкая связка матки; 22 — прямокишечно-маточная складка

В яичниках образуются женские половые гормоны: эстрогены и прогестерон, а также небольшое количество мужских половых гормонов — андрогенов. Эстрогены обеспечивают развитие наружных женских половых органов, вторичных половых признаков, рост и развитие опорно-двигательного аппарата, развитие тела по женскому типу, влияют на психику и поведение. Прогестерон оказывает влияние на слизистую оболочку матки, готовя ее к внедрению (имплантации) оплодотворенного яйца, росту и развитию плода, развитию плаценты, молочных желез.

Маточная труба — парная, открывается маточным отверстием в полость матки и брюшным отверстием в брюшную полость. Оплодотворение яйцеклетки происходит в маточной трубе, откуда она переходит в полость матки.

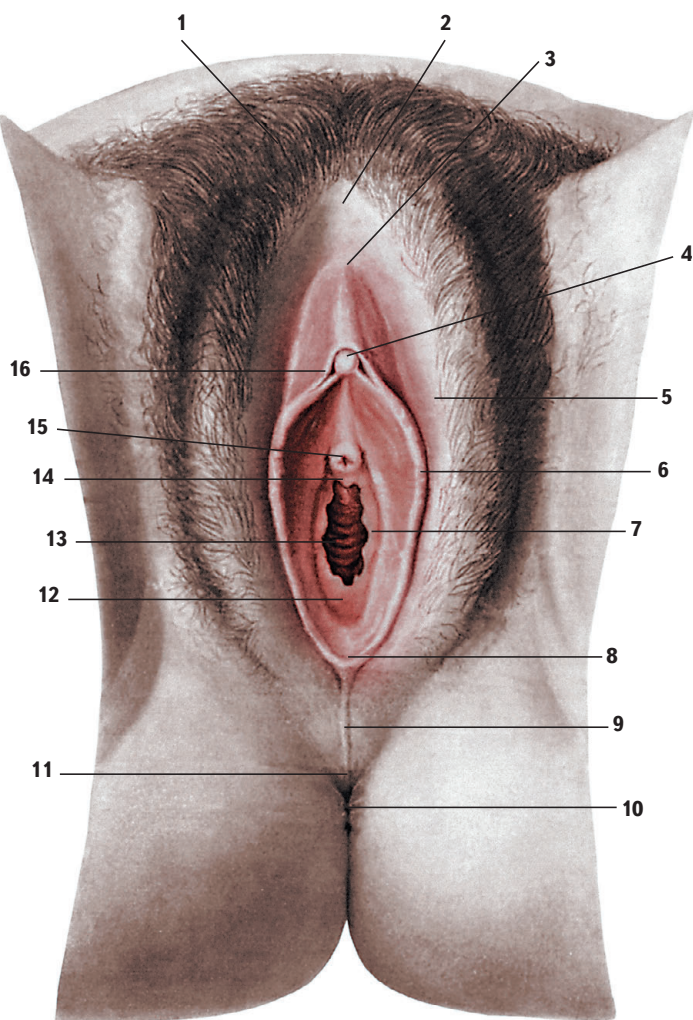


Рис. 116. Наружные женские половые органы, вид спереди:

1 — лобок; 2 — передняя складка половых губ; 3 — крайняя плоть клитора; 4 — головка клитора; 5 — большая половая губа; 6 — малая половая губа; 7 — устье большой железы преддверия (бартолиниевой железы); 8 — уздечка малых половых губ; 9 — задняя складка половых губ; 10 — задний проход; 11 — промежность; 12 — девственная плева; 13 — отверстие влагалища; 14 — преддверие влагалища; 15 — наружное отверстие мочеиспускательного канала; 16 — уздечка клитора

Матка — полый толстостенный орган. Узкая полость матки сверху сообщается с трубами, а внизу через канал шейки матки — с влагалищем. Стенка матки состоит из трех слоев: эндометрия (слизистая оболочка), миометрия (мышечная оболочка) и периметрия (серозная оболочка, или брюшина). В слизистой оболочке различают два слоя: толстый поверхностный функциональный, который отторгается во время менструации, и глубокий — базальный. *Миометрий* образован гладкими мышечными клетками. При беременности они гипертрофируются, увеличиваются в 5 — 10 раз в длину и в 3 — 4 раза в ширину, соответственно увеличиваются и размеры матки. Непосредственно после родов масса матки достигает 1 — 1,5 кг, постепенно происходит ее обратное развитие, которое заканчивается через 6 — 8 недель после родов.

Влагалище — это уплощенная трубка длиной 7 — 9 см, которая соединяет полость матки с наружными половыми органами женщины. Наружное отверстие влагалища у девственниц закрыто девственной плевой (складкой слизистой оболочки). Вход во влагалище обладает огромным количеством нервных окончаний.

Наружные женские половые органы. Женская половая область, или вульва, включает лобок, большие и малые половые губы, клитор и преддверие влагалища. *Большие половые губы* ограничивают половую щель, *малые половые губы* лежат кнутри от них. Передние верхние края малых губ раздваиваются, окаймляя клитор. *Клитор*, длиной 2,5 — 3,5 см, подобно мужскому половому члену, состоит из двух пещеристых тел и головки. *Клитор* — наиболее важная эрогенная зона женщины. При половом возбуждении происходит его эрекция (аналогично эрекции пениса). Преддверие влагалища — это щель между малыми половыми губами, куда открываются наружные отверстия мочеиспускательного канала и влагалища, протоки множества малых и двух больших желез преддверия (бартолиниевы). Луковица преддверия — аналог губчатого тела мужского полового члена. Наружные половые органы и влагалище составляют единый совокупительный аппарат, предназначенный для введения мужского полового члена и спермы и выведения плода (рис. 116).

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ. МИТОЗ

Рост организма, увеличение числа клеток, их размножение происходят путем деления. Основными способами деления клеток в человеческом организме являются митоз и мейоз. Процессы, происходящие при этих способах деления клеток, протекают одинаково, но приводят к разным результатам.

Митотическое деление клеток (митоз) приводит к увеличению числа клеток, к росту организма. Таким способом обеспечивается обновление клеток при их износе, гибели. Известно, что клетки эпидермиса живут 10—30 дней, эритроциты — до 4—5 мес. Нервные и мышечные клетки (волокна) живут в течение жизни человека.

У всех клеток при размножении (делении) наблюдаются изменения, укладывающиеся в рамки клеточного цикла. **Клеточным циклом** называют процессы, которые происходят в клетке от деления до деления. В клеточном цикле выделяют подготовку клетки к делению (интерфазу) и митоз (процесс деления клетки) (рис. 117).

В *интерфазе*, которая длится примерно 20—30 ч, скорость биосинтетических процессов возрастает, увеличивается количество органелл. В интерфазе происходит *матричный синтез ДНК* и *удвоение хромосом*.

Репликация — это процесс передачи генетической информации, хранящейся в родительской ДНК, путем точного ее воспроизведения в дочерней клетке.

В митозе различают 4 основные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Во время *профазы* хромосомы становятся различимыми в световом микроскопе. Каждая хромосома (d-хромосома) состоит из двух хроматид (s-хромосом), лежащих параллельно и связанных между собой в области центромеры. Во время *метафазы* d-хромосомы выстраиваются в ряд по экватору. В *анафазе* происходит разделение хроматид и превращение их в две s-хромосомы, которые начинают двигаться отдельно друг от друга к разным полюсам клетки. В ходе *телофазы* хромосомы начинают транскрибировать РНК, формируются два ядра, и разделяется цитоплазма. Образуются две диплоидные дочерние клетки.

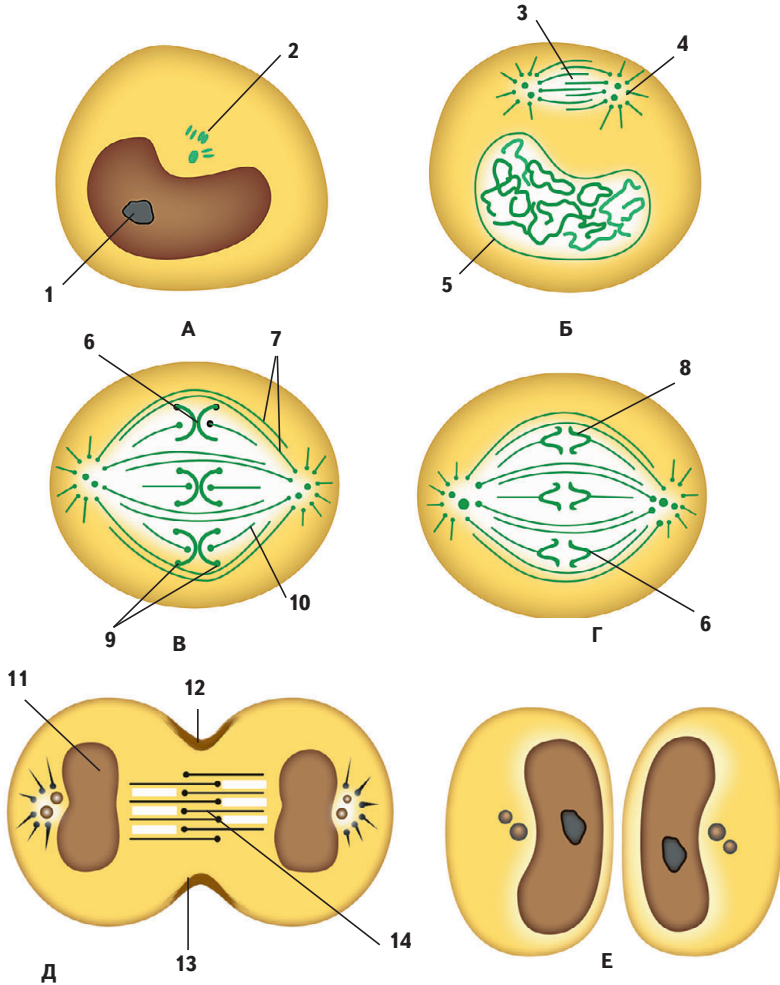


Рис 117. Стадии митоза. Показаны конденсация хроматина с образованием хромосом, образование веретена деления и равномерное распределение хромосом и центриолей по двум дочерним клеткам:

А — интерфаза; Б — профазы; В — метафазы; Г — анафазы; Д — телофазы; Е — поздняя телофаза;
 1 — ядрышко; 2 — центриоли; 3 — веретено деления; 4 — звезда; 5 — ядерная оболочка; 6 — кинетохор; 7 — непрерывные микротрубочки; 8, 9 — хромосомы; 10 — хромосомные микротрубочки;
 11 — формирование ядра; 12 — борозда дробления; 13 — пучок актиновых нитей; 14 — остаточное (срединное) тельце

(по А. Хэму и Д. Кормаку, с изменениями)

