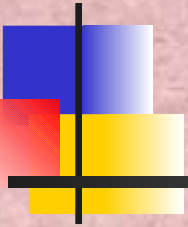


Лекция: Функциональная анатомия СЕРДЦА

План лекции

- Структура сосудистой системы
- Сердце, его форма, строение.
- Границы сердца.
- Проводящая система.
- Кровоснабжение и иннервация сердца.
- Развитие сердца.
- Кровообращение плода.
- Аномалии развития сердца.



Ангиология – учение о сосудах. Это большой раздел анатомии, объединяющий 2 системы: сердечно-сосудистую и лимфатическую.

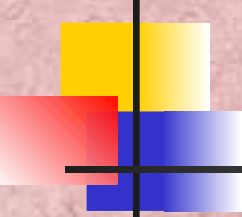
Сердечно-сосудистая система

Её структурами являются:

1. сердце

2. сосуды

- а) артериальные
- б) венозные
- в) капиллярные (микроциркуляторное русло, МЦР)

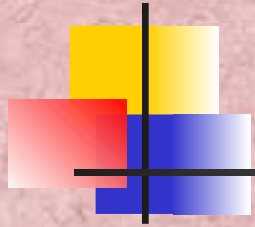


«Сердце... источник жизни, начало всего, солнце микрокосмоса, от которого зависит вся жизнь, вся сила и свежесть организма. Ничто не может заменить сердце и взять на себя его функции».

Уильям Гарвей (1578-1657)

Этому органу посвящена целая наука - кардиология

ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ СЕРДЦА



***Cor* (лат.) и *cardia*
(греч.)**

**Его масса = 0,5% от
массы тела,
250 г у женщин и
300 г у мужчин.**

У сердца различают:

1. верхушку,
2. основание,
3. края
 - а) правый
 - б) левый
 - в) нижний
4. поверхности
 - а) грудинно-реберная
 - б) диафрагмальная
 - в) легочные (правую и левую)



ФОРМЫ СЕРДЦА И ИХ СООТВЕТСТВИЕ КОНСТИТУЦИИ

У сердца различают следующие параметры

Длина сердца (д) = 13 см

Ширина – «– (ш) = 10 см

Толщина – «– (т) = 7 см

Длинная ось сердца направлена сверху вниз, сзади наперед, справа налево и образует с горизонтальной плоскостью угол равный примерно 45°.

Этот угол и отношение длины сердца к ширине определяют следующие формы сердца:

Нормальное сердце

(мезоморфное, нормостеническое)

Положение «косое», L 43-48°, $d \sim \underline{\text{ш}}$

Короткое широкое сердце

(брахиморфное, гиперстеническое)

Положение «горизонтальное»,

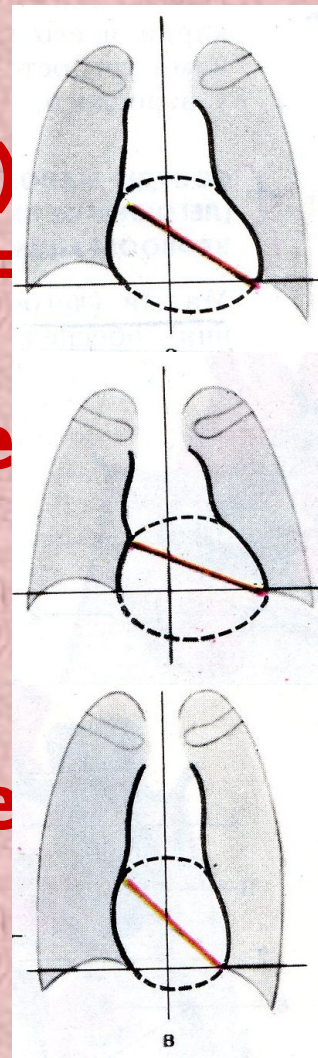
L 35-42°, $d < \underline{\text{ш}}$ («лежащее»)

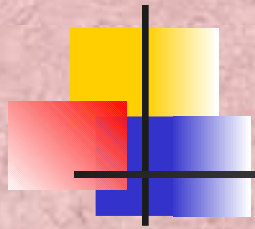
Длинное узкое сердце

(долихоморфное, гипостеническое)

Положение «вертикальное»,

L 49-56°, $d > \underline{\text{ш}}$ («стоящее»)





**«Капельное» сердце –
разновидность «длинного,
узкого» сердца, когда его
длина значительно больше
ширины (у очень высоких
людей)**

