

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра анатомии человека
с курсом оперативной хирургии и топографической анатомии

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям
по анатомии человека и топографической анатомии
для студентов 1–4 курсов лечебного, медико-диагностического
факультетов и факультета по подготовке специалистов
для зарубежных стран медицинских вузов

Гомель
ГомГМУ
2014

УДК 611.12(072)
ББК 54.54:54.101я73
Ф 94

Авторы:

*М. А. Абрамович, Е. В. Ранкович, В. Н. Жданович,
Е. Ю. Дорошкевич, С. В. Дорошкевич*

Рецензенты:

доктор медицинских наук, доцент,
заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней

А. Л. Калинин;

кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры анатомии
Белорусского государственного медицинского университета

Н. А. Трушель;

кандидат медицинских наук, доцент,
заместитель директора по научной работе
Республиканского научно-практического центра
радиационной медицины и экологии человека

Э. А. Надыров

Функциональная анатомия сердца: учеб.-метод. пособие к практи-
Ф 94 ческим занятиям по анатомии человека и топографической анато-
мии для студентов 1–4 курсов лечебного, медико-диагностического
факультетов и факультета по подготовке специалистов для зарубеж-
ных стран медицинских вузов / М. А. Абрамович [и др.]. — Гомель:
ГомГМУ, 2014. — 44 с.
ISBN 978-985-506-680-5

Учебно-методическое пособие содержит основные сведения по функциональной анатомии сердца и соответствует учебным программам по дисциплинам «Анатомия человека» и «Топографическая анатомия».

Данное учебно-методическое пособие окажет значительную помощь при подготовке к практическим занятиям и экзамену.

Предназначено для самостоятельной подготовки студентов 1–4 курсов лечебного, медико-диагностического факультетов и факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран медицинских вузов.

Утверждено и рекомендовано к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 14 октября 2014 г., протокол № 7.

УДК 611.12(072)
ББК 54.54:54.101я73

ISBN 978-985-506-680-5

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список условных обозначений	4
1. Сердечно-сосудистая система	5
1.1. Малый круг кровообращения.....	5
1.2. Большой круг кровообращения.....	5
1.3. Топография, проекция клапанов сердца на переднюю грудную стенку, рентгеноанатомия сердца	6
1.4. Внешнее строение сердца.....	8
1.5. Полость сердца.....	9
1.6. Строение стенки сердца	14
1.7. Свойства сердечной мышцы и их структурная основа	18
1.8. Проводящая система сердца.....	20
1.9. Сосуды сердца.....	22
1.10. Нервы сердца.....	26
2. Особенности кровообращения у плода.....	27
3. Изменения кровообращения после рождения.....	28
4. Пороки сердца	30
4.1. Врожденные пороки сердца	30
4.1.1. Пороки сердца без цианоза («белые»).....	31
4.1.2. Цианотические пороки сердца («синие»)	37
4.2. Приобретенные пороки сердца	40
Литература.....	42

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БКК	— большой круг кровообращения
ВПС	— врожденный порок сердца
ДМПП	— дефект межпредсердной перегородки
ДМЖП	— дефект межжелудочковой перегородки
ЛЖ	— левый желудочек
ЛП	— левое предсердие
МКК	— малый круг кровообращения
ОАП	— открытый артериальный проток
ПЖ	— правый желудочек
ПП	— правое предсердие
ССС	— сердечно-сосудистая система
СУА	— стеноз устья аорты
ТМА	— транспозиция магистральных сосудов

1. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Цельное представление о каком-либо органе может быть создано только на основе единства знаний о его структуре и функции. Строение и функция сердца, как и каждого органа, непрерывно приспособлялись в процессе эволюции к выполнению все более сложных задач, усложнялись и совершенствовались. Роль сердца в системе кровообращения состоит в создании давления крови, превышающего уровень давления в артериальном русле, вследствие чего становится возможным ее изгнание как в большой, так и в малый круг кровообращения. Сердце, таким образом, работает как насос, накачивающий кровь в систему с достаточно высоким давлением, благодаря которому и происходит движение крови по сосудам.

К ССС относятся сердце и кровеносные сосуды, по которым кровь выносится из сердца и поступает к органам, — артерии, а сосуды, приносящие кровь к сердцу, — вены.

Сердечно-сосудистая система выполняет функции транспорта крови, а вместе с ней питательных и активизирующих веществ к органам и тканям (кислород, глюкоза, белки, гормоны, витамины и др.), а от органов и тканей по кровеносным сосудам (венам) переносятся продукты обмена веществ.

1.1. Малый круг кровообращения

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке, из которого выходит *легочный ствол, truncus pulmonalis*, и заканчивается в левом предсердии, куда впадают *легочные вены, venae pulmonales*. От сердца к легким (легочный ствол) поступает венозная кровь, а к сердцу (легочные вены) притекает артериальная кровь. Поэтому МКК называют также легочным.

1.2. Большой круг кровообращения

Большой круг кровообращения начинается в ЛЖ, откуда выходит аорта, и заканчивается в ПП, в которое впадают верхняя и нижняя полые вены. По аорте и ее ветвям артериальная кровь, содержащая кислород и другие вещества, направляется ко всем частям тела. К каждому органу подходит одна или несколько артерий. Из органов выходят вены, которые, сливаясь друг с другом, в конечном итоге образуют самые крупные венозные сосуды тела человека — верхнюю и нижнюю полые вены, впадающие в правое предсердие. Между артериями и венами находится дистальная часть ССС — *микроциркуляторное русло*, являющееся путями местного кровотока, где обеспечивается взаимодействие крови и тканей. Микроциркуляторное русло начинается самым мелким артериальным сосудом — артериолой. В него входит капиллярное звено (прекапилляры, капилляры и посткапилляры), из которого формируются венулы.

В пределах микроциркуляторного русла встречаются сосуды прямого перехода крови из артериолы в венулу — артериоловеноулярные анастомозы. Обычно к капиллярной сети подходит сосуд артериального типа (артериола), а выходит из нее венула.

Сердце, cor — четырехкамерный, представляющий собой почти конусообразный, полый орган с хорошо развитыми мышечными стенками. Распологается в грудной полости в составе органов среднего средостения, заключено в *перикард, pericardium*, и фиксировано крупными кровеносными сосудами.

Размеры сердца взрослого человека индивидуальны. Длина его достигает 12–15 см, ширина — 8–11 см, толщина — 6–8 см. Масса сердца 220–300 г. У мужчин размеры и масса сердца больше, чем у женщин, и стенки его несколько толще.

Продольная ось сердца направлена косо — справа налево, сверху вниз и сзади наперед. **Верхушка сердца, apex cordis**, обращена вниз, влево и вперед, а более широкое **основание сердца, basis cordis**, — кверху и кзади. Нижняя, уплощенная, **диафрагмальная поверхность, facies diaphragmatica, inferior**, прилегает к диафрагме. Передняя, более выпуклая **грудинно-реберная поверхность, facies sternocostalis, anterior**, обращена к груди и реберным хрящам. Поверхности переходят одна в другую закругленными краями, при этом **правый край (поверхность), margo dexter**, более длинный и острый, левая **легочная (боковая) поверхность, facies pulmonalis**, — более короткая и округлая.

1.3. Топография, проекция клапанов сердца на переднюю грудную стенку, рентгеноанатомия сердца

Сердце располагается в среднем средостении ассиметрично. Большая часть его находится слева от срединной линии, справа остаются только ПП и обе полые вены. Длинная ось сердца расположена косо сверху вниз, справа налево, сзади наперед, образуя с осью всего тела угол приблизительно в 40°. Сердце при этом как бы повернуто таким образом, что правый венозный отдел его лежит больше кпереди, левый артериальный — кзади (рисунок 1).

Выходные отверстия желудочков (аорта и легочный ствол) лежат на уровне III левого реберного хряща: легочный ствол, *ostium truncipulmonalis*, — у грудинного конца этого хряща, аорта, *ostium aortae*, — позади грудины, несколько вправо. Оба *ostia atrioventricularia* проецируются на прямой линии, идущей по груди от третьего левого к пятому правому межреберному промежутку.

При **аускультации** сердца (выслушивании тонов клапанов с помощью фонендоскопа) тоны сердечных клапанов выслушиваются в определенных местах: митрального — у верхушки сердца, трехстворчатого — на груди справа против V реберного хряща; тон клапанов аорты — у края грудины во втором межреберье справа; тон клапанов легочного ствола — во втором межреберье слева от грудины.

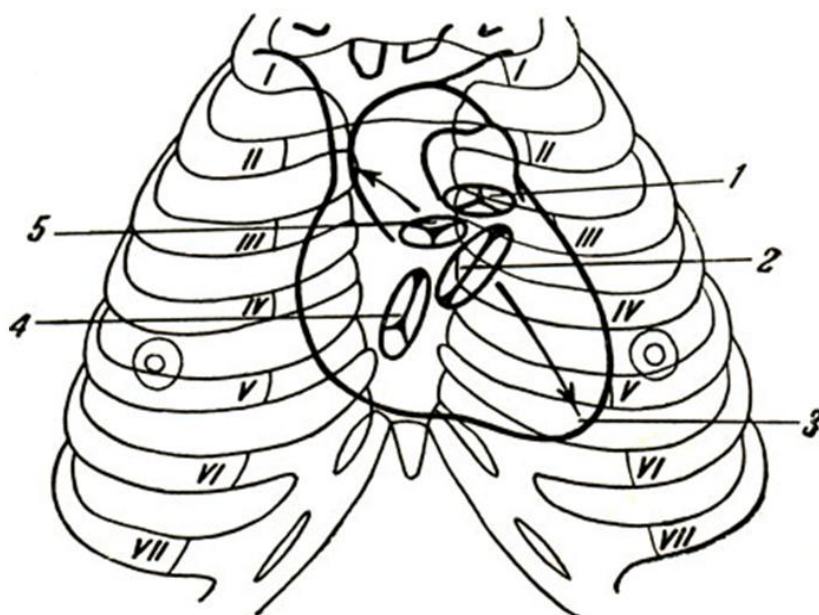


Рисунок 1 — Проекция на переднюю поверхность грудной стенки сердца, створчатых и полулунных клапанов:

1 — проекция легочного ствола; 2 — проекция левого предсердно-желудочкового (двустворчатого) клапана; 3 — верхушка сердца; 4 — проекция правого предсердно-желудочкового (трехстворчатого) клапана; 5 — проекция полулунного клапана аорты

Примечание: стрелками показаны места выслушивания левого предсердно-желудочкового и аортального клапанов.

Рентгеноанатомия сердца. Рентгенологическое исследование сердца живого человека производится преимущественно путем рентгеноскопии грудной клетки в различных ее положениях. Благодаря этому удастся осмотреть сердце со всех сторон и получить представление о его форме, величине и положении, а также о состоянии его отделов (желудочков и предсердий) и связанных с ними крупных сосудов (аорта, легочные артерии, полые вены).

Форма положения сердца зависит от телосложения, пола, возраста, различных физиологических состояний и других факторов. По форме и положению различают 3 типа положения сердца:

1) *косое* (встречается чаще всего), тень сердца с прилегающими сосудами имеет треугольную форму, «талиа» сердца выражена слабо, угол наклона длинной оси сердца составляет $43\text{--}48^\circ$;

2) *горизонтальное*, силуэт тени сердца с прилегающими сосудами занимает почти горизонтальное положение, угол наклона оси равен $32\text{--}42^\circ$, «талиа» выражена резко, длинник сердца при этом уменьшен, поперечник увеличен;

3) *вертикальное*, силуэт тени сердца с прилегающими сосудами занимает почти вертикальное положение, угол наклона равен $49\text{--}56^\circ$, «талиа» сглажена, длинник сердца увеличен, поперечник уменьшен.

На переднюю грудную стенку **границы сердца проецируются:**

- ✓ верхняя граница — верхний край хрящей 3-й пары ребер;
- ✓ левая граница по дуге от хряща третьего левого ребра до проекции верхушки;
- ✓ верхушка в левом пятом межреберье на 1–2 см медиальнее левой среднеключичной линии;
- ✓ правая граница на 2 см правее правого края грудины;
- ✓ нижняя от верхнего края хряща пятого правого ребра к проекции верхушки.

У новорожденных сердце почти целиком слева и лежит горизонтально.

У детей до года верхушка на 1 см латеральнее левой среднеключичной линии, в четвертом межреберном промежутке.

1.4. Внешнее строение сердца

На поверхности сердца различают 3 борозды. *Венечная борозда, sulcus coronaries*, располагается поперечно и на границе между предсердиями и желудочками. *Передняя и задняя межжелудочковые борозды, sulci interventriculares anterior et posterior*, отделяют один желудочек от другого. На груднореберной поверхности венечная борозда доходит до краев легочного ствола. Место перехода передней межжелудочковой борозды в заднюю соответствует небольшому углублению — *вырезке верхушки сердца, incisura apici cordis*. В бороздах залегают сосуды сердца (рисунки 2, 3).