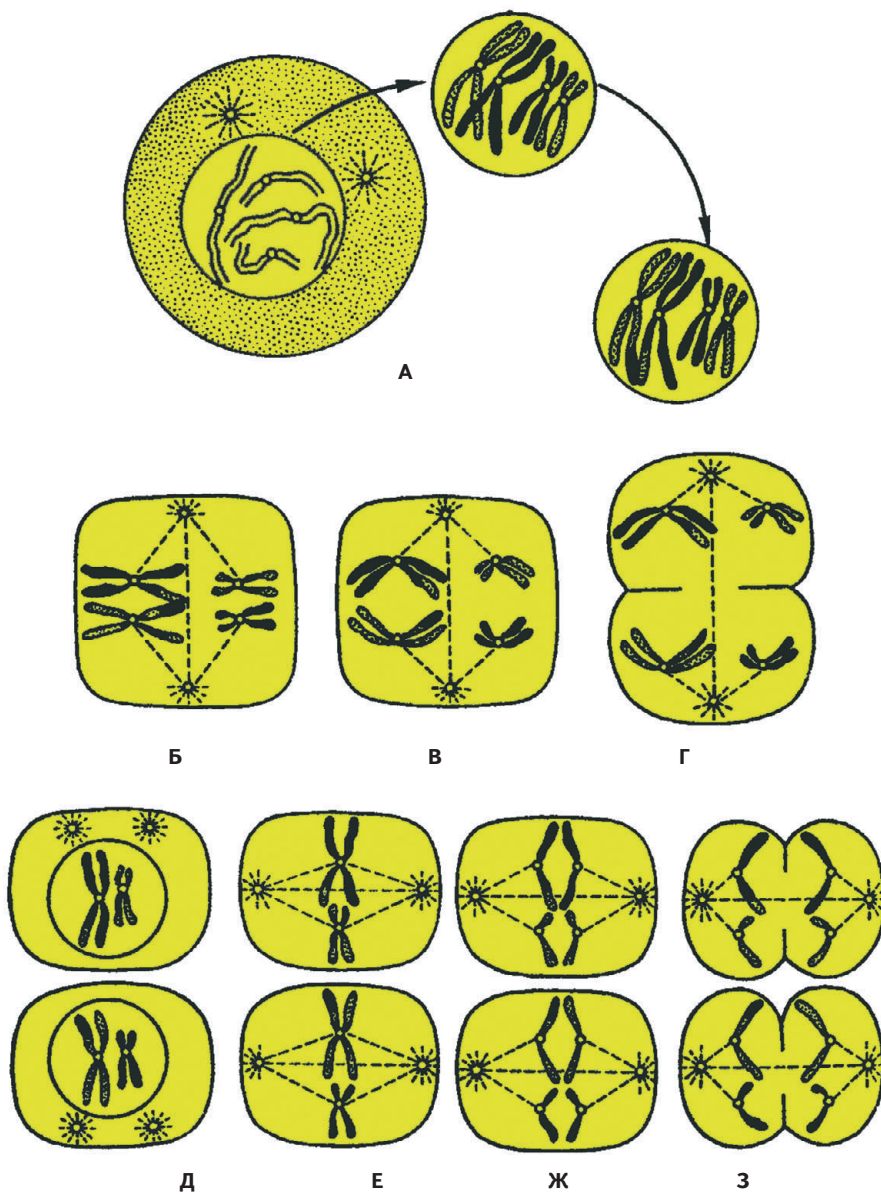


Рис. 118. Основные стадии мейоза:

А – профазы I; Б – метафазы I; В – анафазы I; Г – телофазы I; Д – профазы II; Е – метафазы II;
 Ж – анафазы II; З – телофазы II
 (по С.Г. Мамонтову)

МЕЙОЗ

Одно из основных условий, необходимых для поддержания постоянства вида при половом размножении, — сохранение постоянного числа хромосом из поколения в поколение. Это обеспечивает **мейоз** — тип клеточного деления, при котором происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое: из *диплоидного* ($2n$) в *гаплоидный* ($1n$). У организмов, размножающихся половым путем, имеются две категории клеток: диплоидные и гаплоидные. К первым относят соматические и предшественницы половых клеток, ко вторым — зрелые половые (*гаметы*). Уменьшение количества хромосом в два раза достигается благодаря мейозу (рис. 118). Он включает в себя два последовательных деления. После слияния гамет возникает новая диплоидная клетка (*зигота*), которая не просто несет признаки своих родителей, а является индивидуумом с присущими только ему свойствами.

При дальнейшем митотическом делении зиготы образуются диплоидные клетки, содержащие по два экземпляра каждой хромосомы (гомологичные хромосомы). Гомологичные хромосомы в паре одинаковы по размеру, по форме, в одинаковых участках содержат гены, определяющие одинаковые признаки организма, но конкретные формы этих генов (аллели) могут быть различными. Взаимодействие аллельных генов определяет проявление признаков. Каждая из гомологичных хромосом одного организма происходит либо из ядра спермия, либо из ядра яйцеклетки.

При образовании гамет в зрелом организме в результате мейоза в каждую дочернюю клетку от всех пар гомологичных хромосом попадает лишь по одной из них. Это становится возможным потому, что *при мейозе происходит лишь одна репликация ДНК, за которой следуют два последовательных деления ядер без повторного синтеза ДНК. В результате из одной диплоидной образуются четыре гаплоидные клетки.*

Мейоз состоит из двух последовательных делений клетки (мейоз I и мейоз II), каждое деление проходит через 4 стадии (профаза, метафаза, анафаза, телофаза), напоминающие одноименные фазы митоза. В *профазе мейоза I* происходит главное событие — *кроссинговер* — обмен соответствующих участков гомологичных хромосом между хроматидами отцовского и материнского происхождения (рис. 119). Это обеспечивает генетические рекомбинации. В результате мейоза I из каждой клетки, вступившей в мейоз, образуются две клетки (гаметоциты II порядка), каждая из которых содержит по 23 d-хромосомы. В результате мейоза II из каждого гаметоцита II порядка возникают две гаплоидные клетки, имеющие по 23 s-хромосомы.

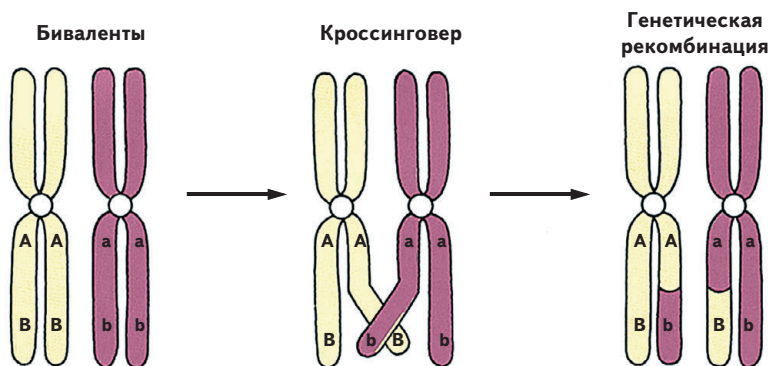


Рис. 119. Схема обмена генами двух хромосом (кроссинговер)
(по Тортора и Грабовску)

ГАМЕТОГЕНЕЗ

Половые клетки, слияние которых дает новый организм, объединяют термином *гаметы*. Женская гамета — *яйцеклетка*, мужская — *сперматозоид*. Клетки, не принимающие участия в образовании гамет, — это *соматические клетки*. *Гаметогенез* — поэтапное образование гамет. Гаметогенез происходит стадийно: 1) образование первичных половых клеток (ППК) и их миграция в зачатки гонад; 2) размножение половых клеток в гонадах путем митоза; 3) уменьшение числа хромосом в каждой клетке в два раза в результате мейоза; 4) окончательное созревание гамет, превращение их в сперматозоиды и яйцеклетки.

Митотически делящиеся женские половые клетки называют *оогониями*, а соответствующие мужские — *сперматогониями*.

СПЕРМАТОГЕНЕЗ

Сперматогенные клетки расположены в сперматогенном эпителии, выстилающем просвет извитых семенных канальцев яичка между клетками Сертоли. На базальной мембране лежат **сперматогонии** (в каждом яичке их около одного миллиарда). Различают две основные категории сперматогоний: А и В.

Некоторые *сперматогонии А* делятся митотически и остаются стволовыми, т.е. сохраняют способность делиться и поддерживать свою популяцию. Остальные дифференцируются в *сперматогонии В*, которые делятся митотически, дифференцируются в сперматоциты I порядка и вступают в мейоз (рис. 120).

Сперматоциты I порядка (первичные сперматоциты) соединены между собой межклеточными мостиками, которые остаются при митозе сперматогоний А благодаря неполному разделению клеток. Последующие поколения клеток также остаются соединенными между собой, в результате чего образуется синцитий, клетки которого составляют клон. Клетки синцития делятся синхронно. В результате первого деления мейоза образуются две дочерние клетки — *вторичные сперматоциты*, или *сперматоциты II порядка*, каждая из которых содержит гаплоидный набор (23) *d*-хромосом. Вторичные сперматоциты расположены ближе к просвету канальца. Во втором делении мейоза каждый вторичный сперматоцит делится на две *сперматиды*. В результате деления одной сперматогонии появляется 4 гаплоидные сперматиды. В ходе сложного процесса спермиогенеза сперматиды, лежащие в углублениях цитоплазматической мембраны клеток Сертоли, дифференцируются в зрелые сперматозоиды. При спермиогенезе область ядра, обращенная к стенке семенного канальца, постепенно вытягивается и заостряется. Комплекс Гольджи формирует *акросому*, содержащую протеолитические ферменты, которые при контакте с яйцеклеткой разрыхляют ее прозрачную зону, а также существенно уменьшается количество цитоплазмы формирующегося сперматозоида. На последних этапах спермиогенеза спермии одного клона отделяются от клеток Сертоли и попадают в просвет канальца.

Продолжительность сперматогенеза у человека составляет 64 — 75 дней.

Морфофункциональное состояние яичка регулируется гормонами аденогипофиза — *фолликулостимулирующим* (ФСГ) и *лютеинизирующим* (ЛГ). Половое созревание и соответствующие изменения в извитых семенных канальцах связаны с секрецией ЛГ, который влияет на клетки Лейдига, вызывая в них синтез и секрецию тестостерона. Уровень тестостерона в крови взрослого мужчины постоянный. Под действием тестостерона развиваются вторичные половые признаки. Секреция ЛГ, в свою очередь, регулируется *гонадотропин-рилизинг-гормоном* гипофизотропной зоны гипоталамуса, который стимулирует и синтез ФСГ. ФСГ связывается со специфическими рецепторами клеток

Сертоли, которые в результате синтезируют АСБ (андрогенсвязывающий белок). Этот белок, соединяясь с тестостероном, образует комплекс, непосредственно влияющий на сперматогенез.

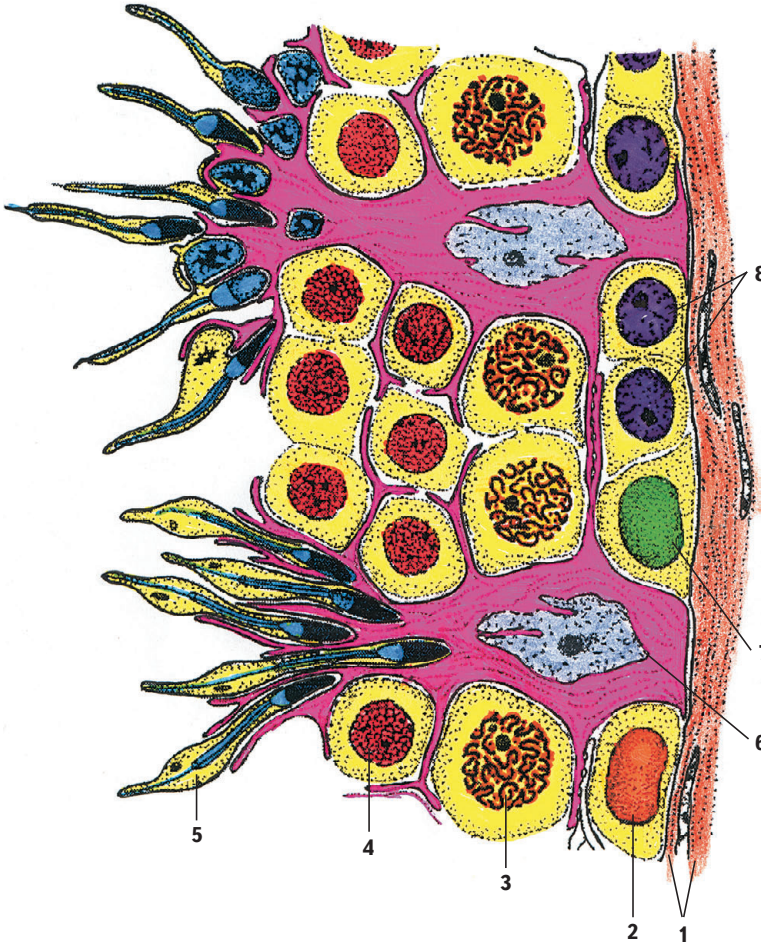


Рис. 120. Сперматогенез. Показан небольшой участок эпителия семенных канальцев, на котором показана связь между клетками Сертоли и развивающимися сперматозоидами:

1 — ограничивающая мембрана; 2 — темная сперматогония А; 3 — сперматоциты в середине пахитены; 4 — сперматиды на ранних стадиях развития; 5 — сперматиды в конце развития; 6 — клетки Сертоли; 7 — бледная сперматогония А; 8 — сперматогония В
(по Б. Карлсону, с изменениями)

ООГЕНЕЗ

Первичные женские половые клетки — **оогонии** — попадают в яичник из энтодермы желточного мешка. В отличие от мужских половых клеток, размножение женских протекает во внутриутробном периоде, в результате чего образуются *примордиальные фолликулы*, расположенные в корковом веществе яичника. Каждый из них содержит оогонию, покрытую одним слоем плоских клеток фолликулярного эпителия (рис. 121). В конце 3-го месяца внутриутробного развития оогонии после многократного митотического деления превращаются в *ооциты первого порядка (первичные ооциты)*, которые остаются в этом состоянии вплоть до периода полового созревания. *Первичный фолликул* представляет собой первичный ооцит, покрытый двумя (и более) слоями фолликулярных эпителиоцитов. В пубертатный период и у половозрелой женщины обычно циклически созревает один фолликул. *Вторичный фолликул* — это растущий первичный ооцит, покрытый несколькими слоями фолликулярных клеток, образовавшихся благодаря их

Рис. 121. Развитие фолликулов яичника. Овуляция, образование желтого тела (схема):

1 — примордиальный фолликул; 2 — первичные (растущие) фолликулы; 3 — вторичные (пузырчатые) фолликулы (граафовы пузырьки); 4 — овуляция; 5 — желтые тела; 6 — атретическое тело; 7 — рубец на месте желтого тела; 8 — строма яичника; 9 — кровеносный сосуд
(по В.Г. Елисееву и др.)