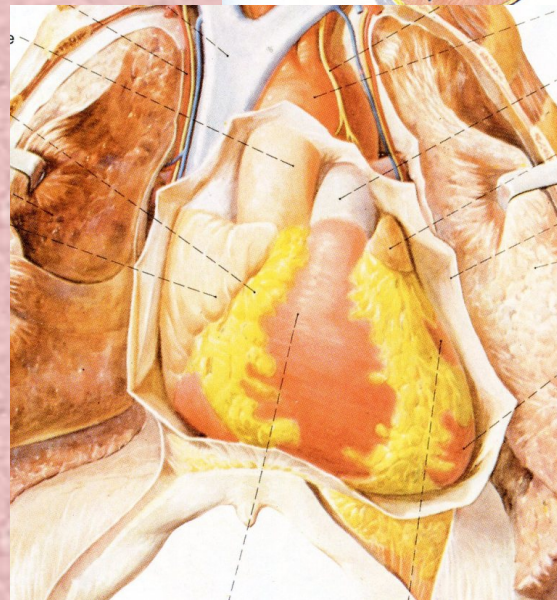
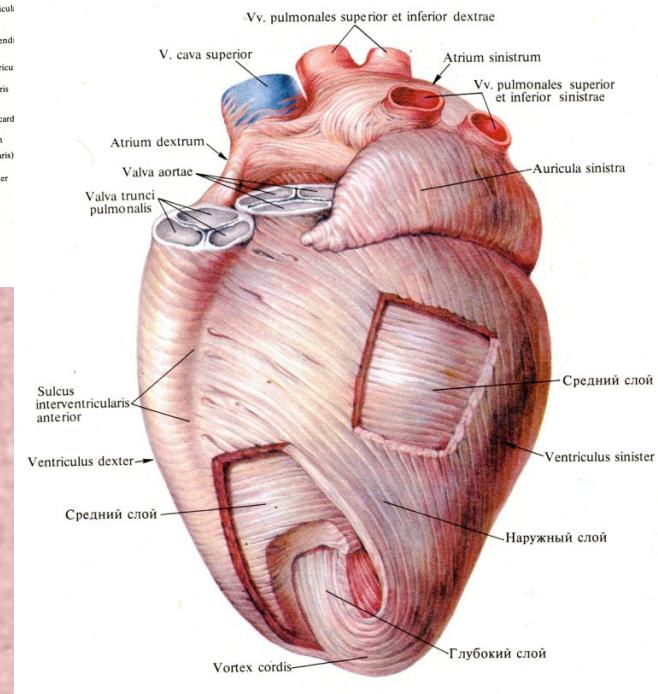
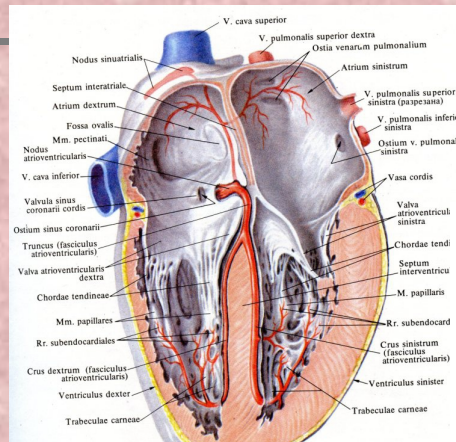
У детей форма сердца овальная



ОБОЛОЧКИ СЕРДЦА

Сердце является полым мышечным органом, состоящим из 4-х камер (двух предсердий и двух желудочков). Стенка сердца состоит из трех оболочек.

Endocardium, Myocardium Epicardium



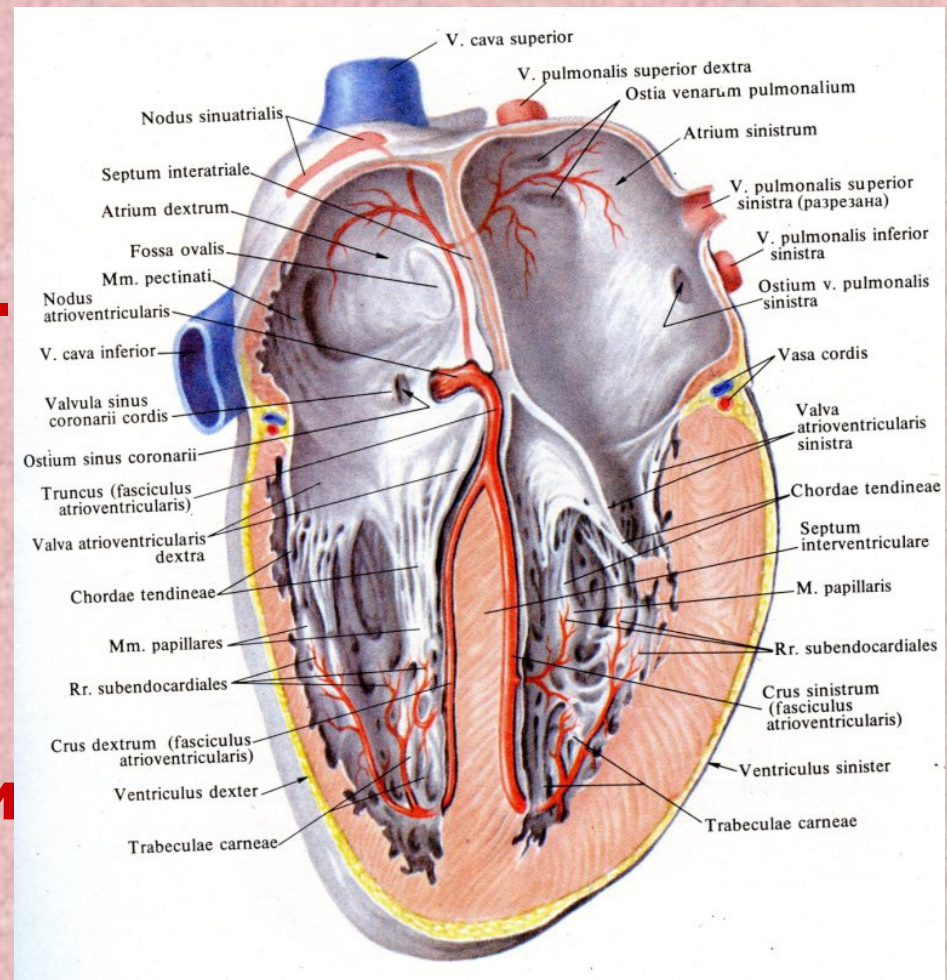
**Endocardium,
внутренняя оболочка
представлена одним
слоем эндотелиоцитов.**