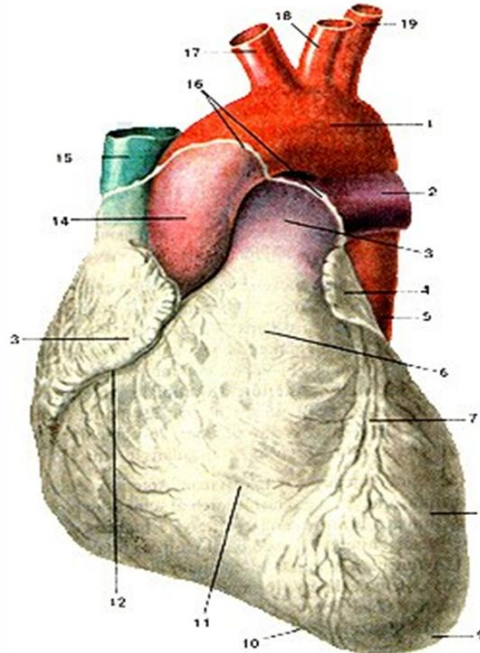


Рисунок 2 — Груднореберная (передняя) поверхность:

- 1 — arcus aortae; 2 — a. pulmonalis dextra; 3 — truncus pulmonalis; 4 — auricula sinistra;
5 — pars descendens aortae; 6 — conus arteriosus; 7 — sulcus interventricularis anterior;
8 — ventriculus sinister; 9 — apex cordis; 10 — incisura apices cordis; 11 — ventriculus dexter;
12 — sulcus coronarius; 13 — auricula dextra; 14 — pars ascendens aortae;
15 — v. cava superior; 16 — место перехода перикарда в эпикард;
17 — truncus brachiocephalicus; 18 — a. carotis communis sinistra; 19 — a. subclavia sinistra

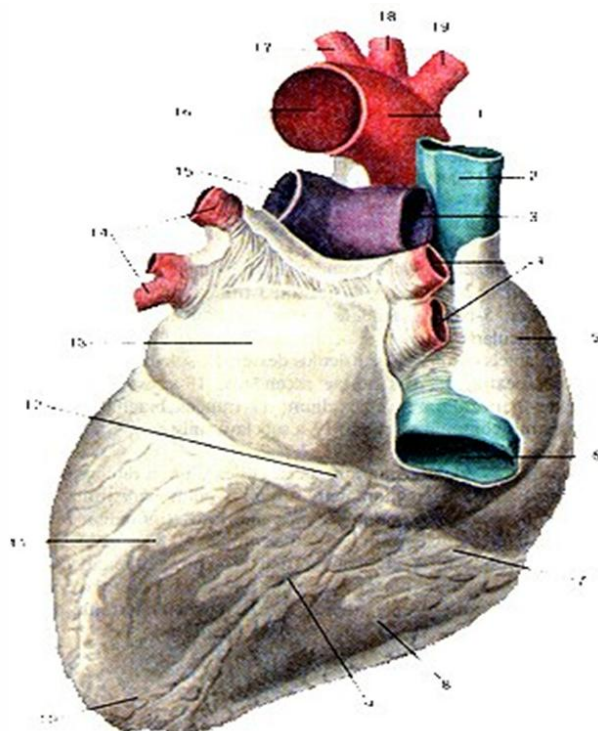


Рисунок 3 — Диафрагмальная (нижняя) поверхность:

- 1 — arcus aortae; 2 — v. cava superior; 3 — a. pulmonalis dextra;
 4 — vv. pulmonales superior et inferior dextrae; 5 — atrium dextrum; 6 — v. cava inferior;
 7 — sulcus coronarius; 8 — ventriculus dexter; 9 — sulcus interventricularis posterior (inferior);
 10 — apex cordis; 11 — ventriculus sinister; 12 — sulcus coronarius; 13 — atrium sinistrum;
 14 — vv. pulmonales superior et inferior sinistralae; 15 — a. pulmonalis sinistra;
 16 — aorta; 17 — a. subclavia sinistra; 18 — a. carotis communis sinistra;
 19 — truncus brachiocephalicus

1.5. Полость сердца

Сердце состоит из 4 камер: *правое предсердие, atrium dextrum, правый желудочек, ventriculus dexter, левое предсердие, atrium sinistrum, и левый желудочек, ventriculus sinister*. Предсердия принимают кровь из вен и проталкивают ее в желудочки; желудочки выбрасывают кровь в артерии: правый — через легочный ствол в легочные артерии, а левый — в аорту, от которой к органам и стенкам тела отходят многочисленные артерии. Правая половина сердца содержит венозную кровь, левая половина — артериальную. Между собой они не сообщаются. Каждое предсердие соединяется с соответствующим желудочком предсердно-желудочковым отверстием (правым или левым), каждое из которых закрывается створчатыми клапанами. Легочный ствол и аорта у своего начала имеют полулунные клапаны.

Полости предсердий отделяются одна от другой *межпредсердной перегородкой, septum interatriale*, полости желудочков — *межжелудочковой перегородкой, septum interventriculare*; положение последней соответствует на поверхности сердца передней и задней межжелудочковым бороздам.

Между предсердиями и желудочками различают *предсердно-желудочковую перегородку, septum atrioventriculare*.

Предсердия сообщаются с соответствующими желудочками сердца посредством *предсердно-желудочковых отверстий, ostium atrioventriculare*: правое предсердие с правым желудочком — через *правое предсердно-желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare dextrum*, левое предсердие с левым желудочком — через *левое предсердно-желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare sinistrum*.

Правое предсердие, atrium dextrum, расположено в правой части основания сердца, имеет форму неправильного куба.

Более расширенная часть ПП (является местом впадения крупных венозных стволов) — *синус полых вен, sinus venarum cavarum*. Суженная часть предсердия спереди переходит в *правое ушко, auricular dextra*, которое своей внутренней искривленной поверхностью прилежит к луковице аорты. Обе эти части на наружной поверхности разделены *пограничной бороздой, sulcus terminalis*.

В ПП впадают две — верхняя и нижняя — полые вены, венечный синус и мелкие собственные вены сердца.

Верхняя полая вена, v. cava superior, открывается на границе верхней и передней стенок ПП *отверстием верхней полых вены, ostium venae cavae superioris*.

Нижняя полая вена, v. cava inferior, открывается на границе верхней и задней стенок ПП *отверстием нижней полых вены, ostium venae cavae inferioris*.

По переднему краю устья нижней полых вены со стороны полости предсердия располагается полулунной формы *заслонка нижней полых вены* (евстахиева заслонка), *valvula venae cavae inferioris*, которая идет к *овальной ямке, fossa ovalis*, на перегородке предсердий, с помощью которой кровь у плода направляется из нижней полых вены через овальное отверстие в полость левого предсердия. Между местом впадения верхней и нижней полых вен, на внутренней поверхности предсердия, располагается *межвенный бугорок* (ловеров бугорок), *tuberculum intervenosum*.

На внутренней поверхности правого ушка и прилегающего к нему участка передней стенки ПП видны выступающие в полость предсердия продольные мышечные валики — *гребенчатые мышцы, mm. pectinati*, которые начинаются в области *пограничного гребня, crista terminalis*, которому на наружной поверхности предсердия соответствует пограничная борозда. По окружности венечного синуса гребенчатые мышцы отсутствуют.

Предсердие сообщается с желудочком через *правое предсердно-желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare dextrum*. Между последним и отверстием нижней полых вены находится *отверстие венечного синуса, ostium sinus coronarii*. В его устье видна тонкая серповидная складка — *заслонка венечного синуса* (тебезиева заслонка), *valvula sinus coronarii*. Рядом с от-

вертием венечного синуса имеются точечные *отверстия наименьших вен сердца, foramina venarum minimarum*, впадающих в ПП самостоятельно.

Правый желудочек, *ventriculus dexter*, располагается справа и спереди от ЛЖ, по форме напоминает трехгранную пирамиду с вершуккой, обращенной вниз. Его слегка выпуклую медиальную (левую) стенку составляет *межжелудочковая перегородка, septum interventriculdris*, отделяющая ПЖ от левого. Большая часть перегородки — мышечная, *pars muscularis*, а меньшая, расположенная в самом верхнем отделе ближе к предсердиям, — перепончатая, *pars membranacea*.

Нижняя стенка желудочка, прилежащая к сухожильному центру диафрагмы, уплощена, а передняя — выпуклая кпереди. В верхней, наиболее широкой, части желудочка имеются 2 отверстия: сзади — *правое предсердно-желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare dextrum*, через которое венозная кровь поступает в желудочек из правого предсердия, а спереди — *отверстие легочного ствола, ostium truncipulmonalis*, через которое кровь направляется в легочный ствол.

Участок желудочка, из которого выходит легочный ствол, называется *артериальным конусом (воронка), conus arteriosus (infundibulum)*. Небольшой *наджелудочковый гребень, crista supraventriculdris*, отграничивает его изнутри от остальной части ПЖ.

Правое предсердно-желудочковое отверстие закрывается *правым предсердно-желудочковым (трехстворчатым) клапаном, valva atrioventricularis dextra (valva tricuspidalis)* (рисунки 4, 5), фиксированным на плотном соединительнотканном фиброзном кольце, ткань которого продолжается в створки клапана. На передней полуокружности отверстия укреплена передняя *створка клапана, cuspis anterior*, на заднелатеральной — *задняя створка, cuspis posterior*, и, наконец, на медиальной полуокружности — наименьшая из них — *медиальная — перегородочная створка, cuspis septalis*. При сокращении предсердий створки клапана прижимаются током крови к стенкам желудочка и не препятствуют ее прохождению в полость последнего. При сокращении желудочков свободные края створок смыкаются, но в предсердие не выворачиваются, так как со стороны желудочка их удерживают натягивающиеся плотные соединительнотканые тяжи — *сухожильные хорды, chordae tendineae*.

Внутренняя поверхность ПЖ (за исключением артериального конуса) неровная, здесь видны выступающие в просвет желудочка тяжи — *мясистые трабекулы, trabeculae carneae*, и конусовидные *сосочковые мышцы, mm. papillares*. От вершины каждой из этих мышц — передней (наиболее крупной) и задней (*mm. papillares anterior et posterior*) начинается большинство (по 10–12) сухожильных хорд; часть которых иногда берет свое начало от мясистых трабекул межжелудочковой перегородки (перегородочные сосочковые мышцы), прикрепляющиеся к свободным краям двух соседних створок, а также к их поверхностям, обращенным в полость желудочка.

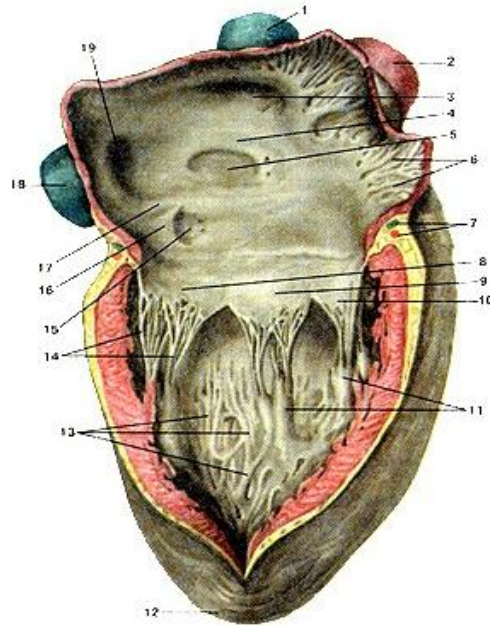


Рисунок 4 — Сердце, *cor*; вид справа:

- 1 — v. cava superior; 2 — aorta; 3 — ostium v. cavae superioris; 4 — limbus fossae ovalis;
 5 — fossa ovalis; 6 — mm. pectinati; 7 — vasa cordis; 8 — cuspis posterior;
 9 — cuspis septalis; 10 — cuspis anterior; 11 — mm. septales papillares;
 12 — apex cordis; 13 — trabeculae carneae; 14 — chordae tendineae;
 15 — ostium sinus coronarii; 16 — valvula sinus coronarii; 17 — valvula v. cavae inferioris;
 18 — v. cavae inferioris; 19 — ostium v. cavae inferioris

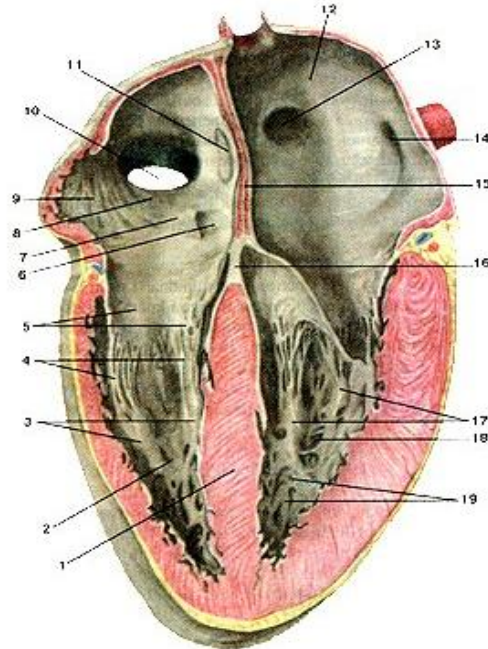


Рисунок 5 — Сердце, *cor*; вид спереди:

- 1 — pars muscularis; 2 — trabeculae carneae; 3 — mm. papillares; 4 — chordae tendineae;
 5 — valva atrioventricularis dextra; 6 — устье sinus coronarius; 7 — valvula sinus coronarii;
 8 — atrium dextrum; 9 — mm. pectinati; 10 — ostium v. cavae inferioris; 11 — fossa ovalis;
 12 — atrium sinistrum; 13 — ostium v. pulmonalis inferior dextra;
 14 — ostium v. pulmonalis sinistrae

Непосредственно вначале легочного ствола располагается *клапан легочного ствола, valve truncipulmonalis*, состоящий из трех расположенных по кругу полулунных заслонок: передней, левой и правой, *valvula semilunaris anterior, valvula semilunaris dextra et valvula semilunaris sinistra*. Их выпуклая (нижняя) поверхность обращена в полость ПЖ, а вогнутая (верхняя) и свободный край — в просвет легочного ствола. Середина свободного края каждой из этих заслонок утолщена за счет *узелков полулунных заслонок, nodulus valvulae semilunaris*, которые способствуют более плотному смыканию полулунных заслонок при их закрытии. Между стенкой легочного ствола и каждой из полулунных заслонок имеется небольшой карман — *синус легочного ствола, sinus truncipulmonalis*. При сокращении мускулатуры желудочка полулунные заслонки (клапаны) прижимаются током крови к стенке легочного ствола и не препятствуют прохождению крови из желудочка; при расслаблении, когда давление в полости желудочка падает, возвратный ток крови заполняет синусы и раскрывает заслонки. Их края смыкаются и не пропускают кровь в полость ПЖ (рисунок 6).