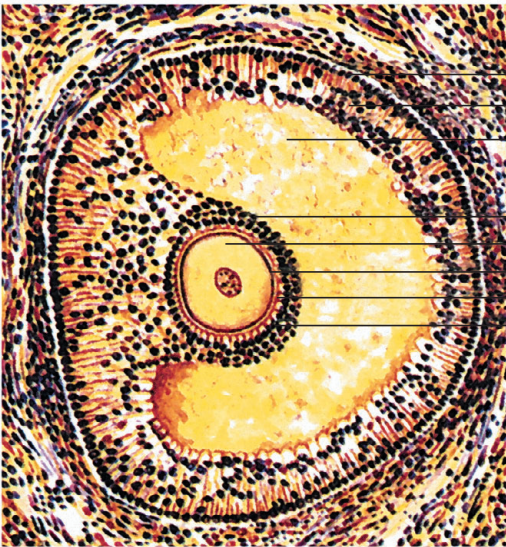
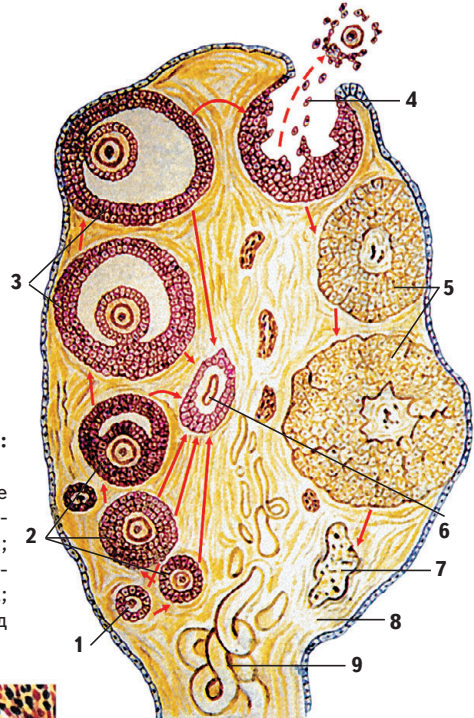


Рис. 122. Строение пузырьчатого (везикулярного) фолликула яичника (граафова пузырька):

1 — наружная тека фолликула; 2 — внутренняя тека фолликула; 3 — полость фолликула с фолликулярной жидкостью; 4 — яйценосный холмик; 5 — яйцеклетка; 6 — блестящая оболочка; 7 — лучистый венец; 8 — фолликулярные клетки

митотическому делению. Вокруг цитолеммы ооцита формируется *прозрачная оболочка* (зона). Одновременно соединительная ткань, окружающая фолликул, образует его теку.

В период активного роста вторичный фолликул превращается в *третичный фолликул*, который представляет собой ооцит, покрытый прозрачной оболочкой и множеством фолликулярных эпителиоцитов, между которыми имеется полость, заполненная фолликулярной жидкостью. Вокруг прозрачной зоны расположен один слой фолликулярных клеток, образующих *лучистый венец*. Фолликулярные клетки образуют *зернистый слой*. Накапливающаяся фолликулярная жидкость оттесняет окруженный фолликулярными клетками ооцит в сторону. В период роста происходит интенсивный рост цитоплазмы и ядра ооцита и накопление в цитоплазме РНК и желтка. *Зрелый фолликул (граафов пузырек)*, достигающий в диаметре 1 см, покрыт соединительнотканной оболочкой — *текой фолликула*, в которой выделяют *наружную теку*, образованную плотной соединительной тканью, и *внутреннюю*, богатую капиллярами. К внутренней оболочке прилежит *зернистый слой*. В одном участке этот слой утолщен, здесь находится *яйценосный холмик*, в котором залегают *ооцит*, окруженный *прозрачной зоной* и *лучистым венцом*. Внутри зрелого фолликула яичника имеется полость, содержащая фолликулярную жидкость (рис. 122). В период созревания первичный ооцит проходит стадии первого деления мейоза, в результате чего образуется крупный *вторичный ооцит*, обладающий гаплоидным набором d-хромосом большей частью желтка, и маленькое полярное тельце, обладающее аналогичным набором хромосом. После созревания пузырек разрывается, вторичный ооцит попадает в брюшную полость, из нее в маточную трубу.

Фолликулярные клетки продуцируют эстрогены. Женская половая клетка во время оогенеза защищена от вредных воздействий гематофолликулярным барьером, образованным базальной мембраной, фолликулярными клетками и прозрачной оболочкой.

В обоих яичниках новорожденной девочки около 2 млн ооцитов первого порядка. К началу полового созревания в яичниках остается около 300 тыс. первичных ооцитов, большинство из которых также гибнет в течение периода половой зрелости. У женщины созревает лишь 300 — 400 яйцеклеток. Созревание ооцитов приостанавливается на стадии метафазы II деления мейоза. Мейоз завершается в просвете трубы после оплодотворения, в результате образуется гаплоидная яйцеклетка с набором s-хромосом (рис. 123).

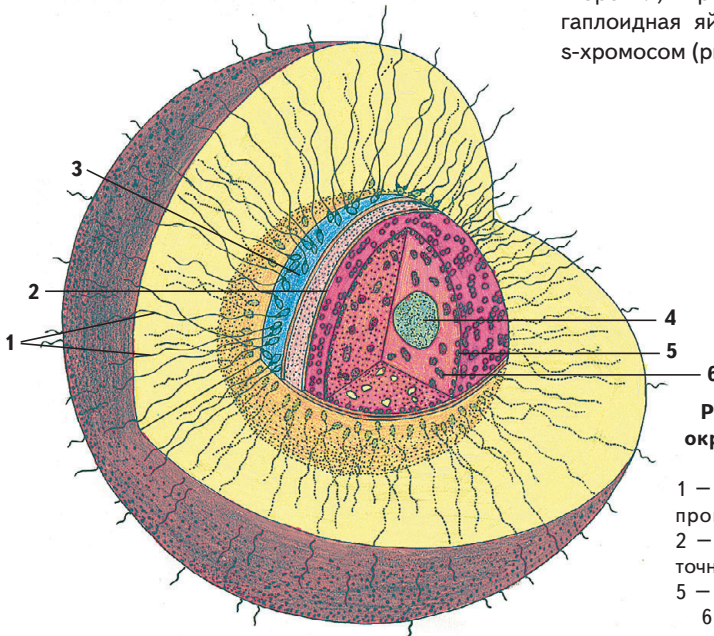


Рис. 123. Яйцеклетка, окруженная спермиями:

- 1 — спермии, пытающиеся проникнуть в яйцеклетку;
- 2 — цитолемма; 3 — желточная оболочка; 4 — ядро;
- 5 — кортикальная гранула;
- 6 — желточная гранула

ОВАРИАЛЬНО-МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Женский репродуктивный цикл относится к инфрадианным ритмам (ритм с периодом более суток). У женщин созревание и выделение яйцеклетки из фолликула яичника (*овуляция*) происходит циклически. Овуляция сопровождается значительными изменениями всей половой системы. Если оплодотворение яйцеклетки не происходит, наблюдается отторжение поверхностного функционального слоя слизистой оболочки матки и разрыв сосудов, наступает кровотечение из половых путей — *менструация*. Повторяющиеся в определенном ритме кровянистые выделения из влагалища получили название *менструального цикла*. Менструальные циклы являются характерным признаком нормальной деятельности женской половой системы.

Менструации начинаются в период полового созревания обычно в возрасте 12 — 14 лет (*менархе*), иногда немного раньше (в 9 — 10) или позже (15 — 16 лет). Средняя продолжительность нормального менструального цикла (от первого дня предыдущей до первого дня последующей менструации) составляет 21 — 35 дней, у большинства (75% женщин) — 28 дней, что соответствует лунному месяцу. Регулярный менструальный цикл нарушается после 45 — 50 лет в связи с угасанием гормональной и репродуктивной функции яичников, при этом интервал между менструациями увеличивается и, наконец, наступает последняя овуляция (менопауза).

В менструальном цикле различают три фазы (рис. 124). В *фолликулярной* фазе в яичниках растут и созревают фолликулы, один из которых, — *доминантный* или *лидирующий*, — достигает преовуляторной стадии. В фолликулярной фазе цикла постоянно увеличивается частота и амплитуда пульсов ЛГ и ФСГ, особенно начиная с 7 — 8-го дня цикла, когда выделяется доминирующий фолликул. Увеличение секреции эстрадиола характерно для фолликулярной фазы. Влияя на клетки-мишени в половых органах, этот гормон готовит их к возможной беременности.

В *фазе пролиферации* в результате деления клеток эндометрия под влиянием эстрогенов его толщина достигает 1 см. Одновременное повышение концентрации эстрадиола в крови является условием осуществления овуляции. Когда фолликул готов к разрыву, из аденогипофиза в кровяное русло выбрасывается большое количество ЛГ. *Овуляция* — разрыв стенки фолликула и выход зрелой яйцеклетки в брюшную полость в середине менструального цикла под влиянием пикового выброса ЛГ. В это время ооцит уже содержит гаплоидный набор хромосом (22 аутосомы и одна X-хромосома), однако каждая хромосома по-прежнему содержит две хроматиды. *Образование зрелой яйцеклетки произойдет лишь после того, как в ооцит проникнет сперматозоид*. При этом возникнет *зигота*. Если оплодотворение не произойдет, цикл развития женской половой клетки останется незавершенным.

После овуляции наступает вторая, *лютеиновая*, фаза менструального цикла, во время которой на месте лопнувшего фолликула из фолликулярных клеток образуется новая эндокринная железа — *желтое тело*. Продолжительность его функционирования, если не произошло оплодотворение, около 14 дней, затем происходит ее регресс. Рубец, образовавшийся на месте желтого тела, называется *беловатым телом*. Желтое тело подавляет рост и созревание других фолликулов. Главный гормон желтого тела — *прогестерон* — подготавливает слизистую оболочку матки к имплантации зародыша: слизистая оболочка утолщается, количество кровеносных сосудов в ней увеличивается, усиливается секреция маточных желез. Эта фаза эндометрия называется *секреторной*. У женщины эндометрий находится в состоянии наибольшей готовности к приему зародыша спустя примерно 7 суток после овуляции, т. е. именно в то время, когда в случае оплодотворения должна произойти имплантация.