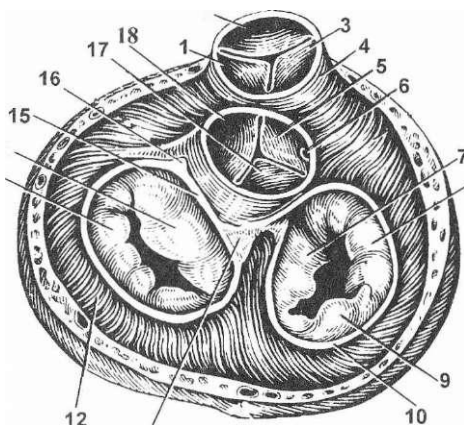


Рисунок 6 — Фиброзные кольца сердца:

- 1 — *valvula semilunaris anterior tr. pulmonalis*;
 2 — *valvula semilunaris dextratr. pulmonalis*; 3 — *valvula semilunaris sinistratr. pulmonalis*;
 4 — *conus arteriosus*; 5 — *valvula semilunaris dextra aortae*; 6 — *valvula semilunaris sinistra aortae*;
 7 — *valvula semilunaris posterior aortae*; 8 — *a. coronaria dextra*; 9 — *ventriculus dexter*;
 10 — *ventriculus sinister*; 11 — *cusps septalis*; 12 — *cusps anterior*; 13 — *cusps posterior*;
 14 — *annulus fibrosus*; 15 — *v. cordis magna*; 16 — правый фиброзный треугольник;
 17 — левый фиброзный треугольник; 18 — *annulus fibrosus sinister*;
 19 — *cusps anterior*; 20 — *cusps posterior*

Левое предсердие, atrium sinistrum, имеет неправильную кубовидную форму, ограничено от правого гладкой межпредсердной перегородкой. Находящаяся на ней овальная ямка, более четко выражена со стороны ЛП. В ЛП имеется 5 отверстий, четыре из них расположены сверху и сзади. Это *отверстия легочных вен, ostium venarum pulmondlum*. Легочные вены лишены клапанов. Пятое, самое большое, отверстие ЛП — *левое предсердно-*

желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare sinistrum, сообщающее предсердие с одноименным желудочком. Передняя стенка предсердия имеет обращенное кпереди конусообразное расширение — *левое ушко, auricula sinistra*. Со стороны полости стенка ЛП гладкая, так как гребенчатые мышцы располагаются лишь в ушке предсердия.

Левый желудочек, ventriculus sinister, конусовидный, с основанием, обращенным кверху. В верхнем, наиболее широком отделе желудочка расположены отверстия; сзади и слева находится *левое предсердно-желудочковое отверстие, ostium atrioventriculare sinistrum*, а правее его — *отверстие аорты, ostium aortae*. Митральный клапан (*левый предсердно-желудочковый клапан*), *valva atrioventricularis sinistra (valva mitralis)*, состоит из 2 створок треугольной формы — передней створки, *cuspis anterior*, которая начинается от медиальной полуокружности отверстия (около межжелудочковой перегородки), и задней створки, *cuspis posterior*, меньшей, чем передняя, начинающейся от латеральнозадней полуокружности отверстия.

На внутренней поверхности желудочка (особенно в области верхушки) много крупных мясистых трабекул и две *сосочковые мышцы: передняя, m. papillaris anterior*, и задняя, *m. papillaris posterior*, с их толстыми сухожильными хордами, прикрепляющимися к створкам предсердно-желудочкового клапана. Перед входом в отверстие аорты поверхность желудочка гладкая. *Клапан аорты, valva aortae*, состоит из *трех полулунных заслонок*: задней, *valvula semilunaris posterior*; правой, *valvula semilunaris dextra*, и левой, *valvula semilunaris sinistra*. Между каждой заслонкой и стенкой аорты имеется *синус, sinus aortae*. Заслонки аорты толще, а узелки полулунных заслонок, расположенные на середине свободных краев, крупнее, чем в легочном стволе.

1.6. Строение стенки сердца

Стенку сердца составляют 3 слоя: тонкий внутренний слой — *эндокард*, толстый мышечный слой — *миокард* и тонкий наружный слой — *эпикард*, который является висцеральным листком серозной оболочки сердца — перикарда (околосердечная сумка).

Эндокард, endocardium, выстилает изнутри полости сердца, повторяя их сложный рельеф и покрывая сосочковые мышцы с их сухожильными хордами. Предсердно-желудочковые клапаны, клапан аорты и клапан легочного ствола, а также заслонки нижней полой вены и венечного синуса образованы дубликатами эндокарда, внутри которых располагаются соединительнотканые волокна.

Средний слой стенки сердца — **миокард, myocardium** (рисунок 7), образован сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью и состоит из сердечных миоцитов (кардиомиоцитов), соединенных между собой большим количеством перемычек (вставочных дисков), с помощью которых они

связаны в мышечные комплексы или волокна, образующие узкопетливую сеть, которая обеспечивает полное ритмичное сокращение предсердий и желудочков. Толщина миокарда наименьшая у предсердий, а наибольшая — у левого желудочка.

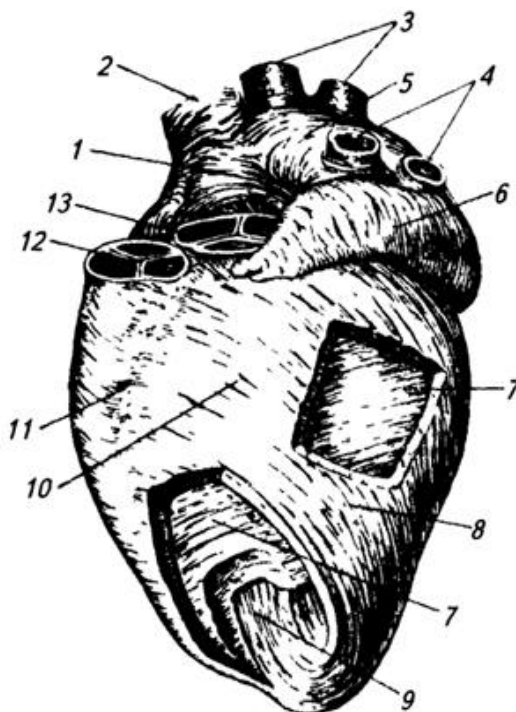


Рисунок 7 — Сердце, сог. Расположение слоев миокарда:

1 — atrium dextrum; 2 — v. cava superior; 3 — vv. pulmonales superior et inferior dextrae; 4 — vv. pulmonales superior et inferior sinistrae; 5 — atrium sinistrum; 6 — auricula sinistra; 7 — круговой, 8 — наружный продольный и 9 — внутренний продольный мышечный слой; 10 — ventriculus sinister; 11 — sulcus interventricularis anterior; 12 — valva trunci pulmonalis; 13 — valva aortae

Мышечные волокна предсердий и желудочков начинаются от фиброзных колец, полностью отделяющих миокард предсердий от миокарда желудочков. Эти фиброзные кольца, как и ряд других соединительнотканых образований сердца, входят в состав его мягкого скелета. К скелету сердца относятся:

✓ соединенные между собой *правое и левое фиброзные кольца, anulifibrosi dexter et sinister*, которые окружают правое и левое предсердно-желудочковые отверстия и составляют опору правого и левого предсердно-желудочковых клапанов (их проекция извне соответствует венечной борозде сердца);

✓ *правый и левый фиброзные треугольники, trigonum fibrosum dextrum et trigonum fibrosum sinistrum*, — плотные пластинки, которые справа и слева прилежат к задней полуокружности аорты и образуются в результате слияния левого фиброзного кольца с соединительнотканым кольцом отверстия аорты. Правый, наиболее плотный, фиброзный треугольник, который связывает между собой левое и правое фиброзные кольца и

соединительнотканное кольцо аорты, соединен с перепончатой частью межжелудочковой перегородки. В правом фиброзном треугольнике имеется небольшое отверстие, через которое проходят волокна предсердно-желудочкового пучка проводящей системы сердца.

Миокард предсердий отделен фиброзными кольцами от миокарда желудочков. Синхронность сокращений миокарда обеспечивает проводящая система сердца, единая для предсердий и желудочков. В предсердиях миокард состоит из 2 слоев: поверхностного, общего для обоих предсердий, и глубокого, раздельного для каждого из них. В первом содержатся мышечные волокна, расположенные поперечно, а во втором 2 вида мышечных пучков — продольные, которые берут начало от фиброзных колец, и круговые, петлеобразно охватывающие устья вен, впадающих в предсердия, наподобие сжимателей. Продольно лежащие пучки мышечных волокон выпячиваются в виде вертикальных тяжей внутрь полостей ушек предсердий и образуют гребенчатые мышцы.

Миокард желудочков состоит из трех различных мышечных слоев: *наружного* (поверхностного), *среднего* и *внутреннего* (глубокого). Наружный слой представлен мышечными пучками косо ориентированных волокон, которые, начинаясь от фиброзных колец, продолжаютсЯ вниз к верхушке сердца, где образуют *завиток сердца*, *vortex cordis*, и переходят во внутренний (глубокий) слой миокарда, пучки волокон которого расположены продольно. За счет этого слоя образуются сосочковые мышцы и мясистые трабекулы. Наружный и внутренний слой миокарда являются общими для обоих желудочков, а расположенный между ними средний слой, образованный круговыми (циркулярными) пучками мышечных волокон, отдельный для каждого желудочка. Межжелудочковая перегородка образована в большей своей части (ее мышечная часть) миокардом и покрывающим его эндокардом; основу верхнего участка этой перегородки (ее перепончатой части) составляет пластинка фиброзной ткани.

Наружная оболочка сердца — **эпикард**, *epicardium*, прилежащий к миокарду снаружи, является висцеральным листком серозного перикарда, построен по типу серозных оболочек и состоит из тонкой пластинки соединительной ткани, покрытой мезотелием. Эпикард покрывает сердце, начальные отделы восходящей части аорты и легочного ствола, конечные отделы полых и легочных вен. По этим сосудам эпикард переходит в париетальную пластинку серозного перикарда.

Перикард (околосердечная сумка), *pericardium* (рисунок 8), отграничивает сердце от соседних органов, является тонким и в то же время плотным прочным фиброзно-серозным мешком, в котором расположено сердце. Он состоит из 2 слоев, имеющих различное строение: наружного — фиброзного и внутреннего — серозного.

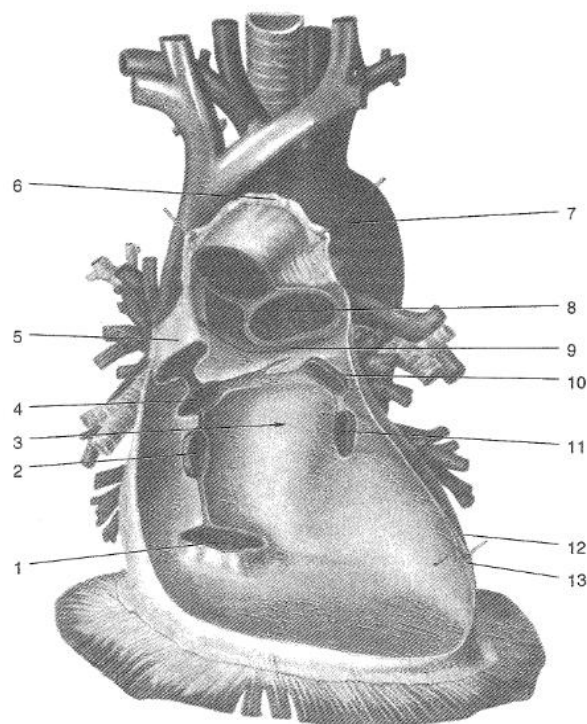


Рисунок 8 — Синусы перикарда (сердце удалено):

- 1 — v. cava inferior; 2 — vv. pulmonales dextrae (inferior); 3 — sinus obliquus pericardii;
 4 — vv. pulmonales dextrae (superior); 5 — v. cava superior; 6 — место перехода
 перикарда на сосуды; 7 — arcus aortae; 8 — a. pulmonalis dextra (устье);
 9 — стрелка, проведенная через sinus transversus pericardii;
 10 — vv. pulmonales sinistrae (superior); 11 — vv. pulmonales (inferior);
 12 — pericardium fibrosum; 13 — pericardium serosum

Наружный слой — *фиброзный перикард, pericardium fibrosum*, возле крупных сосудов сердца (у его основания) переходит в их адвентицию. *Серозный перикард, pericardium serosum*, имеет 2 пластинки — париетальную, *lamina parietalis*, которая выстилает изнутри фиброзный перикард, и висцеральную, *lamina visceralls (epicdrdium)*, которая покрывает сердце, являясь наружной его оболочкой — эпикардом. Париетальная и висцеральная пластинки переходят друг в друга в области основания сердца, в том месте, где фиброзный, перикард сращен с адвентицией крупных сосудов: аорты, легочного ствола, полых вен. Между париетальной пластинкой серозного перикарда снаружи и его висцеральной пластинкой имеется щелевидное пространство — *перикардальная полость, cavitas pericardidlis*, содержит небольшое количество серозной жидкости.

Перикард по форме напоминает неправильный конус, основание которого плотно (нижний отдел) сращено с сухожильным центром диафрагмы, а сверху (у вершины конуса) охватывает начальные отделы крупных сосудов: восходящую часть аорты, легочный ствол, а также верхнюю и нижнюю полые и легочные вены.

В перикарде различают 3 отдела: передний — *грудинореберный*, который соединен с задней поверхностью передней грудной стенки *грудиноперикардальными связками*, *lig. sternopericardica*, занимает участок между правой и левой медиастинальными плеврами; нижний — *диафрагмальный*, сращенный с сухожильным центром диафрагмы; *медиастиальный* отдел (правый и левый) — наиболее значительный по протяженности. С латеральных сторон и спереди этот отдел перикарда плотно сращен с медиастиальной плеврой. Слева и справа между перикардом и плеврой проходят диафрагмальный нерв и кровеносные сосуды. Сзади медиастиальный отдел перикарда прилежит к пищеводу, грудной части аорты, непарной и полунепарной венам, окруженным рыхлой соединительной тканью.

В полости перикарда между ним, поверхностью сердца и крупными сосудами имеются довольно глубокие карманы — пазухи. Прежде всего, это *поперечная пазуха перикарда*, *sinus transversus pericardii*, расположенная у основания сердца. Спереди и сверху она ограничена начальным отделом восходящей аорты и легочного ствола, а сзади — передней поверхностью ПП и верхней полой веной. *Косая пазуха перикарда*, *sinus obliquus pericardii*, находится на диафрагмальной поверхности сердца, ограничена основанием левых легочных вен слева и нижней полой веной справа. Передняя стенка этой пазухи образована задней поверхностью ЛП, задняя — перикардом. В месте перехода переднего отдела париетального серозного листка перикарда в диафрагмальный отдел образуется наиболее крупная *передненижняя пазуха перикарда*, *sinus pericardii anterior inferior*. При ранении сердца и выпотных перикардитах в этой пазухе скапливается кровь или экссудат. В этом месте выполняется пункция перикарда.

В кровоснабжении перикарда участвуют перикардиальные ветви грудной части аорты, ветви перикардодиафрагмальной артерии и ветви верхних диафрагмальных артерий. Вены перикарда, сопровождающие одноименные артерии, впадают в плечеголовые, непарную и полунепарную вены. Лимфатические сосуды перикарда направляются к латеральным перикардиальным, предперикардиальным, передним и задним средостенным лимфатическим узлам. Нервы перикарда являются ветвями диафрагмальных и блуждающих нервов, а также шейных и грудных сердечных нервов, отходящих от соответствующих узлов правого и левого симпатических стволов.

1.7. Свойства сердечной мышцы и их структурная основа

Насосная функция сердца осуществляется благодаря наличию полостей, клапанов, а также благодаря специальной организации составляющей его мышечной ткани. Все основные свойства сердца определяются свойствами миокарда, поэтому для понимания деятельности сердца необходимо рассмотрение свойств сердечной мышцы.

Основными свойствами сердечной мышцы, как и всякой другой, являются *сократимость*, т. е. способность к сокращению, и *расслабляемость*, т. е. способность к расслаблению. Важным отличием сердечной мышцы от скелетных мышц, сокращение которых может быть весьма длительным, тетаническим, является то, что в миокардиальных клетках сокращение всегда закономерно обрывается, и неизбежно наступающее расслабление не может быть предотвращено даже при искусственном продлении времени возбуждения клеток. Такая особенность миокарда обусловлена необходимостью обязательного расслабления для снижения давления в желудочках, без чего невозможно их заполнение кровью из венозного русла.

Растяжимость мышцы, т. е. способность растягиваться под действием приложенной к ней внешней силы, является совершенно необходимым свойством сердечной мышцы для выполнения насосной функции в условиях большого увеличения притока крови к сердцу, например при физических нагрузках. Вместе с тем миокард обладает определенной упругостью, что противодействует перерастяжению сердца.

Важнейшими свойствами сердечной мышцы являются: способность самовозбуждаться (*автоматизм*), способность реагировать на внешнее возбуждение (*возбудимость*) и способность к проведению возбуждающего импульса (*проводимость*). Все эти свойства обусловлены функциями, выполняемыми сердцем в системе кровообращения. Автоматизм абсолютно необходим сердцу, так как он обеспечивает возможность автономной, не требующей постоянного влияния головного мозга деятельности; возбудимость присуща как специализированным клеткам водителя ритма, так и в некоторой мере миокардиальным клеткам; проводимость является в основном прерогативой проводящей системы (пучок Гиса, волокна Пуркинье), однако и собственно миокардиальные клетки способны проводить возбуждение. Это важно для сохранения функций сердца при повреждении специализированных клеток (проводящей системы), что свидетельствует о большой надежности структурно-функциональной организации сердца как органа.

Подобная закономерность наблюдается и при рассмотрении механических свойств миокарда. Повреждение части клеток, исключение их из акта сокращения увеличивает нагрузку на интактные клетки, которые в силу своей способности к структурно-функциональной перестройке, осуществляемой с участием генетического аппарата клеток, приобретают способность выполнять возросшую работу. Вызванное патологическими причинами появление фиброзных тяжей, рубцов в миокарде, конечно, нарушает растяжимость желудочков, но возросшая нагрузка на интактные клетки растягивает их в большей мере, чем раньше, и растяжимость желудочка в целом может существенно не пострадать. Такая *пластичность*, способность к перестройке и компенсации представляет важное свойство сердечной мышцы, определяющее ее надежность.

Некоторые из свойств сердечной мышцы, например сократимость, расслабляемость, автоматизм, возбудимость, успешно проявляются уже на уровне изолированных кардиомиоцитов, другие же — проводимость и растяжимость — в большей мере присущи миокардиальной ткани, характеризующейся гетерогенным составом клеток.

Главную роль в структуре сердечной мышцы играют кардиомиоциты, в том числе и клетки проводящей системы.

1.8. Проводящая система сердца

Начинается проводящая система сердца **синусовым узлом** (*узел Киса — Фляка*), который расположен субэпикардially в верхней части ПП между устьями полых вен. Это пучок специфических тканей, длиной 10–20 мм, шириной 3–5 мм. Узел состоит из 2 типов клеток: Р-клетки (генерируют импульсы возбуждения), Т-клетки (проводят импульсы от синусного узла к предсердиям) (рисунок 9).

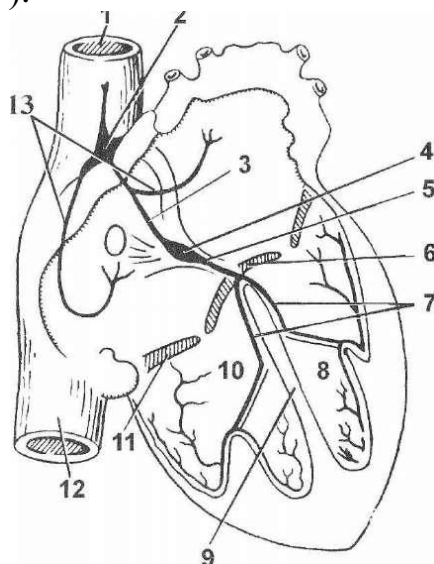


Рисунок 9 — Проводящая система сердца:

- 1 — v. cava superior; 2 — nodus sinus atrialis; 3 — fasciculus interatrialis;
- 4 — nodus atrioventricularis; 5 — fasciculus atrioventricularis;
- 6 — valve mitralis; 7 — crus dextrum et crus sinistrum fasciculi atrioventricularis;
- 8 — ventriculus sinister; 9 — septum interventriculare; 10 — ventriculus dexter;
- 11 — valva tricuspidalis; 12 — v. cava inferior;
- 13 — ramus dexter et ramus sinister nodi sinuatrialis

Далее следует **атриовентрикулярный узел** (*узел Ашоффа — Тавара*), который расположен в нижней части ПП справа от межпредсердной перегородки, рядом с устьем коронарного синуса. Его длина 5 мм, толщина 2 мм. По аналогии с синусовым узлом, атриовентрикулярный узел также состоит из Р-клеток и Т-клеток.

Атриовентрикулярный узел переходит в **пучок Гиса**, который состоит из пенетрирующего (начального) и ветвящегося сегментов. Начальная

часть пучка Гиса не имеет контактов с сократительным миокардом и мало чувствительна к поражению коронарных артерий, но легко вовлекается в патологические процессы, происходящие в фиброзной ткани, которая окружает пучок Гиса. Длина пучка Гиса составляет 20 мм.

Пучок Гиса разделяется на 2 ножки (правую и левую). Далее левая ножка пучка Гиса разделяется еще на 2 части. В итоге получается правая ножка и 2 ветви левой ножки, которые спускаются вниз по обеим сторонам межжелудочковой перегородки. Правая ножка направляется к мышце ПЖ сердца. Что до левой ножки, то мнения исследователей здесь расходятся. Считается, что передняя ветвь левой ножки пучка Гиса снабжает волокнами переднюю и боковую стенки ЛЖ; задняя ветвь — заднюю стенку ЛЖ, и нижние отделы боковой стенки.

Внутрижелудочковую проводящую систему можно рассматривать как систему, состоящую из пяти основных частей: пучок Гиса, правая ножка, основная ветвь левой ножки, передняя ветвь левой ножки, задняя ветвь левой ножки. Наиболее тонкими, следовательно уязвимыми, являются правая ножка и передняя ветвь левой ножки пучка Гиса. Далее, по степени уязвимости: основной ствол левой ножки; пучок Гиса; задняя ветвь левой ножки. Ножки пучка Гиса и их ветви состоят из 2 видов клеток — **Пуркинье и клеток**, по форме напоминающих клетки сократительного миокарда (рисунок 10).

Ветви внутрижелудочковой проводящей системы постепенно разветвляются до более мелких ветвей и постепенно переходят в волокна Пуркинье, которые связываются непосредственно с сократительным миокардом желудочков, пронизывая всю мышцу сердца.

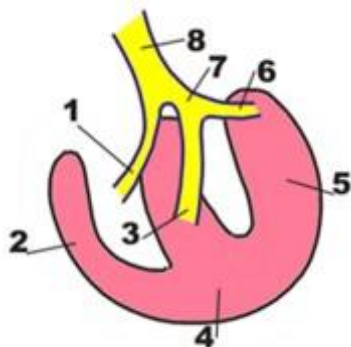


Рисунок 10 — Фронтальный разрез сердца (внутрижелудочковой части) с разветвлениями пучка Гиса:

- 1 — правая ножка пучка Гиса; 2 — правый желудочек;
- 3 — задняя ветвь левой ножки пучка Гиса; 4 — межжелудочковая перегородка;
- 5 — левый желудочек; 6 — передняя ветвь левой ножки пучка Гиса;
- 7 — левая ножка пучка Гиса; 8 — пучок Гиса

Сокращения сердечной мышцы (миокарда) происходят благодаря импульсам, возникающим в синусовом узле и распространяющимся по проводящей системе сердца: через предсердия, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса, волокна Пуркинье — импульсы проводятся к сократительному миокарду.

Таким образом, в сердце имеется множество клеток, обладающих функцией автоматизма:

1) **синусовый узел** (автоматический центр 1-го порядка) — обладает наибольшим автоматизмом;

2) **атриовентрикулярный узел** (автоматический центр 2-го порядка);

3) **пучок Гиса и его ножки** (автоматический центр 3-го порядка).

В норме существует только один водитель ритма — это синусовый узел, импульсы от которого распространяются к нижележащим источникам автоматизма до того, как в них закончится подготовка очередного импульса возбуждения, и разрушают этот процесс подготовки. Синусовый узел в норме является основным источником возбуждения, подавляя аналогичные сигналы в автоматических центрах 2-го и 3-го порядка.

Автоматические центры 2-го и 3-го порядка проявляют свою функцию только в патологических условиях, когда автоматизм синусового узла снижается, или же повышается их автоматизм.

Автоматический центр 3-го порядка становится водителем ритма при снижении функций автоматических центров 1-го и 2-го порядков, а также при увеличении собственной автоматической функции.

Проводящая система сердца способна проводить импульсы не только в прямом направлении — от предсердий к желудочкам (антеградно), но и в обратном направлении — от желудочков к предсердиям (ретроградно).

Функция узлов проводящей системы сердца в значительной степени зависит от влияния вегетативной нервной системы. Блуждающий нерв подавляет автоматизм синусно-предсердного узла, угнетает проводимость и увеличивает продолжительность рефрактерного периода предсердно-желудочкового узла, а также замедляет атриовентрикулярную проводимость. Симпатические нервы оказывают противоположное действие.

Нервные волокна блуждающего и симпатических нервов обильно представлены в предсердиях, в том числе в области синоаурикулярного и атриовентрикулярного узлов, что хорошо объясняет их известное воздействие на автоматизм, проводимость и сократимость предсердий. В желудочках волокна блуждающего нерва представлены скудно, а волокна симпатических нервов достаточно хорошо представлены в обоих желудочках, особенно по ходу сосудов. Такое представительство обуславливает симпатическое влияние на силу сокращения желудочков, а также на изменения коронарного кровотока.

1.9. Сосуды сердца

Кровоснабжение сердца человека обеспечивается разветвлением двух мощных артериальных стволов правой и левой венечной артерии. Венозный отток представлен более многочисленными сосудами и осуществляется по двум основным путям: через коронарный синус и передние вены сердца (рисунок 11).

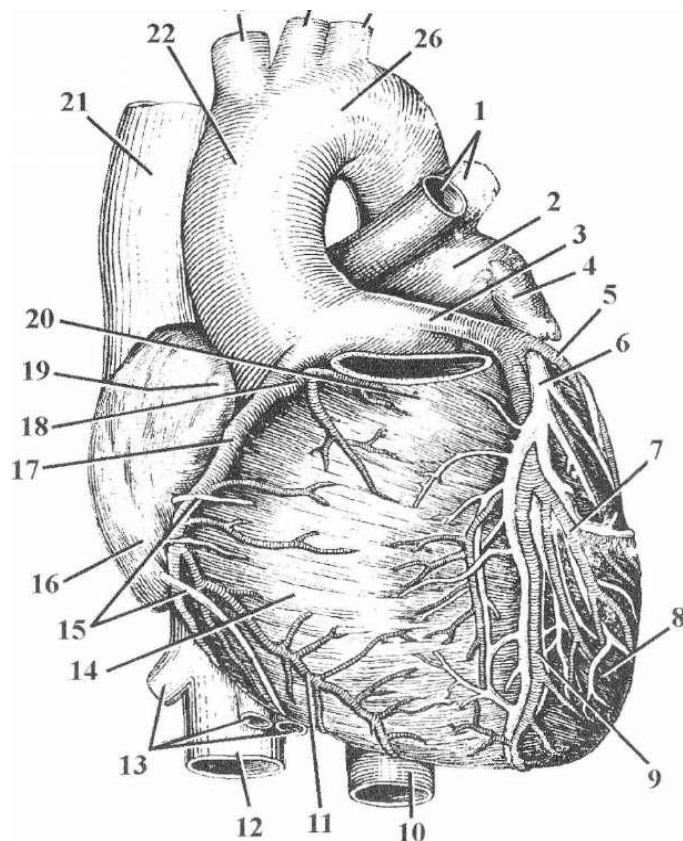


Рисунок 11 — Сосуды сердца; вид спереди:

- 1 — vv. pulmonale; 2 — atrium sinistrum; 3 — a. coronaria sinistra; 4 — auricula sinistra;
 5 — r. circumflexus; 6 — v. cordis magna; 7 — r. lateralis sinister; 8 — ventriculus sinister;
 9 — r. interventricularis anterior; 10 — pars thoracica aortae descendens;
 11 — r. marginalis dexter; 12 — v. cava inferior; 13 — vv. hepaticae;
 14 — ventriculus dexter; 15 — vv. cordis anteriores; 16 — atrium dextrum;
 17 — a. coronaria dextra; 18 — r. coniarteriosi; 19 — auricula dextra;
 20 — truncus pulmonalis; 21 — v. cava superior; 22 — pars ascendens aortae;
 23 — truncus brachiocephalicus; 24 — a. carotis communis sinistra;
 25 — a. subclavia sinistra; 26 — arcus aortae

Артерии сердца отходят от *луковицы аорты*, *bulbus aorta*, — начального расширенного отдела восходящей части аорты и наподобие венца окружают сердце, в связи с чем и называются венечными артериями. Правая венечная артерия начинается на уровне правого синуса аорты, а левая венечная артерия — на уровне левого ее синуса. Обе артерии отходят от аорты ниже свободных (верхних) краев полулунных заслонок, поэтому во время сокращения (систола) желудочков заслонки прикрывают отверстия артерий и почти не пропускают кровь к сердцу. При расслаблении (диастоле) желудочков синусы заполняются кровью, закрывая ей путь из аорты обратно в ЛЖ, и одновременно открывают доступ крови в сосуды сердца.