Если наступает беременность, начинается продолжительный период роста желтого тела, в результате которого оно может достичь диаметра 2 — 3 см. Сохранение желтого

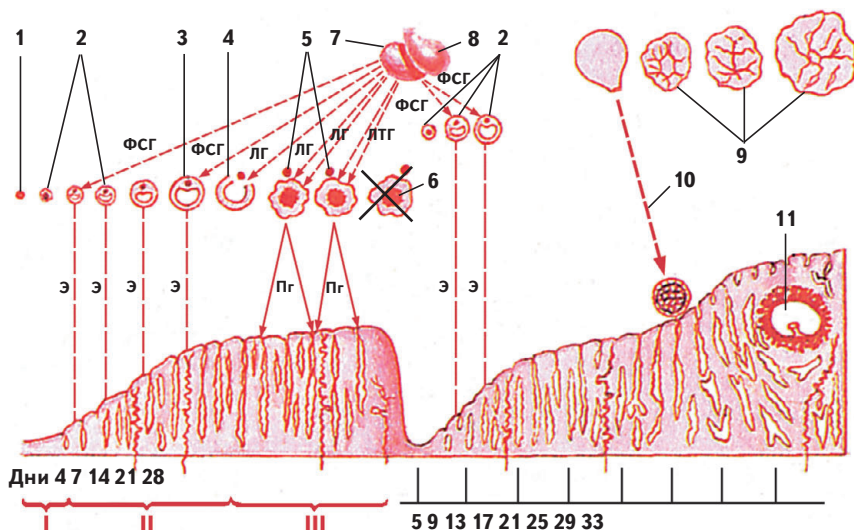


Рис. 124. Овариально-менструальный цикл:

I — менструальная фаза; II — постменструальная фаза; III — предменструальная фаза; 1 — примордиальный фолликул в яичнике; 2 — первичные (растущие) фолликулы; 3 — вторичный фолликул (граафов пузырек); 4 — овуляция; 5 — желтое тело в стадии расцвета; 6 — обратное развитие желтого тела; 7 — передняя доля гипофиза; 8 — задняя доля гипофиза; 9 — желтое тело беременности; 10 — оплодотворение; 11 — имплантированный зародыш. Стрелками показано действие фоллитропина (ФСГ) на растущие фолликулы, лютропина (ЛГ) — на овуляцию и образование желтых тел, лактотропина (пролактина, ЛТГ) — на сформированное желтое тело, действие эстрогена (Э), стимулирующее рост эндометрия, — на матку (постменструальная, или пролиферативная, фаза), прогестерона (Пг) — на эндометрий (предменструальная фаза)

тела в этом случае обеспечивается *хорионическим гонадотропным гормоном (ХГ)*, секретируемым клетками зародыша и плацентой.

Если беременность не наступила, в конце лютеиновой фазы цикла наступает *менструация*, во время которой отторгается функциональный слой эндометрия. Менструация, обычно длящаяся 3 — 5 дней, является следствием снижения уровня гормонов яичника (эстрагенов и прогестерона) в крови, нарушения кровообращения в эндометрии. Кровопотеря в норме не превышает 150 мл. Менструация завершает женский репродуктивный цикл, однако именно с нее принято начинать отсчет дней цикла.

ПОЛОСТЬ ЖИВОТА. ПОЛОСТЬ БРЮШИНЫ

Брюшная полость ограничена сверху диафрагмой, внизу продолжается в полость таза, выход из которой закрыт диафрагмой таза. Задняя стенка брюшной полости образована поясничным отделом позвоночника и мышцами (квадратные мышцы поясницы и подвздошно-поясничные мышцы), передняя и боковые — мышцами живота. Изнутри брюшная полость выстлана брюшиной (рис. 125). Соединительнотканная *серозная оболочка*, которая выстилает брюшную полость, покрывает расположенные в ней внутренние органы и ограничивает **брюшинную полость**, называется *брюшиной*. Брюшина образована соединительнотканной пластинкой, богатой эластическими и коллагеновыми волокнами, кровеносными и лимфатическими сосудами, нервами и покрытой однослойным плоским эпителием (мезотелием).

В брюшине различают два листка: один — *париетальная брюшина* — выстилает стенки брюшной полости, другой — *висцеральная брюшина* — покрывает внутренние органы. Общая площадь брюшины у взрослого человека 1,6 — 1,75 м². Оба листка брюшины переходят непрерывно со стенок брюшной полости на органы и с органов на стенки брюшной полости, ограничивая брюшинную полость. У женщин полость брюшины открытая — она сообщается с внешней средой через маточные трубы, полость матки и влагалище. У мужчин полость брюшины замкнута.

Брюшина, переходя со стенок брюшной полости на органы или с одного органа на другой, образует складки, ямки, связки, брыжейки. Брюшина увлажнена небольшим

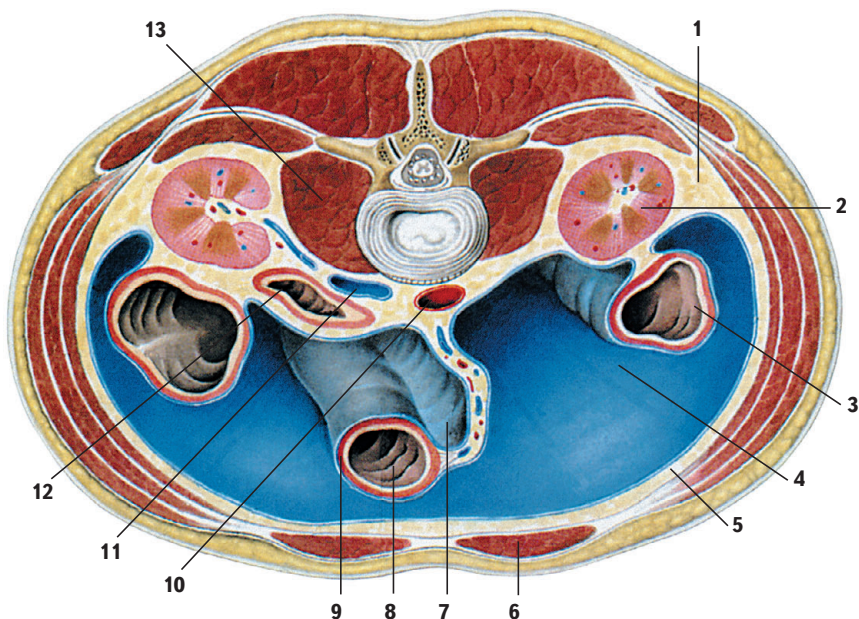


Рис. 125. Брюшная полость и органы, расположенные в брюшной полости. Горизонтальный (поперечный) распил туловища между телами II и III поясничных позвонков:

1 — забрюшинное пространство; 2 — почка; 3 — ободочная кишка; 4 — брюшинная полость; 5 — париетальная брюшина; 6 — прямая мышца живота; 7 — брыжейка тонкой кишки; 8 — тонкая кишка; 9 — висцеральная брюшина; 10 — аорта; 11 — нижняя полая вена; 12 — двенадцатиперстная кишка; 13 — поясничная мышца

количеством серозной жидкости, что облегчает движение органов и предотвращает их трение друг о друга и о стенки брюшинной полости.

Париетальная брюшина покрывает переднюю стенку брюшной полости, вверху переходит на нижнюю поверхность диафрагмы, а затем на заднюю и боковые стенки брюшной полости и на внутренние органы, а внизу — на стенки и органы полости таза (рис. 126).

Органы, покрытые брюшиной только с одной стороны (поджелудочная железа, большая часть двенадцатиперстной кишки, почки, надпочечники, ненаполненный мочевой пузырь, аорта, нижняя полая вена, другие сосуды, нервы и лимфатические узлы), лежат вне брюшины, забрюшинно (*ретро- или экстраперитонеально*).

Другие органы покрыты брюшиной только с трех сторон — это *мезоперитонеально* лежащие органы (восходящая и нисходящая ободочные кишки, средняя часть прямой кишки, наполненный мочевой пузырь, матка).

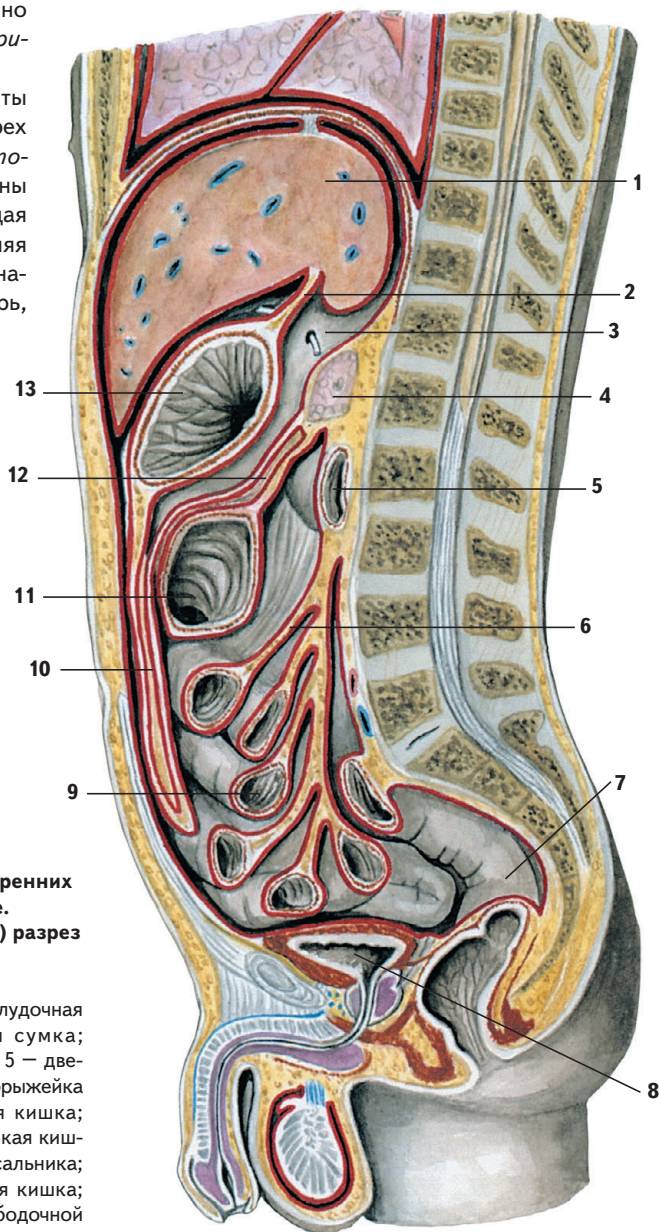


Рис. 126. Отношение внутренних органов к брюшине. Срединный (сагитальный) разрез туловища:

1 — печень; 2 — печеночно-желудочная связка; 3 — сальниковая сумка; 4 — поджелудочная железа; 5 — двенадцатиперстная кишка; 6 — брыжейка тонкой кишки; 7 — прямая кишка; 8 — мочевой пузырь; 9 — тонкая кишка; 10 — полость большого сальника; 11 — поперечная ободочная кишка; 12 — брыжейка поперечной ободочной кишки; 13 — желудок

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Жизнедеятельность организма возможна лишь при условии доставки каждой клетке питательных веществ, кислорода, воды и удаления выделяемых клеткой продуктов обмена веществ. Эту задачу выполняет сосудистая система, представляющая собой систему трубок, содержащих кровь и лимфу, и сердце – центральный орган, обуславливающий движения этой жидкости.

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Сердце и кровеносные сосуды образуют замкнутую систему, по которой кровь движется благодаря сокращениям сердечной мышцы. Кровеносные сосуды представлены артериями, несущими кровь от сердца, венами, по которым кровь течет к сердцу, и микроциркуляторным руслом, состоящим из артериол, капилляров и венул. Сосуды отсутствуют лишь в эпителии кожи и слизистых оболочек, в волосах, ногтях, роговице глаз и суставных хрящах.

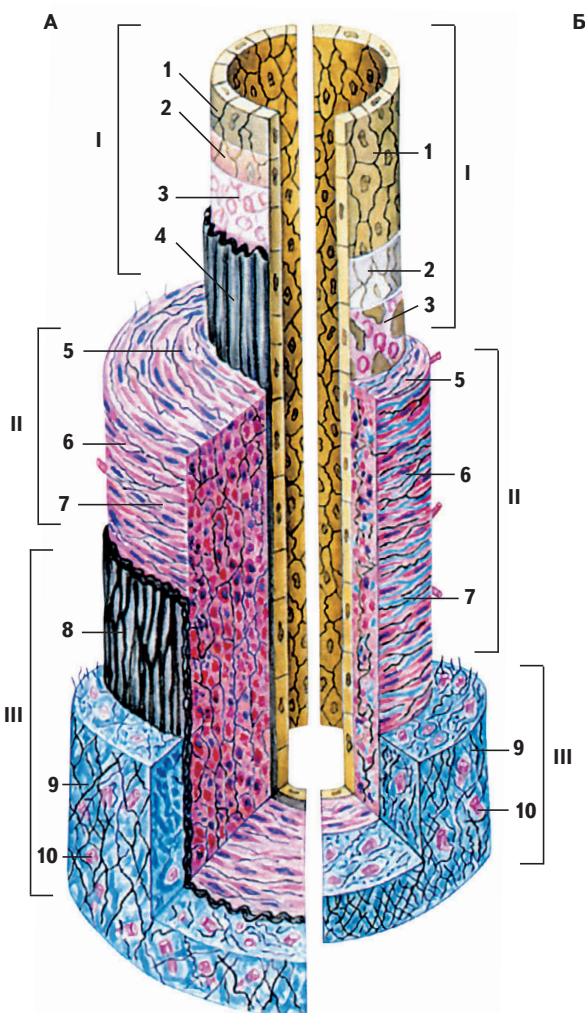


Рис. 127. Схема строения стенки артерии (А) и вены (Б) мышечного типа среднего калибра:

I – внутренняя оболочка: 1 – эндотелий; 2 – базальная мембрана; 3 – подэндотелиальный слой; 4 – внутренняя эластическая мембрана; II – средняя оболочка: 5 – миоциты; 6 – эластические волокна; 7 – коллагеновые волокна; III – наружная оболочка: 8 – наружная эластическая мембрана; 9 – волокнистая (рыхлая) соединительная ткань; 10 – кровеносные сосуды

(по В. Г. Елисееву и др.)