Правая венечная артерия, *a. coronaria dextra*, уходит вправо под ушко ПП, ложится в венечную борозду, огибает правую легочную поверхность сердца, затем следует по его задней поверхности влево, где своим

концом анастомозирует с огибающей ветвью левой венечной артерии. Наиболее крупной ветвью правой венечной артерии является *задняя межжелудочковая ветвь*, *r. interventricularis posterior*, которая направляется по одноименной борозде сердца в сторону его верхушки. Ветви правой венечной артерии кровоснабжают стенку ПЖ и предсердия, заднюю часть межжелудочковой перегородки, сосочковые мышцы ПЖ, заднюю сосочковую мышцу ЛЖ, синусно-предсердный и предсердно-желудочковый узлы проводящей системы сердца.

Левая венечная артерия, *a. coronaria sinistra*, несколько толще правой. Располагаясь между началом легочного ствола и ушком ЛП, она делится на 2 ветви: *переднюю межжелудочковую ветвь*, *r. interventricularis anterior*, и *огибающую ветвь*, *r. circumflexus*. Последняя, являющаяся продолжением основного ствола венечной артерии, огибает сердце слева, располагаясь в его венечной борозде, где на задней поверхности органа анастомозирует с правой венечной артерией. Передняя межжелудочковая ветвь следует по одноименной борозде сердца в сторону его верхушки. В области сердечной вырезки она иногда переходит на диафрагмальную поверхность сердца, где анастомозирует с концевым отделом задней межжелудочковой ветви правой венечной артерии. Ветви левой венечной артерии кровоснабжают стенку ЛЖ, в том числе сосочковые мышцы, большую часть межжелудочковой перегородки, переднюю стенку ПЖ, а также стенку ЛП.

Ветви правой и левой венечных артерий, соединяясь, формируют в сердце как бы два артериальных кольца: поперечное, расположенное в венечной борозде, и продольное, сосуды которого находятся в передней и задней межжелудочковых бороздах. Ветви венечных артерий обеспечивают кровоснабжение всех слоев стенок сердца. В миокарде, где уровень окислительных процессов наиболее высок, анастомозирующие между собой микрососуды повторяют ход пучков мышечных волокон его слоев.

Существуют различные варианты распределения ветвей венечных артерий, которые называют типами кровоснабжения сердца. Основные из них следующие: *правовенечный*, когда большинство отделов сердца кровоснабжается ветвями правой венечной артерии; *левовенечный*, когда большая часть сердца получает кровь из ветвей левой венечной артерии, и *средний*, или *равномерный*, при котором обе венечные артерии равномерно участвуют в кровоснабжении стенок сердца. Выделяют также переходные типы кровоснабжения сердца — *среднеправый* и *среднелевый*. Принято считать, что среди всех типов кровоснабжения сердца преобладающим является *среднеправый* тип.

Вены сердца более многочисленны, чем артерии. Большинство крупных вен сердца собирается в один общий широкий венозный сосуд — *венечный синус*, *sinus coronarius* (остаток эмбриональной левой общей кардинальной вены). Синус расположен в венечной борозде на задней

поверхности сердца и открывается в ПП ниже и впереди от отверстия нижней полой вены (между ее заслонкой и межпредсердной перегородкой). Притоками венечного синуса являются 5 вен:

1. **Большая вена сердца**, *v. cordis [cardiaca] magna*, которая начинается в области вершины сердца на передней его поверхности, лежит в передней межжелудочковой борозде рядом с передней межжелудочковой ветвью левой венечной артерии, затем на уровне венечной борозды поворачивается влево, проходит под огибающей ветвью левой венечной артерии, ложится в венечную борозду на задней поверхности сердца, где продолжается в венечный синус. Вена собирает кровь из вен передней поверхности обоих желудочков и межжелудочковой перегородки. В большую вену сердца впадают также вены задней поверхности ЛП и ЛЖ.

2. **Средняя вена сердца**, *v. cordis [cardiaca] media*, образуется в области задней поверхности вершины сердца, поднимается вверх по задней межжелудочковой борозде (прилежит к задней межжелудочковой ветви правой венечной артерии) и впадает в венечный синус.

3. **Малая вена сердца**, *v. cordis [cardiaca] parva*, начинается на правой легочной поверхности ПЖ, поднимается вверх, ложится в венечную борозду на диафрагмальной поверхности сердца и впадает в венечный синус; она собирает кровь главным образом от правой половины сердца.

4. **Задняя вена левого желудочка**, *v. posterior ventriculi sinistri [v. ventriculi sinistri posterior]*, формируется из нескольких вен на задней поверхности ЛЖ, ближе к вершине сердца, и впадает в венечный синус или в большую вену сердца.

5. **Косая вена левого предсердия**, *v. obliqua atrii sinistri*, следует сверху вниз по задней поверхности ЛП и впадает в венечный синус.

Кроме вен, впадающих в венечный синус, у сердца имеются вены, которые открываются непосредственно в ПП. Это *передние вены сердца*, *vv. cordis [cardiaca] anterioris*, собирающие кровь от передней стенки ПЖ, которые направляются вверх к основанию сердца и открываются в ПП.

Наименьшие вены сердца (тебезиевы вены), *vv. cordis [cardiaca] minimae*, всего 20–30, начинаются в толще стенок сердца и впадают непосредственно в ПП и частично в желудочки и ЛП через *отверстия наименьших вен*, *foramina venarum minimarum*.

Лимфатическое русло стенок сердца состоит из лимфатических капилляров, располагающихся в виде сетей в эндокарде, миокарде и эпикарде. Лимфа из эндокарда и миокарда оттекает в расположенные в эпикарде поверхностную сеть лимфатических капилляров и сплетение лимфатических сосудов. Соединяясь между собой, лимфатические сосуды укрупняются и образуют два главных сосуда сердца, по которым лимфа оттекает к регионарным лимфатическим узлам. **Левый лимфатический сосуд** сердца образуется из слияния лимфатических сосудов передних поверхностей

правого и ЛЖ, левой легочной и задней поверхностей левого желудочка. Он следует от ЛЖ вправо, проходит позади легочного ствола и впадает в один из нижних трахеобронхиальных лимфатических узлов. *Правый лимфатический сосуд* сердца формируется из лимфатических сосудов передней и задней поверхностей ПЖ, направляется справа налево по передней полуокружности легочного ствола и впадает в один из передних средостенных лимфатических узлов, расположенных у артериальной связки. Мелкие лимфатические сосуды, по которым оттекает лимфа от стенок предсердий, впадают в близлежащие передние средостенные лимфатические узлы.

1.10. Нервы сердца

Сердце получает чувствительную, симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Симпатические волокна, идущие в составе сердечных нервов от правого и левого симпатических стволов, несут импульсы, убыстряющие частоту сердечных сокращений и расширяющие просвет венечных артерий, а парасимпатические волокна (составная часть сердечных ветвей блуждающих нервов) проводят импульсы, замедляющие сердечный ритм и суживающие просвет венечных артерий. Чувствительные волокна от рецепторов стенок сердца и его сосудов идут в составе сердечных нервов и сердечных ветвей к соответствующим центрам спинного и головного мозга.

Схема иннервации сердца (по В. П. Воробьеву) может быть представлена следующим образом: источники иннервации сердца — сердечные нервы и ветви, следующие к сердцу; внеорганные сердечные сплетения (поверхностное и глубокое), расположенные возле дуги аорты и легочного ствола; внутриорганные сердечные сплетения, которое находится в стенках сердца и распределяется во всех их слоях.

Сердечные нервы (верхний, средний и нижний шейные, а также грудные) начинаются от шейных и верхних грудных (II–V) узлов правого и левого симпатических стволов. Сердечные ветви берут начало от правого и левого блуждающих нервов.

Поверхностное внеорганное сердечное сплетение лежит на передней поверхности легочного ствола и на вогнутой полуокружности дуги аорты; **глубокое внеорганное сердечное сплетение** находится позади дуги аорты (впереди бифуркации трахеи). В поверхностное внеорганное сердечное сплетение вступают верхний левый шейный сердечный нерв (из левого верхнего шейного симпатического узла) и верхняя левая сердечная ветвь (из левого блуждающего нерва). Все остальные названные выше сердечные нервы и сердечные ветви входят в глубокое внеорганное сердечное сплетение.

Ветви внеорганных сердечных сплетений переходят в единое **внутриорганное сердечное сплетение**. В зависимости от того, в каком из слоев

стенки сердца оно располагается, это единое внутриорганное сердечное сплетение условно подразделяют на тесно связанные между собой *подэпикардимальное, внутримышечное и подэндокардимальное сплетения*. В составе внутриорганного сердечного сплетения имеются нервные клетки и их скопления, образующие небольших размеров нервные *сердечные узелки, ganglia cardiaca*. Особенно много нервных клеток в подэпикардимальном сердечном сплетении. По В. П. Воробьеву, нервы, входящие в состав подэпикардимального сердечного сплетения, имеют закономерную локализацию (в виде узловых полей) и иннервируют определенные участки сердца. Соответственно этому выделяют шесть подэпикардимальных сердечных сплетений:

- 1) *правое переднее*;
- 2) *левое переднее*, которые располагаются в толще передней и латеральных стенок правого и левого желудочков по обе стороны артериального конуса;
- 3) *переднее сплетение предсердий* — в передней стенке предсердий;
- 4) *правое заднее сплетение* спускается с задней стенки ПП на заднюю стенку ПЖ (от него идут волокна к синусно-предсердному узлу проводящей системы сердца);
- 5) *левое заднее сплетение* с латеральной стенки ЛП продолжается вниз на заднюю стенку ЛЖ;
- 6) *заднее сплетение ЛП* (сплетение галлерова синуса) располагается в верхнем отделе задней стенки ЛП (между устьями легочных вен).

2. ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПЛОДА

Особенностями кровообращения у плода являются:

- ✓ из плаценты по пупочной вене кровь поступает в нижнюю полую вену;
- ✓ из нижней полых вен кровь поступает в ПП и, благодаря наличию *valvula venae cavae inferioris*, направляется в ЛП *через foramen ovale*;
- ✓ из верхней полых вен кровь поступает в ПП и далее направляется в ПЖ, благодаря наличию *tuberculum intervenosum* (в предсердии оба потока крови практически не смешиваются);
- ✓ малый круг кровообращения у плода не функционирует, поэтому кровь из легочного ствола по *артериальному* (Боталлову) *протоку, ductus arteriosus*, поступает в начало нисходящей части аорты, т. е. в сосуды дуги аорты поступает плацентарная кровь, а в остальные ветви — смешанная (рисунок 12);
- ✓ после рождения подвергаются редукции *valvula venae cavae inferioris* и *tuberculum intervenosum*; артериальный проток превращается в *артериальную связку, lig. arteriosum*, а овальное отверстие закрывается, превращаясь в *овальную ямку, fossa ovalis*.

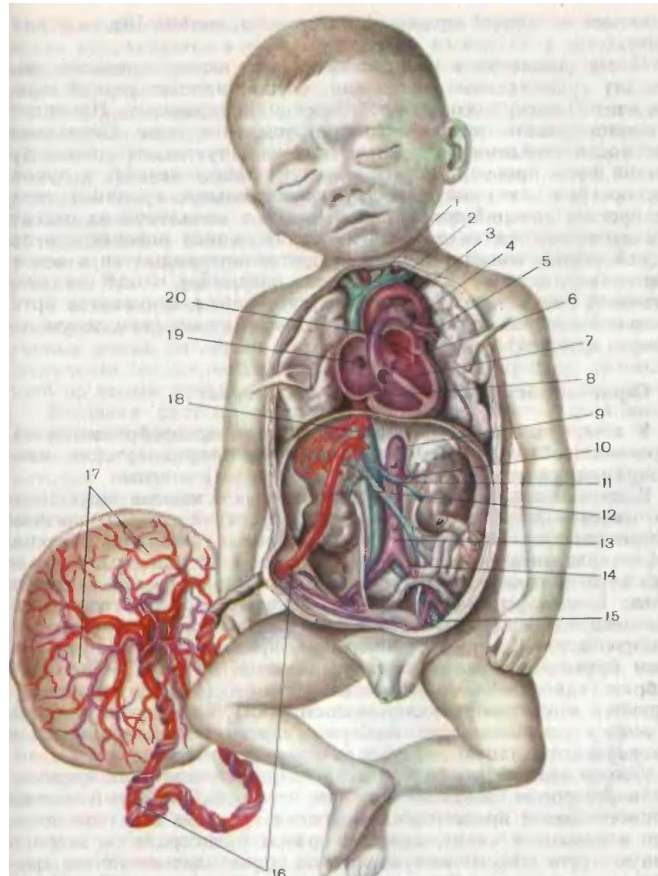


Рисунок 12 — Кровообращение плода:

- 1 — v. cava superior; 2 — arcus aortae; 3 — ductus arteriosus; 4 — a. pulmonalis sinistra;
 5 — pars descendens aortae; 6 — atrium sinistrum; 7 — ventriculus sinister;
 8 — ventriculus dexter; 9 — pars abdominalis aortae; 10 — a. renalis sinistra;
 11 — v. renalis sinistra; 12 — v. portae [hepatis]; 13 — aorta;
 14 — a. iliaca communis sinistra; 15 — a. umbilicalis sinistra; 16 — v. umbilicalis;
 17 — placenta; 18 — ductus venosus; 19 — foramen ovale; 20 — truncus pulmonalis

3. ИЗМЕНЕНИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ

Сразу же после рождения новорожденный быстро приспосабливается к жизни вне материнской утробы. Начавшие функционировать легкие заменяют плаценту как орган газообмена и три шунта (венозный проток, овальное отверстие и артериальный проток), которые были необходимы в период беременности. Подобное перемещение центра газообмена и сопровождающие его изменения в строении ССС обеспечивают новорожденному независимое от матери существование.

Как только пупочный канатик оказывается пережатым или сжимается сам по себе, плацентарное кровообращение прекращает свое функционирование; в результате чего возрастает общее периферическое сосудистое сопротивление. Наряду с этим происходит падение сопротивления легочных сосудов, что обусловлено 2 причинами:

1) механическим раздуванием легких после рождения, когда легочная ткань растягивается, вызывая расширение легочной артерии и утончение ее стенки;

2) дилатацией кровеносных сосудов легких, что, как полагают, обусловлено увеличением напряжения кислорода в крови при начале их вентиляции.

Снижение сопротивления легочных сосудов сопровождается резким увеличением потока крови через МКК. Падение сопротивления легочных сосудов наиболее выражено в первые 24 часа после рождения и продолжается в течение последующих 2–6 недель, пока не достигнет уровня взрослого человека.

По мере того, как сопротивление легочных сосудов падает, а поступление крови в легкие через легочную артерию возрастает, венозный возврат из легочных вен в ЛП также увеличивается, и давление в ЛП растет. В то же время, с прекращением потока крови через пуповину и перекрытием венозного протока давление в нижней поллой вене и правом предсердии снижается. В результате изменения давления в предсердиях (давление в левом предсердии становится выше, чем в правом), клапан овального отверстия прижимается к вторичной перегородке, перекрывая, таким образом, существовавший кровоток между предсердиями.

Как только в легких новорожденного кровь начала насыщаться кислородом, артериальный проток становится лишним и начинает закрываться. Считается, что такое перекрытие вызвано местной реакцией тканей протока на повышение напряжения кислорода после рождения и, возможно, обусловлено изменением уровня брадикинина или простагландинов, высвобождающихся из легких в момент их раскрытия. Иными словами, в период внутриутробного развития в ответ на относительную гипоксию плод продуцирует повышенное количество простагландина E2 (PGE2), который и вызывает расширение артериального протока. После рождения уровень PGE2 снижается и проток сжимается. Чувствительность протока к вазоактивным веществам зависит от зрелости плода: у недоношенных детей проток часто не закрывается, что приводит к врожденной аномалии, открытому артериальному протоку.

Поскольку анатомическое разделение 2 потоков крови, вытекающих из правых и левых отделов сердца, уже завершено, сердечный выброс из ЛЖ возрастает, а из правого — снижается, так что право- и левожелудочковые выбросы становятся одинаковыми. Повышение нагрузки давлением и объемом на ЛЖ вызывает его гипертрофию, а снижение нагрузки давлением и объемом на ПЖ сопровождается регрессом гипертрофии ПЖ.

4. ПОРОКИ СЕРДЦА

Пороки сердца — это врожденные или приобретенные дефекты стандартной архитектоники сердца или (и) нарушения строения, расположения, а также взаимосвязи его магистральных сосудов с нарастающей вероятностью приводящие, как правило, к расстройствам внутрисердечной и (вследствие этого) системной гемодинамики.

Пороки сердца делятся на:

- ✓ *врожденные;*
- ✓ *приобретенные (клапанные).*

4.1. Врожденные пороки сердца

Врожденный порок сердца — дефект в структуре сердца и (или) крупных сосудов, присутствующий с рождения. Большинство пороков нарушают ток крови внутри сердца или по большому и малому кругам кровообращения. Пороки сердца являются наиболее частыми врожденными дефектами и являются основной причиной детской смертности от пороков развития, причиной которого могут быть генетические или экологические факторы, но, как правило, сочетание того и другого.

Врожденные пороки сердца являются следствием его неправильного эмбрионального развития или следствием неспособности прогрессивного развития структур сердца в перинатальном или раннем постнатальном периоде.

Врожденные пороки сердца могут возникать и в результате нарушения нормальных изменений в системе кровообращения, которые наступают в момент рождения. Чаще всего встречаются у детей мужского пола.

Всего ВПС встречаются примерно у 1–2 % новорожденных, т. е. ежегодно в мире рождается около 1 млн детей с ВПС.

Врожденные пороки сердца подразделяются на «белые», т. е. *не сопровождающиеся цианозом* и «синие», при которых *цианоз обычно резко выражен*.

К порокам сердца без цианоза относят те дефекты развития, которые приводят либо к сбросу крови *слева направо*, либо к врожденным внутрисердечным или сосудистым стенозам, либо к недостаточности клапанов. Выраженный сброс крови слева направо на уровне предсердий, желудочков или крупных сосудов сопровождается повышением объема крови и давления в легочной артерии; в дальнейшем возможно развитие гипертрофии легочных артериол и повышение сосудистого сопротивления. В результате развивается легочная гипертензия, которая во многом обуславливает клинические проявления и прогноз лежащего в ее основе врожденного порока. Со временем повышенное сопротивление легочных сосудов может привести к изменению исходного направления потока

крови на противоположное, т. е. с преимущественным шунтированием крови *справа налево*, что будет сопровождаться гипоксемией и цианозом.

Легочная гипертензия, вызванная хронической перегрузкой объемом при большом сбросе крови *слева направо*, известна как **синдром Эйзенменгера**. При гистологическом исследовании выявляют гипертрофию меди легочных артерий и пролиферацию клеток интимы, что вызывает уменьшение просвета сосуда и снижение площади поперечного сечения сосудов, отходящих от легочного ствола. В конечном итоге развивается тромбоз сосудов, облитерация артериол и образование вокруг них сети коллатералей. Механизмы, лежащие в основе развития этой формы обструктивного заболевания легочных сосудов у больных с хроническим сбросом крови *слева направо*, неизвестны. Единственным методом лечения синдрома Эйзенменгера с отдаленной эффективностью является пересадка легких или сердечно-легочного комплекса.

4.1.1. Пороки сердца без цианоза

Дефект межпредсердной перегородки

Дефекты межпредсердной перегородки — это группа врожденных пороков сердца, для которых характерно наличие аномального сообщения между двумя предсердными камерами.

Они различаются по расположению дефекта (центральный, верхний, нижний, задний, передний), его размеру (от небольшого щелевидного отверстия, например, при незаращении овального отверстия, до полного отсутствия межпредсердной перегородки — единое предсердие), и количеству дефектов (от одного-двух до множественных).

Дефект межпредсердной перегородки представляет собой незаращение после рождения отверстия в межпредсердной перегородке, за счет чего сообщение между левым и правым предсердиями сохраняется. ДМПП относятся к довольно распространенным дефектам, составляя 5–10 % от всех ВПС; у девочек этот дефект встречается в 2 раза чаще, чем у мальчиков. Дефект может затронуть любой участок межпредсердной перегородки, но чаще всего поражается ее средняя часть в области овальной ямки, такой порок называется ДМПП типа *ostium secundum* (рисунок 13). Причиной этого нарушения является избыточная резорбция или неадекватное развитие первичной перегородки. Реже ДМПП развивается в области атриовентрикулярного канала, соединяющего предсердие и желудочек в эмбриональном сердце, в месте прикрепления к перегородке атриовентрикулярных клапанов (дефект типа *ostium primum*), или в верхней части межпредсердной перегородки вблизи устья верхней полой вены (ДМПП типа *sinus venosus*). Дефекты типа *ostium primum* часто ассоциируются с аномалиями развития митрального и трехстворчатого клапанов, тогда как

ДМПП типа *sinus venosus* часто сопровождается нарушениями венозного оттока через легочные вены из правого легкого в ПП.

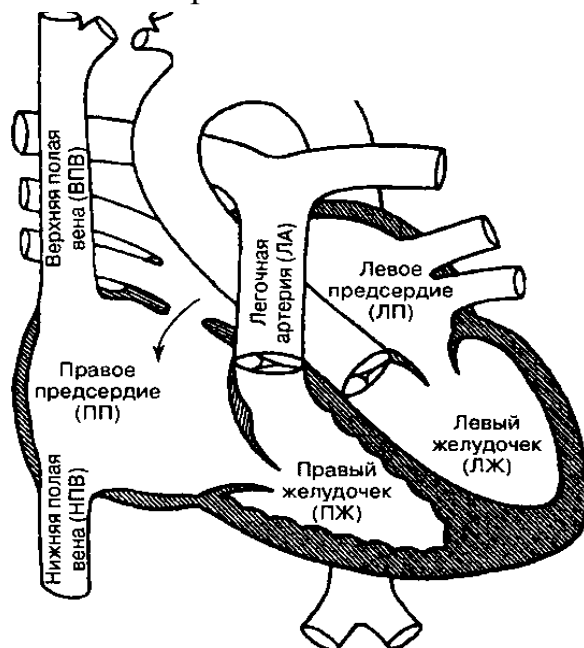


Рисунок 13 — Дефект межпредсердной перегородки типа *ostium secundum*:

- А — стрелками указан сброс крови из ЛП ПП;
 Б — схематическое изображение потока крови через неосложненный ДМПП, приводящий к расширению ПП, ПЖ и легочной артерии

Первичные ДМП возникают в результате недоразвития первичной межпредсердной перегородки и сохранения первичного сообщения между предсердиями. Они чаще (4:1) сочетаются с открытым общим атриовентрикулярным каналом и дефектами атриовентрикулярных клапанов. Это, как правило, большой по размеру дефект, локализующийся в нижней части перегородки. Нижний край дефекта не имеет перегородочной ткани и образован перегородкой между атриовентрикулярными клапанами.

Вторичные ДМП возникают вследствие недоразвития вторичной межпредсердной перегородки, поэтому обычно полностью окружены ободком септальной ткани и в нижнем отделе всегда отделены краем межпредсердной перегородки от перегородки, расположенной между двумя атриовентрикулярными клапанами.

Дефект межжелудочковой перегородки

О ДМЖП говорят при наличии отверстия в межжелудочковой перегородке (рисунок 14), которое может оказаться либо изолированной аномалией, либо сочетаться с другими ВПС. Распространенность ДМЖП в общей популяции равна 0,1–0,2 %. ДМЖП составляет 30 % от всех ВПС. Возможен дефект в любом месте межжелудочковой перегородки, однако наиболее распространенной локализацией является мембранозная часть перегородки.

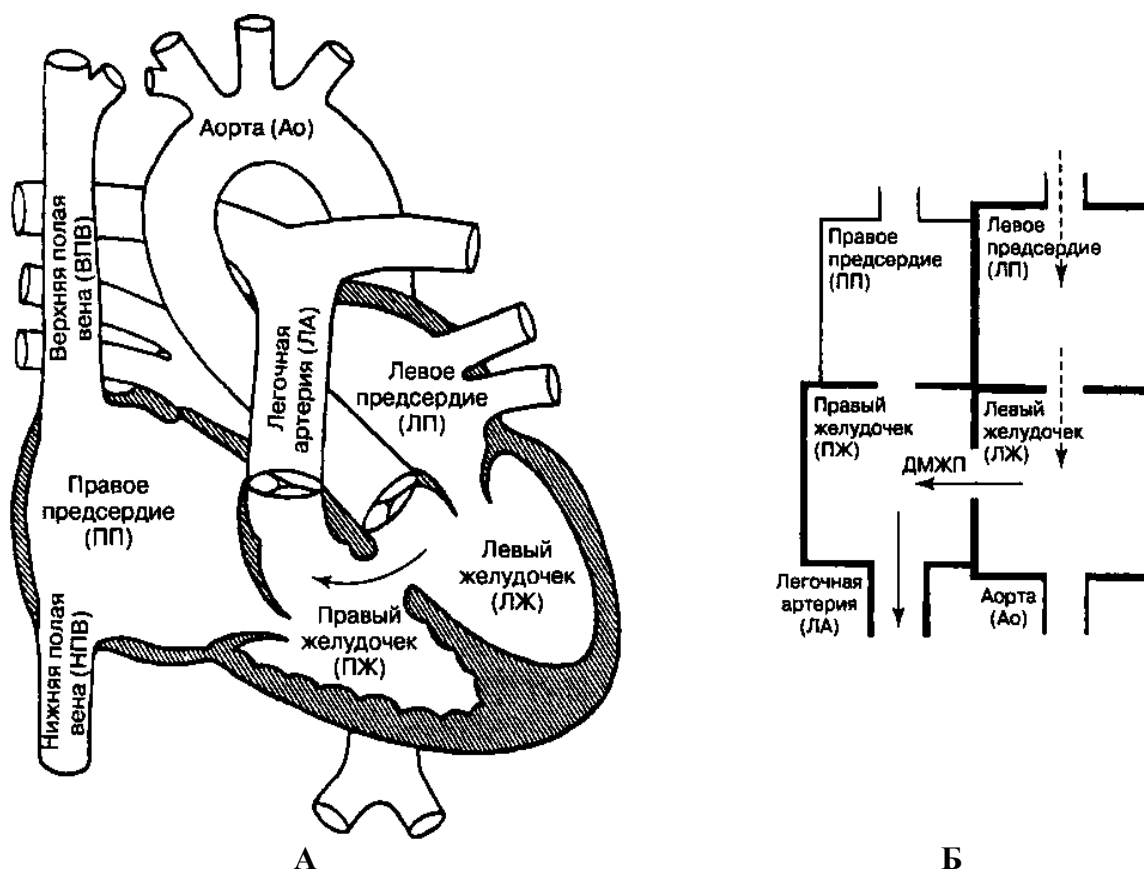


Рисунок 14 — Дефект межжелудочковой перегородки:

А — стрелками указан сброс крови из ЛЖ в выносящий тракт ПЖ;

Б — схематическое изображение потока крови через неосложненный ДМЖП.