Стенка **артерии** состоит из трех оболочек: внутренней, средней и наружной. *Внутренняя оболочка* образована эндотелием, подэндотелиальным слоем и внутренней эластической мембраной. *Средняя оболочка* артерии состоит из гладких миоцитов и наружной эластической мембраны. *Наружная оболочка* образована рыхлой волокнистой соединительной тканью (рис.127). В зависимости от развития различных слоев стенки артерии подразделяют на сосуды мышечного, смешанного (мышечно-эластического) и эластического типов. Наиболее тонкие артерии мышечного типа — артериолы, имеющие диаметр менее 100 мкм, — переходят в капилляры.

Микроциркуляторное русло — дистальная часть сердечно-сосудистой системы. Оно обеспечивает взаимодействие крови и тканей. Русло начинается самым мелким артериальным сосудом — *артериолой* и заканчивается *венулой*. От артериол отходят прекапилляры и истинные *капилляры*, которые вливаются в посткапилляры. По мере слияния посткапилляров образуются венулы, вливающиеся в вены. К микроциркуляторному руслу относят также и лимфатические капилляры (рис.128).

Капилляры — наиболее важный отдел кровеносной системы, именно они осуществляют обмен веществ. Общая обменная поверхность капилляров взрослого человека достигает 1000 м². Капилляры имеют стенки, образованные одним слоем уплощенных эндотелиальных клеток, базальной мембраной и редкими удлинненными перицитами. Перициты (клетки Руже) — это удлинненные многоотростчатые клетки, расположенные вдоль капилляра. Перицит передает эндотелиальной клетке импульс, в результате чего регулируется ширина просвета капилляра.

Стенка **вены** также состоит из трех оболочек. Различают два типа вен — мышечный и безмышечный. В стенках *безмышечных вен* отсутствуют гладкие мышечные клетки (например, вены мозговых оболочек, сетчатки глаз, костей, селезенки). Они плотно сращены со стенками органов и поэтому не спадаются. В стенках *вен мышечного типа* имеются гладкие мышечные клетки. У вен имеются клапаны, которые пропускают кровь лишь в направлении к сердцу, препятствуя обратному току крови. Вены верхней половины тела не имеют клапанов.

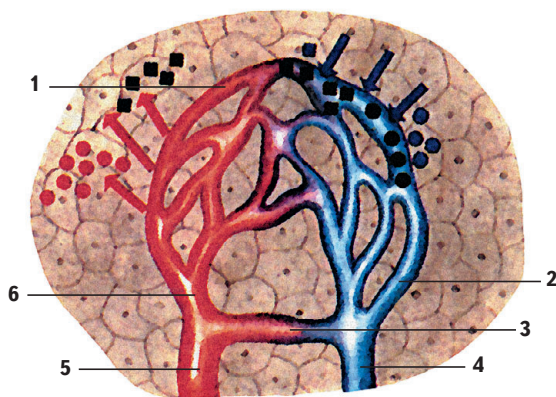


Рис. 128. Схема строения микроциркуляторного русла:

1 — капиллярная сеть (капилляры); 2 — посткапилляр (посткапиллярная венула); 3 — артериоло-венулярный анастомоз; 4 — венула; 5 — артериола; 6 — прекапилляр (прекапиллярная артериола). Красными стрелками показано поступление в ткани питательных веществ, синими — выведение из тканей продуктов обмена

СЕРДЦЕ

Сердце представляет собой полый мышечный орган, разделенный внутри на четыре полости: правое и левое предсердия и правый и левый желудочки. Предсердия разделены межпредсердной, желудочки — межжелудочковой перегородками. *Стенка сердца* состоит из трех слоев: наружного, или эпикарда, среднего — миокарда, внутреннего — эндокарда. Преобладающая часть — миокард, т. е. мышечный слой, образован сердечной исчерченной (поперечнополосатой) мышечной тканью (рис. 129а, 129б).

В правое предсердие впадают верхняя и нижняя полые вены и венечный синус сердца. Кровь из правого предсердия при его сокращении поступает в правый желудочек через *правое предсердно-желудочное отверстие*, по краю которого расположен *предсердно-желудочковый трехстворчатый клапан*, состоящий из трех створок, образованных складками эндокарда и покрытых эндотелием (рис. 130). При сокращении (систоле) желудочка клапаны препятствуют обратному току крови в предсердие. Желудочек продолжается в *легочный ствол*. При сокращении правого желудочка кровь выталкивается в легочный ствол через *отверстие легочного ствола*, закрытое одноименным *клапаном*. Клапан состоит из трех полулунных заслонок, свободно пропускающих кровь из желудочка

Рис. 129а. Сердце, вид спереди:

1 — плечеголовной ствол; 2 — левая общая сонная артерия; 3 — левая подключичная артерия; 4 — дуга аорты; 5 — правая легочная артерия; 6 — легочный ствол; 7 — левое ушко; 8 — нисходящая часть аорты; 9 — грудино-реберная поверхность; 10 — передняя межжелудочковая борозда; 11 — левый желудочек; 12 — верхушка сердца; 13 — правый желудочек; 14 — венечная борозда; 15 — правое ушко; 16 — восходящая часть аорты; 17 — верхняя полая вена; 18 — переход перикарда в эпикард

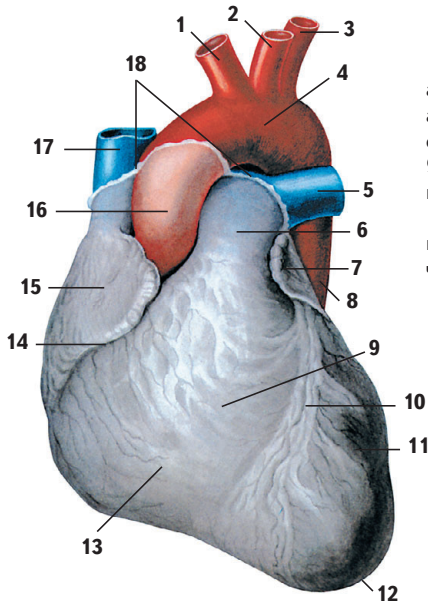
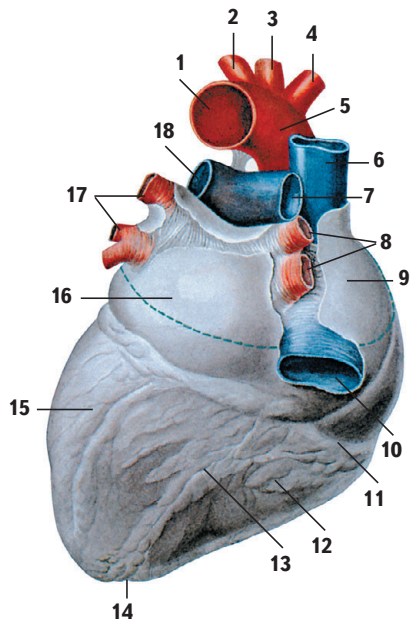


Рис. 129б. Сердце, вид сзади:

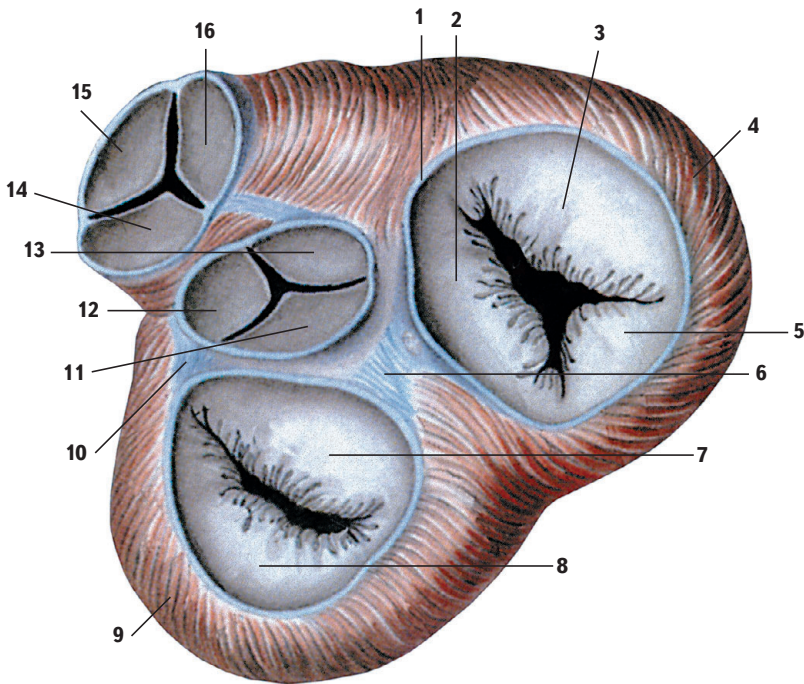
1 — аорта; 2 — левая подключичная артерия; 3 — левая общая сонная артерия; 4 — плечеголовной ствол; 5 — дуга аорты; 6 — верхняя полая вена; 7 — правая легочная артерия; 8 — правые легочные вены; 9 — правое предсердие; 10 — нижняя полая вена; 11 — венечная борозда; 12 — правый желудочек; 13 — задняя межжелудочковая борозда; 14 — верхушка сердца; 15 — левый желудочек; 16 — левое предсердие; 17 — левые легочные вены; 18 — левая легочная артерия



в легочный ствол. Соприкасаясь своими концами, они, подобно наполненным карманам, закрывают отверстие и препятствуют обратному току крови.

В левое предсердие открываются четыре *легочные вены*. Миокард левого желудочка в 2 – 3 раза толще, чем у правого (рис.131). Это связано с большой работой, производимой левым желудочком. Из полости левого предсердия в левый желудочек ведет левое *предсердно-желудочковое отверстие*, снабженное *левым предсердно-желудочковым двухстворчатым клапаном (митральным)*. Из желудочка кровь направляется в *отверстие аорты*, снабженное *клапаном*, состоящим из трех полулунных заслонок, имеющих такое же строение, как и клапан легочного ствола.

Проводящая система сердца. Последовательное сокращение и расслабление различных отделов сердца связано с наличием проводящей предсердно-желудочковой системы, состоящей из *синусно-предсердного узла* (Киса-Флака), который является водителем ритма, *предсердно-желудочкового узла* (Ашоффа-Тавара), *предсердно-желудочкового пучка* (пучка Гиса), его *ножек* и *разветвлений* (волокна Пуркинье) (рис.132). Проводящая система, по которой распространяются импульсы, образована сердечными проводящими мышечными волокнами, богато иннервируемыми нервами вегетативной нервной системы.



**Рис. 130. Расположение клапанов сердца
(предсердие, аорта и легочный ствол удалены):**

1 – правое фиброзное кольцо; 2 – перегородочная створка; 3 – передняя створка; 4 – правый желудочек; 5 – задняя створка; 6 – правый фиброзный треугольник; 7 – передняя створка левого предсердно-желудочкового клапана; 8 – задняя створка; 9 – левый желудочек; 10 – левый фиброзный треугольник; 11 – правая полулунная заслонка клапана легочного ствола; 12 – левая полулунная заслонка клапана легочного ствола; 13 – передняя полулунная заслонка клапана легочного ствола; 14 – левая полулунная заслонка клапана аорты; 15 – задняя полулунная заслонка клапана аорты; 16 – правая полулунная заслонка клапана аорты

Две артерии, *правая и левая венечные*, ветви которых широко анастомозируют между собой, снабжают сердце кровью.