Примечание. Пунктиром показано увеличение возврата крови в левые камеры сердца через шунт, что приводит к расширению в основном ЛП и ЛЖ

Открытый артериальный проток

Артериальный проток — это кровеносный сосуд, который в период внутриутробного развития соединяет легочную артерию с нисходящей аортой. В норме после рождения артериальный проток сжимается благодаря резкому увеличению напряжения кислорода в крови и снижению в ней уровня простагландинов, обладающих сосудорасширяющим действием. В течение нескольких последующих недель за счет пролиферации интимы и фиброза этот эмбриональный кровеносный сосуд зарастает. Если артериальный проток после рождения ребенка не перекрывается, возникает дефект, называемый ОАП, за счет которого сохраняется постоянное сообщение между магистральными сосудами (рисунок 15). Этот порок может иметь место как самостоятельный дефект, а может сочетаться с другими более сложными нарушениями. Он составляет 6 % всех ВПС, у мальчиков он встречается в 3 раза чаще, чем у девочек. Риск развития этого порока выше у недоношенных детей с весом менее 1500 г.

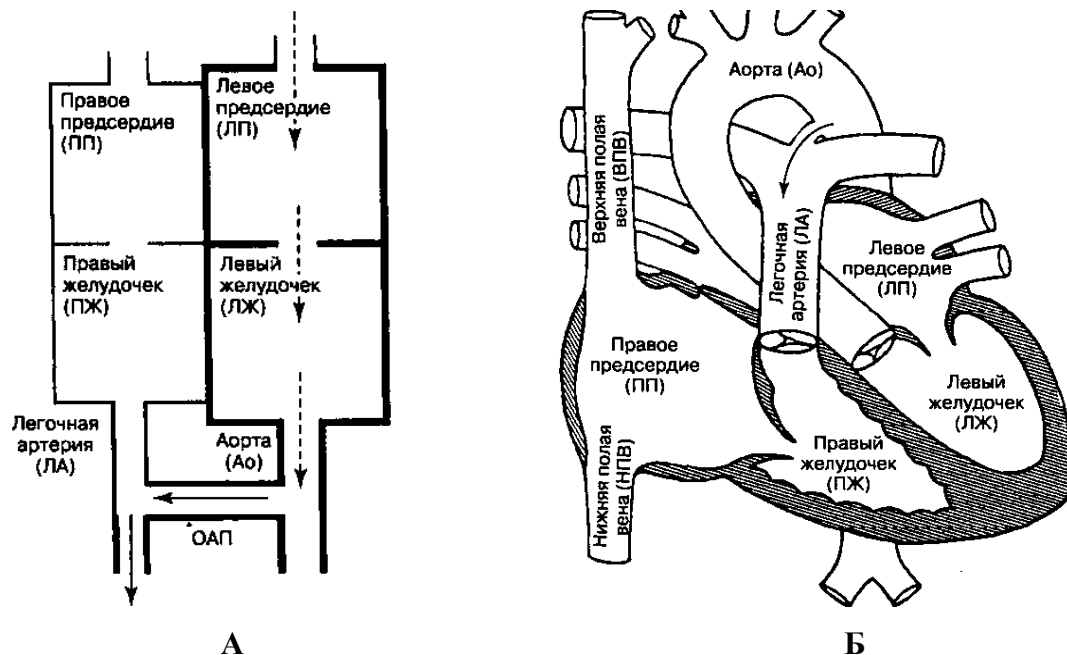


Рисунок 15 — Открытый артериальный проток:

А — стрелками указан сброс крови из нисходящей аорты (Ao) в легочную артерию (ЛА);
 Б — схематическое изображение потока крови через неосложненный ОАП

Примечание. Пунктиром показан увеличенный возврат крови в левые отделы сердца через шунт, сопровождающийся расширением ЛП, ЛЖ и аорты.

Врожденный стеноз устья аорты

Врожденный стеноз устья аорты представляет собой сужение устья аорты вследствие нарушения развития клапана (рисунок 16). Аномальный клапан обычно представляет собой одностворчатое или двустворчатое образование, вместо нормального трехстворчатого. На СУА приходится 6 % всех ВПС, среди мальчиков он встречается в 4 раза чаще, чем среди девочек.

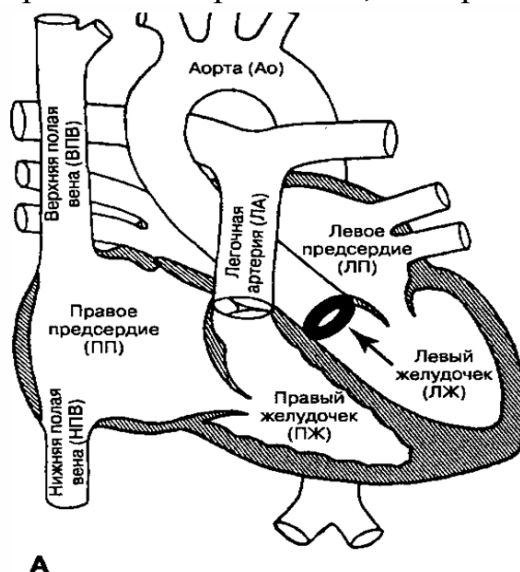


Рисунок 16 — Врожденный стеноз клапана аорты (стрелка).

Гипертрофия ЛЖ обусловлена хронической перегрузкой давлением.
 Типичной является дилатация аорты (Ao) дистальнее стенозированного участка

Поскольку закрываемое клапаном отверстие сужено, для изгнания крови через клапан в аорту давление в ЛЖ должно возрасти. Следствием этого становится гипертрофия ЛЖ. Кроме того, поток крови, выбрасываемой под высоким давлением через стенозированный клапан, оказывает постоянное воздействие на стенку проксимальных отделов аорты, вызывая ее дилатацию.

При аускультации сердца у пациентов с врожденным СУА обнаруживают систолический шум изгнания — наиболее громкий у основания сердца и иррадирующий в шею. На рентгенограмме грудной клетки новорожденного с СУА можно выявить расширение ЛЖ и восходящей аорты. На ЭКГ часто обнаруживают признаки гипертрофии ЛЖ.

Стеноз легочного ствола

Изолированный стеноз легочного ствола (рисунок 17) считается вторым по распространенности ВПС. Стеноз может развиваться на уровне клапана (например, при врожденных спайках створок клапана), внутри ПЖ (за счет мышечной обструкции выносящего тракта) или в легочной артерии в результате ее гипоплазии. Наиболее частой встречающейся формой является стеноз клапана, составляющий более 90 % всех поражений.

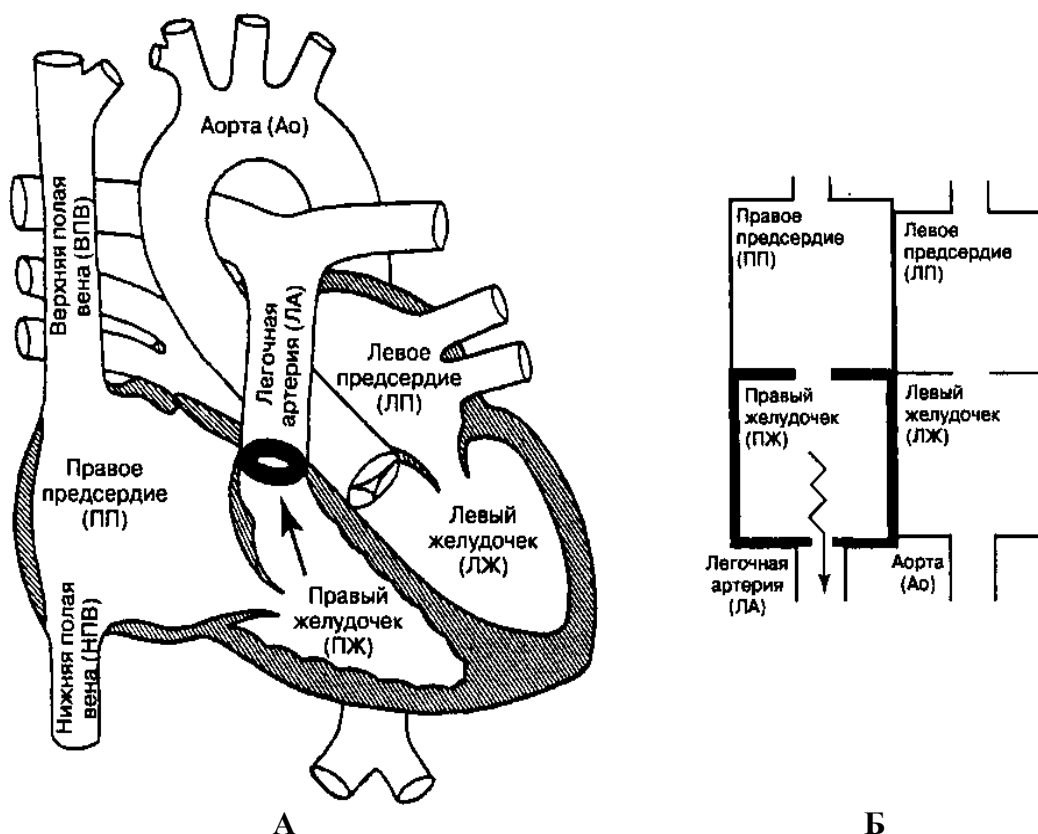


Рисунок 17 — Изолированный стеноз легочного ствола:

А — врожденный стеноз легочного ствола (стрелка);

Б — схематическое изображение кровотока через суженный клапан легочного ствола (зигзагообразная стрелка).

Примечание. Гипертрофия ПЖ обусловлена хронической перегрузкой давлением.

Стеноз легочного ствола приводит к тому, что на пути крови, выбрасываемой из правого желудочка во время систолы, возникает сужение, за счет которого увеличивается давление в правом желудочке и развивается его гипертрофия. При стенозе клапана легочного ствола кровь проталкивается через суженный клапан при повышенном давлении; передача этого давления на стенку легочной артерии вызывает ее расширение.

Коарктация аорты

Коарктация аорты — это патологическое сужение ее просвета, которое может возникнуть в любом месте по всей ее длине. Как правило, она развивается дистальнее места ответвления левой подключичной артерии вблизи *артериального протока, ductus arteriosus*. Распространенность этой аномалии составляет 1 случай на 6 тыс. новорожденных; у мальчиков она встречается в 2 раза чаще, чем у девочек. В зависимости от локализации сужения аорты относительно артериального протока различают два классических типа коарктации: предпроточную и послепроточную (рисунок 18).

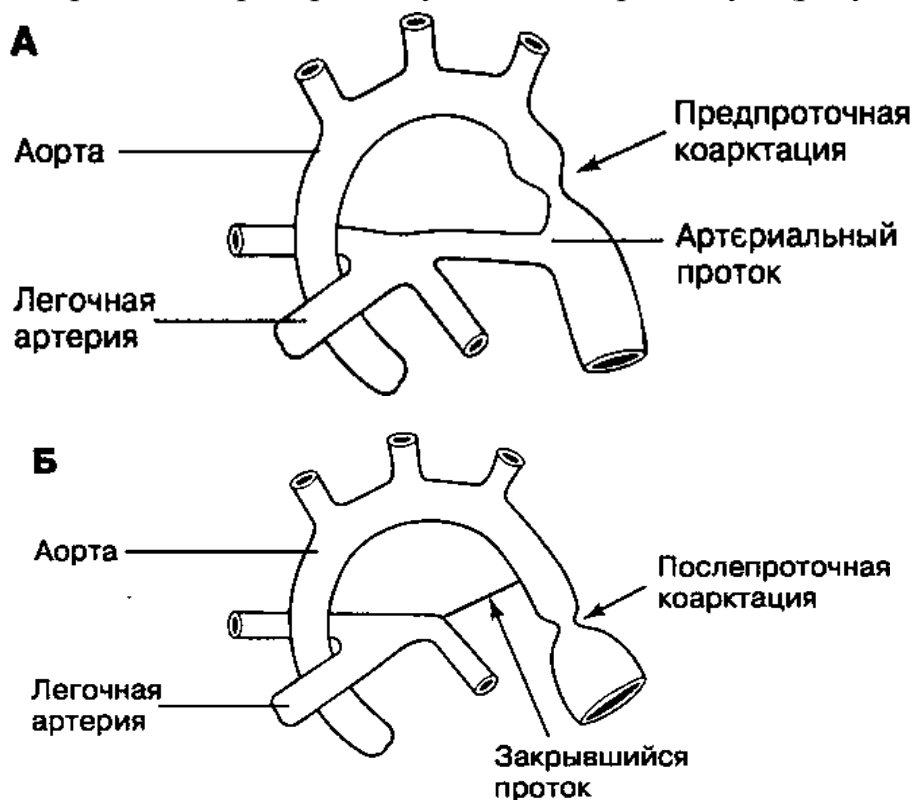


Рисунок 18 — Коарктация аорты:

А — предпроточная коарктация; Б — послепроточная коарктация

Предпроточная коарктация, при которой сужение аорты локализовано проксимальнее протока, возникает при аномальном развитии сердца в период внутриутробной жизни, обуславливающим снижение кровотока через левые отделы сердца и перешеек аорты, в результате развивается гипоплазия аорты.

Послепроточная коарктация развивается уже после рождения и практически всегда представляет собой изолированный дефект. Эта аномалия, вероятнее всего, является результатом разрастания мышечной ткани протока в аорту плода; когда же проток после рождения сужается, эктопическая ткань внутри аорты также сжимается, перекрывая как тампоном просвет сосуда по всей его окружности. В отличие от «предпроточной» коарктации в данном случае гипоплазия аорты не развивается. Для обоих типов коарктации характерно нормальное кровоснабжение головы и верхних конечностей и снижение потока крови в нисходящую аорту и нижние конечности. Вместе с тем, клиническая картина при коарктации аорты каждого из 2 типов различна.

4.1.2 Цианотические пороки сердца

Тетрада Фалло

Тетрада Фалло представляет собой комплекс врожденных пороков сердца, причиной которых служит один и тот же дефект: аномальное смещение инфундибулярной части перегородки вперед вверх и вправо; в результате происходит неравномерное разделение луковичы сердца и аортальных выносящих трактов. Следствием такого неравномерного разделения оказываются 4 аномалии развития (рисунок 19):

- 1) дефект межжелудочковой перегородки, вызванный ее смещением;
- 2) подклапанный стеноз легочного ствола, обусловленный обструкцией оттока крови инфундибулярной частью перегородки;
- 3) смещение (декстрапозиция) аорты («верхом сидящая» на межжелудочковой перегородке аорта), в которую кровь теперь попадает из обоих желудочков;
- 4) гипертрофия ПЖ, обусловленная перегрузкой давлением вследствие стеноза легочного ствола.

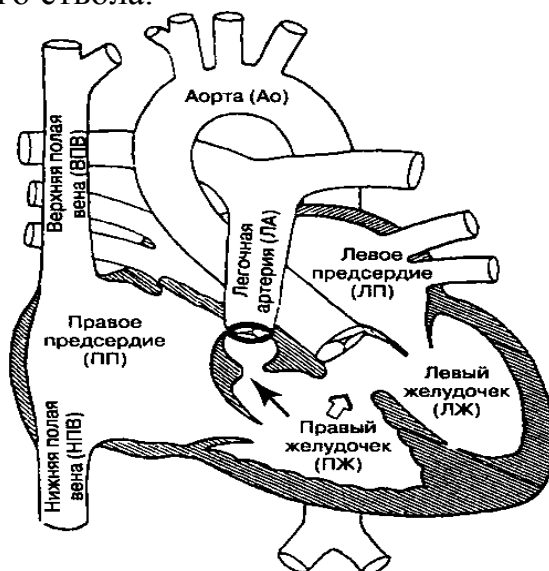


Рисунок 19 — Тетрада Фалло

Примечание: 1) ДМЖП (белая стрелка); 2) обструкция выносящего тракта ПЖ (черная стрелка).

Повышение сосудистого сопротивления, связанное со стенозом легочного ствола, приводит к тому, что обедненная кислородом венозная кровь минуя ПЖ и через ДМЖП попадает в сместившуюся аорту и затем в БКК; в результате развиваются системная гипоксемия и цианоз. Степень сброса крови справа налево через ДМЖП зависит от тяжести стеноза легочной артерии и от соотношения общего периферического сосудистого сопротивления и сопротивления легочных сосудов.

Тетрада Фалло считается наиболее распространенным ВПС с цианозом у детей старше 1 года.

У детей с тетрадой Фалло часто отмечают одышку при нагрузке или при плаче. Кроме того, после физической нагрузки или кормления могут появляться «приступы», для которых характерны возбудимость, цианоз, гипервентиляция легких, иногда обмороки и судороги, вызванные гипоксемией мозга. С раннего возраста дети научаются облегчать симптомы своего заболевания путем приседания на корточки; при этом общее периферическое сосудистое сопротивление возрастает, а сброс крови справа налево уменьшается, что сопровождается увеличением количества крови, протекающей через легкие.

У детей с умеренным стенозом легочного ствола цианоз обычно выражен незначительно. При тяжелой форме стеноза цианоз выражен довольно сильно уже в первые дни жизни. Хроническая гипоксемия, обусловленная сбросом крови справа налево, обычно становится причиной утолщения концевых фаланг пальцев. Характерная для тетрады Фалло гипертрофия ПЖ проявляется отчетливым сердечным толчком вдоль левого края грудины. Систолический шум изгнания, который лучше всего выслушивается по левому краю верхней части грудины, обусловлен турбулентным потоком крови через стенозированный выносящий тракт ПЖ и иногда сопровождается пальпируемым дрожанием. Второй тон сердца нерасщепленный и громкий, состоит из нормального аортального компонента; легочный компонент мягкий и обычно неслышимый.

Рентгенограмма грудной клетки демонстрирует увеличение ПЖ и уменьшение размеров основного сегмента легочной артерии, за счет чего сердце выглядит в виде «башмака». Сосудистый рисунок легких ослаблен. На *ЭКГ* видны признаки гипертрофии правого желудочка и отклонение электрической оси сердца вправо. *Эхокардиография* позволяет обнаружить и количественно оценить степень обструкции выносящего тракта правого желудочка, а также выявить дефект смещения межжелудочковой перегородки. С помощью *катетеризации сердца* в сочетании с ангиографией ПЖ удастся изучить морфологию выносящего тракта ПЖ и оценить размеры основных ветвей легочной артерии.

Однозначным подходом к лечению тетрады Фалло является хирургическая коррекция порока, которая заключается в закрытии ДМЖП и рас-

ширении подпульмонального инфундибулярного отдела с помощью перикардальной заплатки. В большинстве случаев у больных, перенесших успешную хирургическую операцию, в зрелом возрасте симптомы заболевания отсутствуют.

Транспозиция магистральных артерий

Транспозиция магистральных артерий возникает при неправильном — обратном — отхождении магистральных сосудов из желудочков; иными словами, аорта выходит из ПЖ, а легочная артерия из левого (рисунок 20). На долю этого нарушения приходится 7 % всех ВПС; этот дефект может быть изолированным или сочетаться с другими врожденными аномалиями, например, с ДМЖП или ОАП.

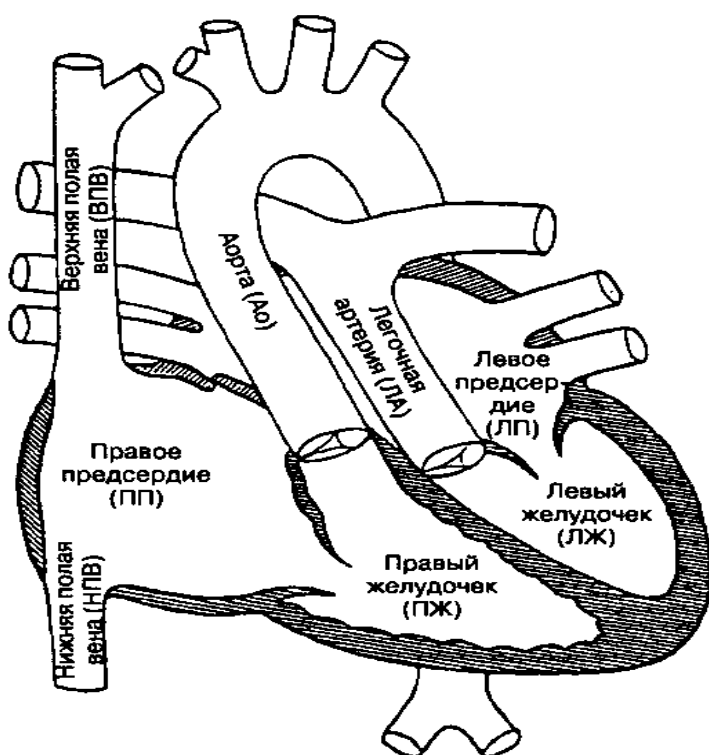


Рисунок 20 — Транспозиция магистральных артерий. Аномальное развитие аорты (Ao) и легочной артерии (ЛА), выходящих, соответственно, из ПЖ и ЛЖ

Значение ВПС можно предвидеть из знания эмбрионального пути развития ССС и необходимости перехода к постнатальной системе кровообращения. Врожденные дефекты сердца и сосудов встречаются у 0,8 % детей.

Пороки сердца группируют в цианотические и без цианоза в зависимости от того, приводит ли нарушение к сбросу крови справа налево. Пороки без цианоза часто сопровождаются перегрузкой объемом (ДМПП, ДМЖП, ОАП) или давлением (стеноз аорты, стеноз легочного ствола, коарктация аорты). Хроническая перегрузка объемом, обусловленная большим сбросом крови слева направо, в конечном итоге приводит к легочной гипертензии и изменению направления сброса крови шунта (синдром Эй-

зенменгера). К наиболее типичным цианотическим порокам относятся тетрада Фалло и транспозиция магистральных артерий.

4.2. Приобретенные пороки сердца

Приобретенные пороки сердца чаще всего возникают вследствие ревматического процесса, однако их причинами могут быть также сифилис и атеросклероз. Клапанные пороки сердца могут также быть врожденными. Эти пороки называются *клапанными*, т. к. в основе их лежит нарушение структуры и функции либо атриовентрикулярных клапанов, либо клапанов аорты и легочной артерии. Для каждого из клапанов может быть 2 типа поражения: либо недостаточность, т. е. неполное смыкание его створок, либо стеноз, т. е. сужение соответствующего клапанного отверстия.

Недостаточность левого атриовентрикулярного отверстия (митрального клапана)

У пациентов с этой патологией происходит неполное смыкание митрального клапана во время систолы желудочка, и кровь во время систолы частично поступает обратно в ЛП. Вначале это приводит к уменьшению объема ЛЖ сердца, т. к. сопротивление его выбросу снижено. Однако по мере увеличения степени недостаточности происходит прогрессирующее увеличение конечного диастолического объема ЛЖ. Соответственно этому вначале отмечается усиление сократительной деятельности левого желудочка, затем его сначала тоногенная, а затем миогенная дилатация. Повышается давление в полости ЛЖ, затем — ЛП, затем — в венах МКК, что при достаточной степени выраженности и параллельном снижении сократительной способности ЛЖ может привести к развитию отека легких.

Стеноз левого атриовентрикулярного отверстия

Стеноз левого атриовентрикулярного отверстия приводит к тому, что для своего полного опорожнения ЛП должно развивать повышенную силу. В результате этого происходит перегрузка ЛП, его дилатация и застой крови в МКК. Вначале стеноз левого атриовентрикулярного отверстия проявляется одышкой при физической нагрузке, затем к нему присоединяется кровохарканье, а закончиться процесс может отеком легкого.

Недостаточность аортальных клапанов

При этом виде порока сердца во время диастолы часть крови, выброшенной ЛЖ, регургитирует, т. е. возвращается обратно в полость ЛЖ, так как полулунные аортальные клапаны полностью не смыкаются. В результате этого возрастает конечный диастолический объем ЛЖ, наступает его тоногенная дилатация, развивается достигающая очень больших размеров гипертрофия сердца (описаны случаи, когда вес сердца у таких больных превышал 1000 г). Затем происходит развитие так называемого комплекса изнашивания гипертрофированного сердца, т. е. замещение миофибрилл

соединительной тканью, отставание роста массы мышечных волокон от массы капилляров и массы митохондрий, нарушение энергетического обеспечения сократительного акта и развитие сердечной недостаточности.

При травмах, расслоении аорты, инфекционном эндокардите может возникнуть острая недостаточность аортальных клапанов со стремительным нарастанием явлений сосудистого коллапса. В этом случае спасти жизнь пациента может только немедленная операция.

Стеноз аортальных клапанов

При стенозе аортальных клапанов резко возрастает сопротивление деятельности ЛЖ сердца, который должен преодолевать повышенное сопротивление для того, чтобы выбросить кровь в аорту через суженное отверстие. Следствием этого является перегрузка ЛЖ сердца, развитие сначала его гипертрофии, а затем — сердечной недостаточности.

Недостаточность правого атриовентрикулярного клапана

Недостаточность трехстворчатого клапана, которая нередко бывает функциональной, т. е. возникающей в результате первичного расширения ПЖ и кольца соответствующего клапана, приводит в конечном итоге к перегрузке этого отдела сердца, повышению давления в ПП и застою в БКК, развитию общих отеков и других явлений правожелудочковой сердечной недостаточности.

Стеноз правого атриовентрикулярного отверстия

Это достаточно редкий порок ревматической этиологии. Он редко бывает изолированным, развиваясь, как правило, одновременно со стенозом левого атриовентрикулярного отверстия. Для этого порока характерен общий венозный застой, а в случае сочетанного развития «двух стенозов» — застой в МКК. Нередко у пациентов со стенозом трехстворчатого клапана развивается асцит и гепатомегалия.

Поражение клапанов легочного ствола

Как самостоятельные пороки, поражения клапанов легочного ствола (недостаточность, стеноз) встречаются крайне редко. Более часто встречается недостаточность клапанов легочной артерии как следствие легочной гипертензии любой этиологии. Для клинического течения заболевания характерно развитие правожелудочковой сердечной недостаточности с одышкой, массивными общими отеками, асцитом и гепатомегалией.

Лечение всех приобретенных пороков сердца до определенной степени (пока нет проявлений серьезно нарушающих здоровье или представляющих опасность для жизни) может носить симптоматический характер. Радикальное лечение только одно — оперативное: либо рассечение сросшихся створок клапанов, либо их пластика, либо имплантация искусственных клапанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомия человека: учебник: в 2 т. / Э. И. Борзяк [и др.]; под ред. М. Р. Сапина. — 4-е изд., стер. — Т. 1. — М.: Медицина, 1997. — 544 с.
2. *Гайворонский, И. В.* Нормальная анатомия человека: учебник для мед. вузов / И. В. Гайворонский. — Т. 1. — СПб.: СпецЛит, 2000. — 420 с.
3. *Лилли, Л.* Патофизиология заболеваний сердечно-сосудистой системы / Л. Лили; под ред. Д. М. Аронова. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. — 598 с.
4. *Николаев, А. В.* Топографическая анатомия и оперативная хирургия: учебник / А. В. Николаев. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. — 776 с.
5. *Орлов, Р. С.* Нормальная физиология: учебник / Р. С. Орлов, А. Д. Ноздрачёв. — ГЭОТАР-Медиа, 2005. — 696 с.
6. *Островерхов, Г. Е.* Оперативная хирургия и топографическая анатомия / Г. Е. Островерхов, Ю. М. Бомаш, Д. Н. Лубоцкий. — Курск; М.: АОЗТ «Литера», 1998. — 400 с.
7. *Покровский, В. М.* Физиология человека: учебник / В. М. Покровский, Г. Ф. Коротько. — М.: Медицина, 1997. — 448 с.
8. *Привес, М. Г.* Анатомия человека / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. — СПб.: СПбМАПО, 2005. — 720 с.
9. *Синельников, Р. Д.* Атлас анатомии человека: учеб. пособие: в 4 т. / Р. Д. Синельников. — Т. 3. — М.: Медицина, 1996. — 264 с.
10. Патологическая физиология: учебник для мед. вузов / В. А. Фролов [и др.]; под ред. В. А. Фролова. — М.: Экономика, 1999. — 616 с.

ISBN 978-985-506-680-5



Учебное издание

Абрамович Марина Анатольевна
Ранкович Елена Владимировна
Жданович Виталий Николаевич и др.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СЕРДЦА

**Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям
по анатомии человека и топографической анатомии
для студентов 1–4 курсов лечебного, медико-диагностического
факультетов и факультета по подготовке специалистов
для зарубежных стран медицинских вузов**

Редактор *Т. М. Кожемякина*
Компьютерная верстка *А. М. Терехова*

Подписано в печать 29.10.2014.
Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная 80 г/м². Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 350 экз. Заказ 386.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/46 от 03.10.2013.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель.