Перикард — это замкнутый мешок, в котором различают два слоя: наружный — фиброзный перикард и внутренний — серозный перикард, который, в свою очередь, делится на два листка: висцеральный, или эпикард, и париетальный, сращенный с внутренней поверхностью серозного перикарда, выстилающий его изнутри. Между висцеральным и париетальным листками находится щелевидная *перикардальная полость*, содержащая небольшое количество серозной жидкости, которая смачивает обращенные друг к другу поверхности серозных листков.

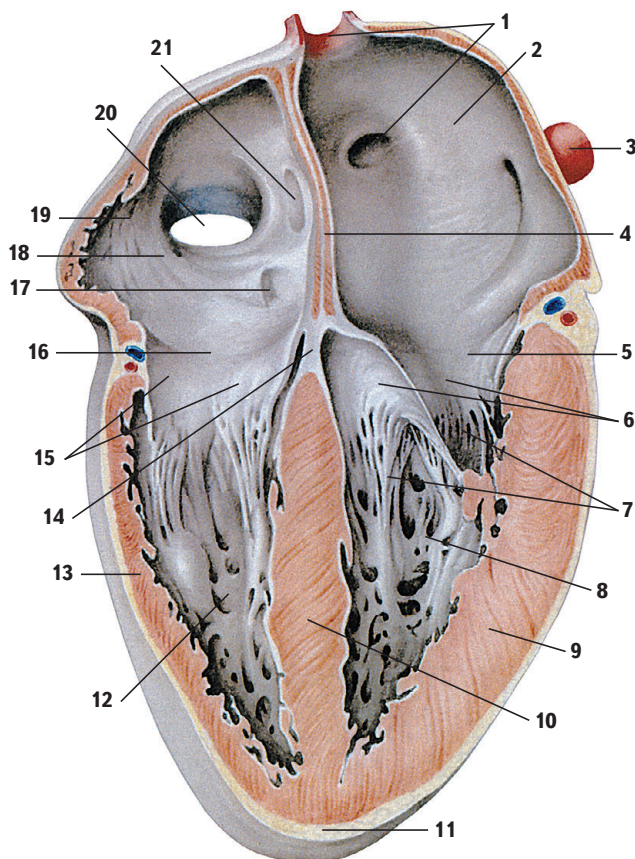


Рис. 131. Предсердия и желудочки сердца на его фронтальном разрезе, вид спереди:

1 — устья правых легочных вен; 2 — левое предсердие; 3 — левая легочная вена; 4 — межпредсердная перегородка; 5 — левое предсердно-желудочковое отверстие; 6 — передняя створка и задняя створка левого предсердно-желудочкового клапана; 7 — сухожильные хорды; 8 — левый желудочек; 9 — миокард левого желудочка; 10 — межжелудочковая перегородка (мышечная часть); 11 — верхушка сердца; 12 — правый желудочек; 13 — миокард правого желудочка; 14 — перепончатая часть межжелудочковой перегородки; 15 — створки правого предсердно-желудочкового клапана; 16 — правое предсердно-желудочковое отверстие; 17 — отверстие венечного синуса; 18 — правое предсердие; 19 — гребенчатые мышцы; 20 — устье нижней полой вены; 21 — овальная ямка

Рис. 132. Схема проводящей системы сердца:

1 — синусно-предсердный узел; 2 — левое предсердие; 3 — межпредсердная перегородка; 4 — предсердно-желудочковый узел; 5 — предсердно-желудочковый пучок; 6 — левая ножка предсердно-желудочкового пучка; 7 — правая ножка предсердно-желудочкового пучка; 8 — левый желудочек; 9 — проводящие мышечные волокна; 10 — межжелудочковая перегородка; 11 — правый желудочек; 12 — нижняя полая вена; 13 — правое предсердие; 14 — верхняя полая вена

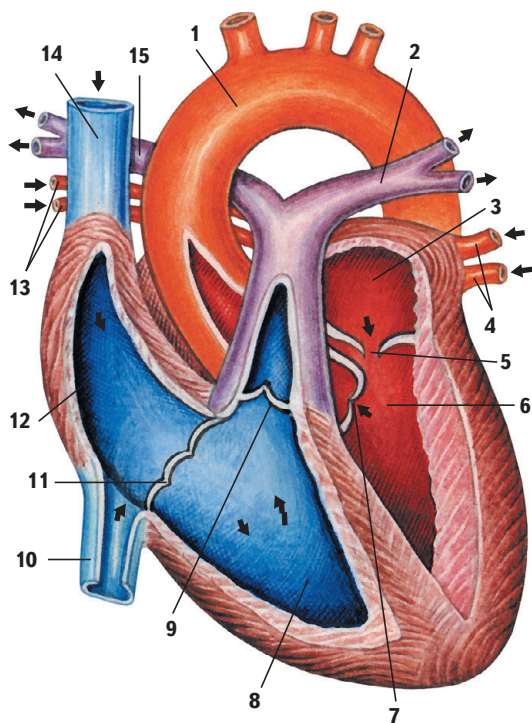
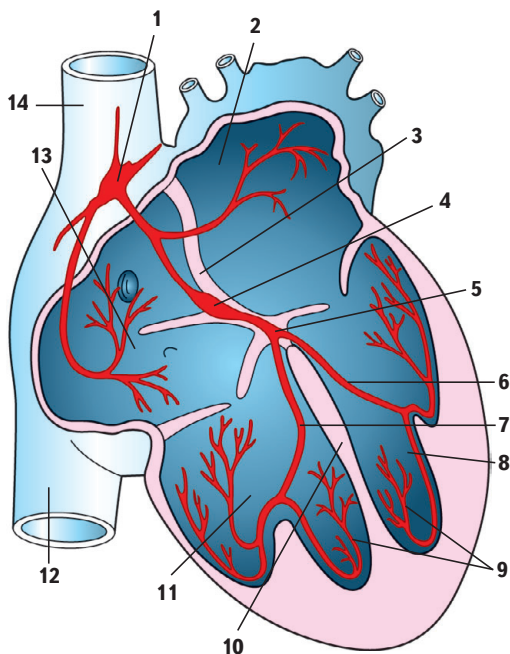


Рис. 133. Направление движения крови в сердце:

1 — аорта; 2 — левая легочная артерия; 3 — левое предсердие; 4 — левые легочные вены; 5 — правое предсердно-желудочковое отверстие; 6 — левый желудочек; 7 — клапан аорты; 8 — правый желудочек; 9 — клапан легочного ствола; 10 — нижняя полая вена; 11 — правое предсердно-желудочковое отверстие; 12 — правое предсердие; 13 — правые легочные вены; 14 — верхняя полая вена; 15 — правая легочная артерия. Стрелками показано направление тока крови

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

В кровеносной системе выделяют большой и малый круги кровообращения, которые у человека разобщены.

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается в правом желудочке сердца, из которого выходит *легочный ствол*, разделяющийся на *правую и левую легочные артерии*, а последние разветвляются в легких соответственно ветвлению бронхов на артерии, переходящие в капилляры. В капиллярных сетях, оплетающих альвеолы, кровь отдает углекислый газ и обогащается кислородом. Артериальная кровь поступает в вены, которые укрупняются и по две с каждой стороны впадают в левое предсердие, где и заканчивается малый круг кровообращения (рис. 134).

Большой, или телесный, круг кровообращения служит для доставки всем органам и тканям тела питательных веществ и кислорода. Он начинается в левом желудочке сердца, куда из левого предсердия поступает артериальная кровь. Из левого желудочка выходит аорта, от которой отходят артерии, идущие ко всем органам и тканям тела и разветвляющиеся в их толще вплоть до артериол и капилляров — последние переходят в венылы и далее в вены. Через стенки капилляров происходит обмен веществ и газообмен между кровью и тканями тела. Протекающая в капиллярах артериальная кровь отдает питательные вещества и кислород и получает продукты обмена и углекислоту. Вены сливаются в два крупных ствола — верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие сердца, где и заканчивается большой круг кровообращения (рис. 135).

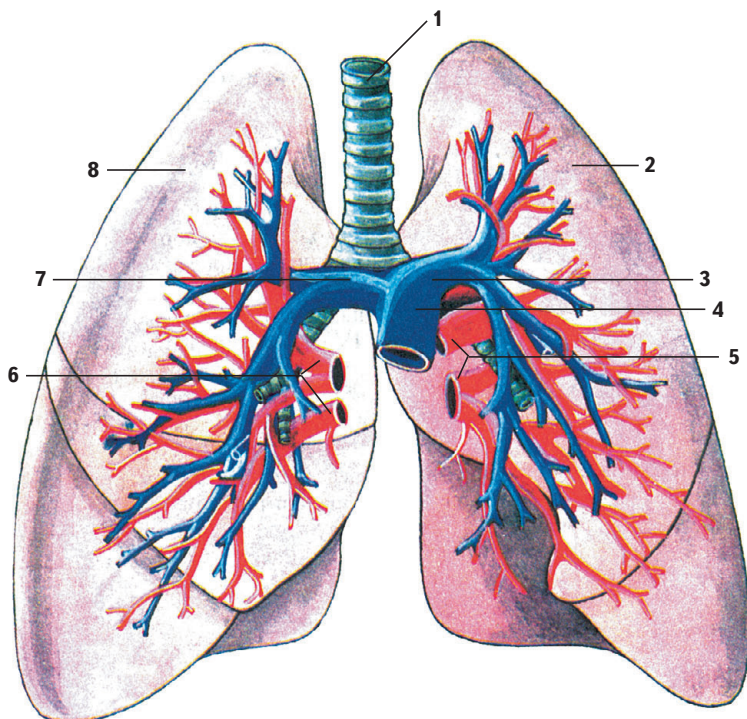


Рис. 134. Сосуды малого круга кровообращения:

1 — трахея; 2 — левое легкое; 3 — левая легочная артерия; 4 — легочный ствол; 5 — левые легочные вены; 6 — правые легочные вены; 7 — правая легочная артерия; 8 — правое легкое

Воротная вена собирает кровь из селезенки, поджелудочной железы и пищеварительного тракта. В отличие от всех прочих вен, воротная вена, войдя в ворота печени, вновь распадается на все более мелкие ветви, образуя *воротную систему печени*. Там кровь очищается от вредных веществ и собирается в печеночные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

Дополнением к большому кругу является **третий (сердечный) круг кровообращения**, обслуживающий само сердце. Он начинается выходящими из аорты венечными артериями сердца и заканчивается венами сердца. Последние сливаются в венечный синус, впадающий в правое предсердие.

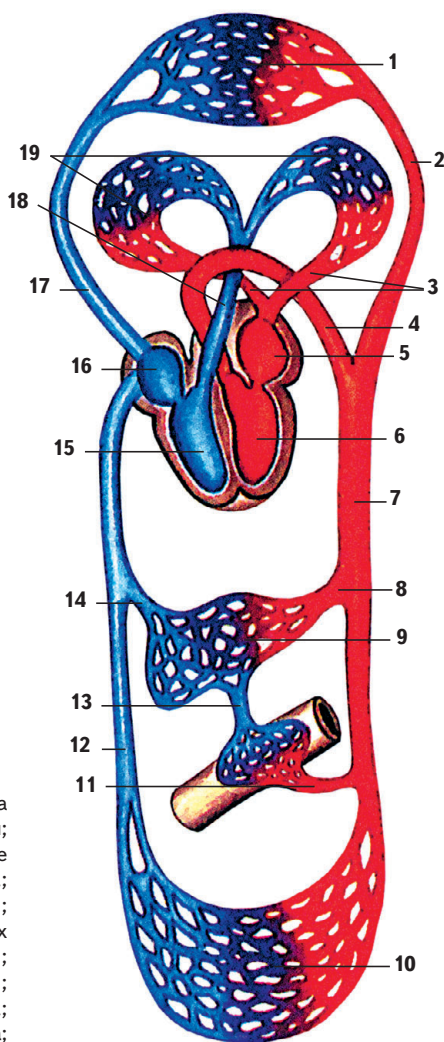


Рис. 135. Схема большого и малого кругов кровообращения:

1 — капилляры головы, верхних отделов туловища и верхних конечностей; 2 — общая сонная артерия; 3 — легочные вены; 4 — дуга аорты; 5 — левое предсердие; 6 — левый желудочек; 7 — аорта; 8 — печеночная артерия; 9 — капилляры печени; 10 — капилляры нижних отделов туловища, нижних конечностей; 11 — верхняя брыжеечная артерия; 12 — нижняя полая вена; 13 — воротная вена; 14 — печеночные вены; 15 — правый желудочек; 16 — правое предсердие; 17 — верхняя полая вена; 18 — легочный ствол; 19 — капилляры легких

АРТЕРИИ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Аорта расположена слева от средней линии тела и своими ветвями кровоснабжает все органы и ткани (рис. 136). Часть ее длиной около 6 см, непосредственно выходящая из сердца и поднимающаяся вверх, называется *восходящей частью аорты*. Она покрыта перикардом, располагается в среднем средостении позади легочного ствола. Аорта начинается расширением — *луковицей аорты*, внутри которой имеются *три синуса аорты*, располагающиеся между внутренней поверхностью стенки аорты и заслонками ее клапана. От луковицы аорты отходят *правая и левая венечные артерии*, кровоснабжающие сердце.

Изгибаясь влево, *дуга аорты* лежит над расходящимися здесь легочными артериями, перекидывается через начало левого главного бронха и в заднем средостении переходит в нисходящую часть аорты. От вогнутой стороны дуги аорты начинаются *ветви к трахее, бронхам и тимусу*, а от выпуклой стороны дуги отходят три крупных сосуда: справа лежит *плечеголовной ствол*, слева — *левые общая сонная и левая подключичная артерии*.

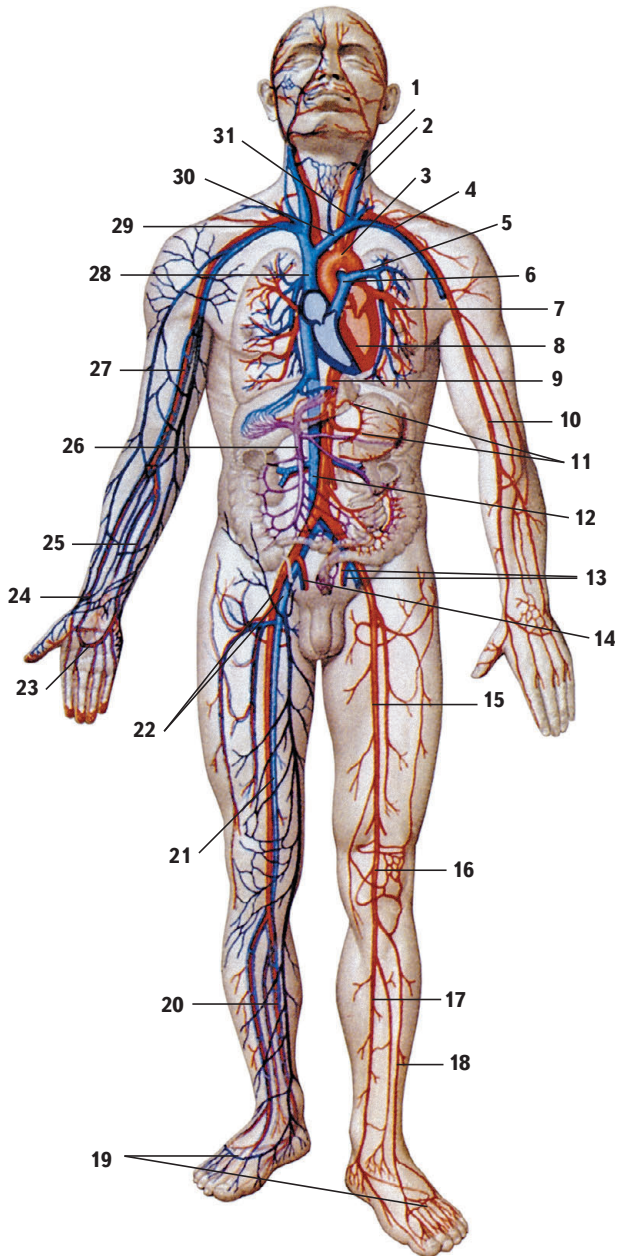
Нисходящая часть аорты делится на две части: грудную и брюшную. *Грудная часть аорты* расположена на позвоночнике асимметрично, слева от срединной линии и снабжает кровью внутренние органы, находящиеся в грудной полости, и ее стенки. От грудной части аорты отходят *10 пар задних межреберных артерий* (две верхние — от реберношейного ствола), *верхние диафрагмальные и внутренностные ветви (бронхиальные, пищеводные, перикардиальные, медиастинальные)*.

Из грудной полости аорта переходит в брюшную полость через аортальное отверстие диафрагмы. Книзу аорта постепенно смещается медиально, особенно в брюшной полости, и у места своего деления на две *общие подвздошные артерии* на уровне IV поясничного позвонка (*бифуркация аорты*) располагается по средней линии и продолжается в виде тонкой *срединной крестцовой артерии*, которая соответствует хвостовой артерии млекопитающих.

От *брюшной части аорты* отходят, считая сверху вниз, *нижние диафрагмальные артерии, чревный ствол, верхняя брыжеечная артерия, средние надпочечниковые, почечные, яичковые (м), яичниковые (ж), нижняя брыжеечная, поясничные артерии* (4 пары). Брюшная часть аорты кровоснабжает брюшные внутренности и стенки живота.

Рис. 136. Сердечно-сосудистая система:

1 — общая сонная артерия (левая); 2 — левая внутренняя яремная вена; 3 — дуга аорты; 4 — левые подключичные артерия и вена; 5 — левая легочная артерия; 6 — легочный ствол; 7 — левые легочные вены; 8 — сердце; 9 — нисходящая часть аорты; 10 — плечевая артерия; 11 — артерии желудка; 12 — нижняя полая вена; 13 — общие левые подвздошные артерия и вена; 14 — правые внутренние подвздошные артерия и вена; 15 — бедренная артерия; 16 — подколенная артерия; 17 — задняя большеберцовая артерия; 18 — передняя большеберцовая артерия; 19 — артерии и вены тыла стопы; 20 — артерии и вены голени; 21 — бедренная вена; 22 — правые наружные подвздошные артерия и вена; 23 — поверхностная ладонная дуга (артериальная); 24 — лучевые артерия и вена; 25 — локтевые артерия и вена; 26 — воротная вена; 27 — плечевые артерия и вена; 28 — верхняя полая вена; 29 — правая плечеголовная вена; 30 — плечеголовной ствол; 31 — левая плечеголовная вена



ВЕНЫ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Вены большого круга кровообращения разделяются на три системы: 1) *система верхней полой вены*; 2) *система нижней полой вены*, включающая *систему воротной вены печени*; 3) *система вен сердца*. Главный ствол каждой из этих вен открывается самостоятельным отверстием в полость правого предсердия. Вены системы верхней и нижней полых вен анастомозируют между собой (рис. 137).

Верхняя полая вена длиной 5–6 см, диаметром 2–2,5 см, не имеет клапанов, располагается в грудной полости в переднем (верхнем) средостении. Она образуется благодаря слиянию *правой и левой плечеголовных вен* позади соединения хряща I правого ребра с грудиной, спускается справа и сзади от восходящей части аорты и впадает в правое предсердие. Верхняя полая вена собирает кровь из верхней половины тела, головы, шеи, верхней конечности и грудной полости.

От головы кровь оттекает по *наружной и внутренней яремным венам*. Последняя выходит из полости черепа через яремное отверстие, являясь продолжением *сигмовидного синуса твердой мозговой оболочки* и, соединяясь с подключичной веной, образует *плечеголовную вену*. Через внутреннюю яремную вену кровь оттекает от головного мозга, поверхностные и глубокие вены которого впадают в близлежащие синусы твердой мозговой оболочки.

На верхней конечности различают *глубокие и поверхностные вены*, которые обильно анастомозируют между собой. Глубокие вены обычно по две прилежат к одноименной артерии. Лишь обе *плечевые вены* сливаются, образуя одну *подмышечную вену*. Поверхностные вены формируют широкопетлистую сеть, из которой кровь поступает в *латеральную подкожную вену* и *медиальную подкожную вену*, соединяющиеся *промежуточной веной локтя*. Кровь из поверхностных вен вливается в подмышечную вену.

Нижняя полая вена — самая крупная вена тела человека, ее диаметр у места впадения в правое предсердие достигает 3–3,5 см. Нижняя полая вена образуется слиянием *правой и левой общих подвздошных вен* на уровне межпозвоночного хряща, между IV и V поясничными позвонками справа и несколько ниже бифуркации брюшной части аорты на общие подвздошные артерии.

Нижняя полая вена находится забрюшинно справа от аорты, проходит через одноименное отверстие диафрагмы в грудную полость и проникает в полость перикарда, где сразу же впадает в правое предсердие на уровне межпозвоночного хряща, соединяющего тела VIII и IX грудных позвонков. Нижняя полая вена собирает кровь из нижних конечностей, стенок и внутренностей таза и живота.

Воротная вена собирает кровь из непарных органов брюшной полости: селезенки, поджелудочной железы, большого сальника, желчного пузыря и пищеварительного тракта, начиная с кардиального отдела желудка и кончая верхним отделом прямой кишки.

Воротная вена представляет собой короткий толстый ствол, который образуется позади головки поджелудочной железы благодаря слиянию верхней брыжеечной и селезеночной вен, в последнюю вливается нижняя брыжеечная вена (эти сосуды прилежат к одноименным артериям). Затем воротная вена идет вверх и вправо, проходит в печеночно-двенадцатиперстной связке, где лежит вместе с печеночной артерией и общим желчным протоком.

В отличие от всех прочих вен воротная вена, войдя в ворота печени, вновь распадается на все более мелкие ветви, вплоть до синусоидных капилляров долек печени, которые впадают в центральную вену дольки. Из центральных вен образуются поддольковые вены, которые, укрупняясь, собираются в печеночные вены, впадающие в нижнюю полую вену.

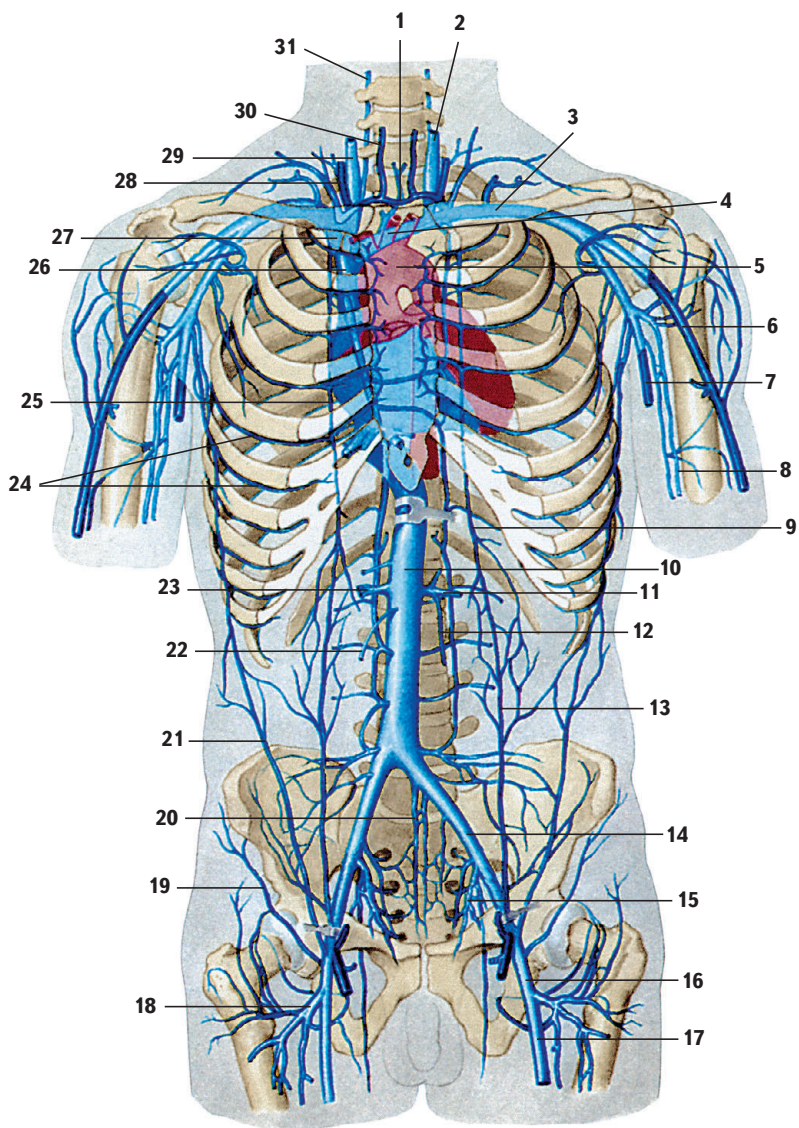


Рис. 137. Верхняя и нижняя полые вены и их притоки, вид спереди:

1 — яремная венозная дуга; 2 — внутренняя яремная вена; 3 — подключичная вена; 4 — левая плече-головная вена; 5 — дуга аорты; 6 — латеральная подкожная вена руки; 7 — медиальная подкожная вена руки; 8 — плечевая вена; 9 — верхняя надчревная вена; 10 — нижняя полая вена; 11 — левая почечная вена; 12 — левая яичниковая (яичковая) вена; 13 — левая нижняя надчревная вена; 14 — левая общая подвздошная вена; 15 — внутренняя подвздошная вена; 16 — наружная подвздошная вена; 17 — бедренная вена; 18 — глубокая вена бедра; 19 — поверхностная вена, огибающая подвздошную кость; 20 — срединная крестцовая вена; 21 — поверхностная надчревная вена; 22 — правая яичниковая (яичковая) вена; 23 — правая почечная вена; 24 — задние межреберные вены; 25 — внутренняя грудная вена; 26 — верхняя полая вена; 27 — правая плече-головная вена; 28 — правая наружная яремная вена; 29 — правая внутренняя яремная вена; 30 — передняя яремная вена; 31 — правая позвоночная вена

КРОВЬ

Кровь состоит из клеток, взвешенных в жидком межклеточном веществе сложного состава (плазма). Кровь выполняет следующие функции: транспортную, трофическую, защитную, остановки кровотечения. Кроме того, кровь участвует в сохранении постоянного состава и свойств внутренней среды организма — *гомеостаза* (греч. *homoios* — одинаковый и *stasis* — состояние, неподвижность). Общее количество крови у взрослого человека 4 — 6 л, что составляет 6 — 8% массы его тела (у мужчин в среднем около 5,4 л, у женщин — около 4,5 л). Около 84% крови находится в сосудах большого круга кровообращения, около 9% — малого и около 7% — в сердце. Около 64% общего количества крови находится в венах, около 6% — в капиллярах и около 18% — в артериях.

Плазма — это жидкая часть крови, в которой содержится до 91% воды, 6,5 — 8% белков, около 2% низкомолекулярных соединений; pH плазмы колеблется в пределах от 7,37 до 7,43, а удельный вес 1,025 — 1,029. Плазма богата как электролитами, так и неэлектролитами. Среди катионов преобладает Na (143 мэкв/л), K и Ca (по 5 мэкв/л каждый), Mg (2 мэкв/л); среди анионов — Cl (103 мэкв/л), бикарбонат (27 мэкв/л), фосфат (2 мэкв/л), органические кислоты (6 мэкв/л); среди неэлектролитов — глюкоза (5 мэкв/л) и мочевины (7 мэкв/л).

Белки плазмы (6,5 — 8 г/дл) (альбумины и глобулины) выполняют трофическую, транспортную, защитную, буферную функции, также участвуют в свертывании крови и создании коллоидно-осмотического давления. На долю плазмы приходится около 54% объема крови, на долю форменных элементов — около 44%. Часть объема крови, занимаемая его форменными элементами (точнее, эритроцитами), называется гематокритом. У мужчин он равен 44 — 46 об%, у женщин — 41 — 43 об%.

В крови содержатся безъядерные клетки *эритроциты* ($4,0 - 5,0 \times 10^{12}$ /л крови), *лейкоциты* ($4,0 - 6,0 \times 10^9$ /л крови), среди которых выделяют зернистые, или гранулоциты, а также незернистые, или агранулоциты (рис. 138).

К *зернистым лейкоцитам (гранулоцитам)* относятся нейтрофильные, эозинофильные и базофильные.

Нейтрофильные (полиморфноядерные) гранулоциты, которые составляют от 93 до 96% всех гранулоцитов, а общее их количество в крови взрослого человека колеблется в пределах 3×10^{12} .

Эозинофильные (ацидофильные) гранулоциты составляют от 0,5 до 5% циркулирующих лейкоцитов. В 1 мм^3 крови их число колеблется в пределах от 120 до 350. Количество этих клеток подвержено суточным колебаниям, которые связаны с ритмом секреции глюкокортикоидных гормонов коры надпочечника.

Количество *базофильных гранулоцитов* в циркулирующей крови невелико — около 0,5% всех лейкоцитов (40 — 50 клеток в 1 мм^3 крови).

К *незернистым лейкоцитам* относятся моноциты, которые составляют от 3 до 11% циркулирующих лейкоцитов крови (200 — 600 в 1 мм^3).

В крови постоянно присутствуют также клетки лимфоидного ряда (*лимфоциты*), которые являются структурными элементами иммунной системы.

В крови имеются также *кровяные пластинки (тромбоциты)*, число которых составляет $180,0 - 320,0 \times 10^9$ /л.

В 1900 — 1901 гг. австрийский ученый **К. Ландштейнер** открыл **группы крови**. В 1930 г. ему была присуждена Нобелевская премия «за открытие групп крови человека». Эритроцит покрыт плазмолеммой толщиной около 7 нм, в которую встроены антигены систем АВО и резус. *Антиген* — это любое вещество (обычно в его состав входит белок), которое способно вызвать иммунную реакцию. Иммунная реакция — это ответ организма на внедрение чужого агента. В плазме крови каждого человека имеются антитела против антигенов эритроцитов, которые не содержатся в его собственной крови. *Антитело* —

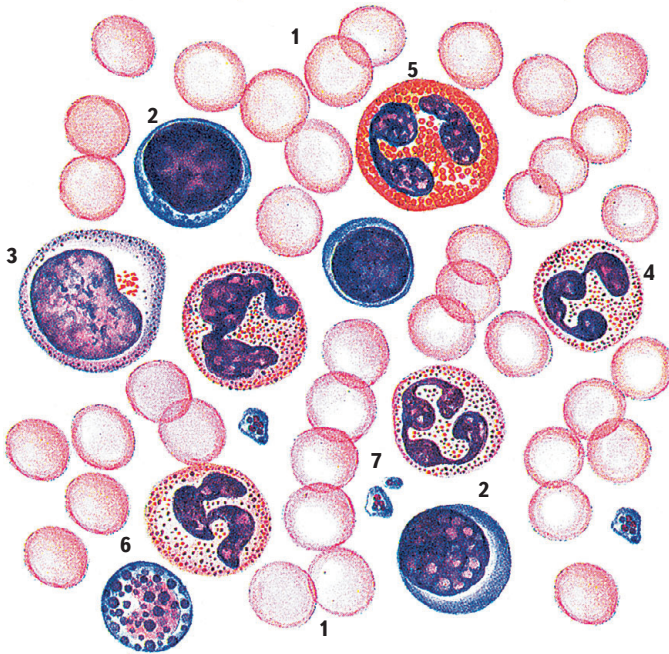


Рис. 138. Мазок периферической крови взрослого человека (общий вид):

1 — эритроциты; 2 — лимфоциты; 3 — моноцит; 4 — нейтрофильные гранулоциты; 5 — эозинофильные гранулоциты; 6 — базофильные гранулоциты; 7 — тромбоциты

это молекула белка, которая вырабатывается одной из клеток иммунной системы в ответ на внедрение антигена. К. Ландштейнер описал четыре группы крови (табл. 10). Он обнаружил, что при смешивании плазмы крови одного человека и эритроцитов другого часто происходит их агглютинация (склеивание). Это приводит к закупориванию мелких сосудов, что может привести к смертельному исходу.

В настоящее время принято переливать ТОЛЬКО одногруппную кровь!

В 1940 г. К. Ландштейнер открыл еще один фактор крови — резус (Rh-фактор). У 85% людей эритроциты несут на своей поверхности Rh-антиген, это Rh-положительные (Rh+), у других он отсутствует, их называют резус-отрицательными (Rh-). Если человеку с Rh- перельют кровь от Rh+ донора, то у первого в течение двух-четырех месяцев будут продуцироваться Rh-антитела, и если ему перелить еще раз Rh+ кровь, то произойдет агглютинация Rh+ эритроцитов. К. Ландштейнер обнаружил связь между Rh-фактором и желтухой новорожденных. Если Rh- женщина беременна от Rh+ мужчины, плод может оказаться Rh+. Тогда при первой беременности в организме матери вырабатываются Rh-антитела. При последующей беременности, если эта женщина вынашивает Rh+ плод, ее Rh-антитела проникают через плаценту в кровь плода и вызывают у него агглютинацию эритроцитов, что приводит к желтухе новорожденного.

Таблица 10. Группы крови человека

Группа крови	О	А	В	АВ
Частота в популяции	46%	42%	9%	3%
Агглютиногены	—	А	В	А + В
Агглютинины	$\alpha + \beta$	β	α	—

ЛИМФОИДНЫЕ ОРГАНЫ (ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ)

Лимфоидная система объединяет органы и ткани, обеспечивающие защиту организма от генетически чужеродных клеток или веществ, поступающих извне либо образующихся в организме.

К органам иммунной системы (лимфоидные органы), по современным данным, относятся все органы, которые участвуют в образовании клеток, осуществляющих защитные реакции организма (лимфоциты, плазматические клетки).

Иммунные органы построены из *лимфоидной ткани*, которая представляет собой ретикулярную строму с расположенными в ее петлях клетками лимфоидного ряда: *лимфоцитами* различной степени зрелости (бласты, большие, средние и малые лимфоциты), молодыми и зрелыми *плазматическими клетками* (плазмобласты, плазмоциты), а также *макрофагами* и другими клеточными элементами.

К **лимфоидным органам** относят *костный мозг*, *тимус*, скопления лимфоидной ткани, расположенные в стенках полых органов пищеварительной, дыхательной систем и мочеполового аппарата (*миндалины*, *лимфоидные — пейеровы — бляшки тонкой кишки*, *одиночные лимфоидные узелки* в слизистых оболочках внутренних органов), *червеобразный отросток (аппендикс)*, *лимфатические узлы* (и лимфатическая система в целом), *селезенка* (рис.139).

Костный мозг и тимус, в которых из стволовых клеток дифференцируются лимфоциты, относятся к центральным органам иммунной системы, остальные являются периферическими органами иммуногенеза.

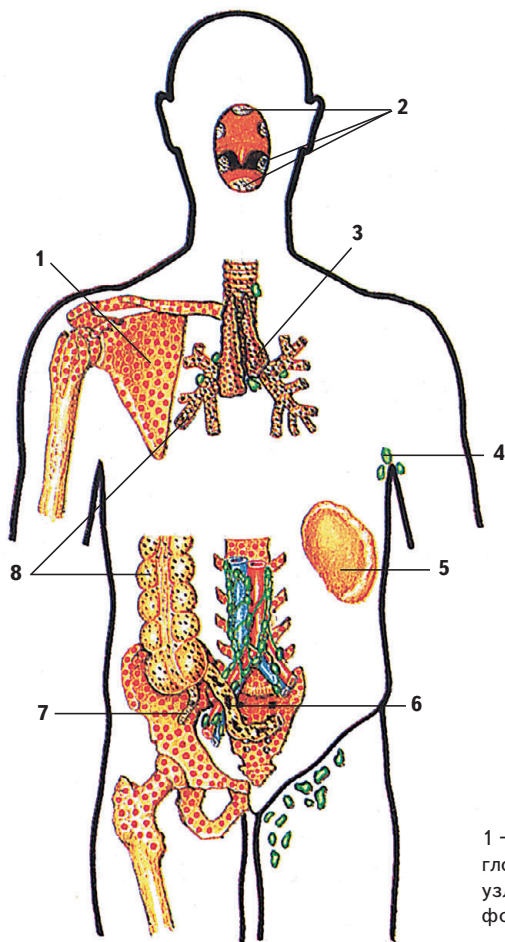


Рис. 139. Расположение центральных и периферических органов иммунной системы у человека (схема):

1 — костный мозг; 2 — миндалины лимфоидного глоточного кольца; 3 — тимус; 4 — лимфатические узлы (подмышечные); 5 — селезенка; 6 — лимфоидная (пейерова) бляшка; 7 — аппендикс; 8 — лимфоидные узелки