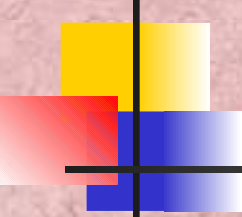
его производные:

**1. створки предсердно-
желудочковых
клапанов**

2. сухожильные нити

**3. полулунные заслонки
клапанов аорты и
легочного ствола.**

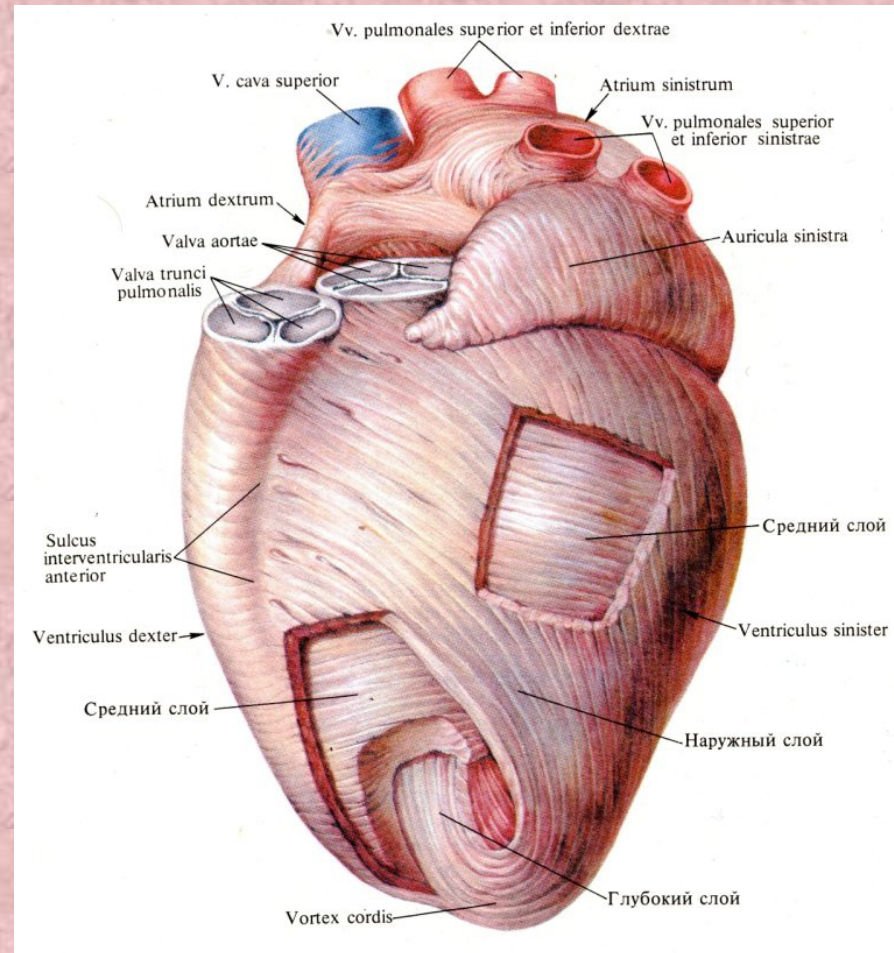




Myocardium, средняя оболочка, представлена сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью, состоящей из совокупности кардиомиоцитов.

его производные:

- 1. Гребенчатые мышцы в предсердиях.**
- 2. Мясистые трабекулы в желудочках.**
- 3. Сосочковые мышцы в желудочках.**



Epicardium, (серозная оболочка сердца) является висцеральным листком серозного перикарда.

Pericardium → **serosum**
→ **fibrosum**

Cavum pericardialis –
между париетальным
и висцеральным
листками серозного
перикарда.

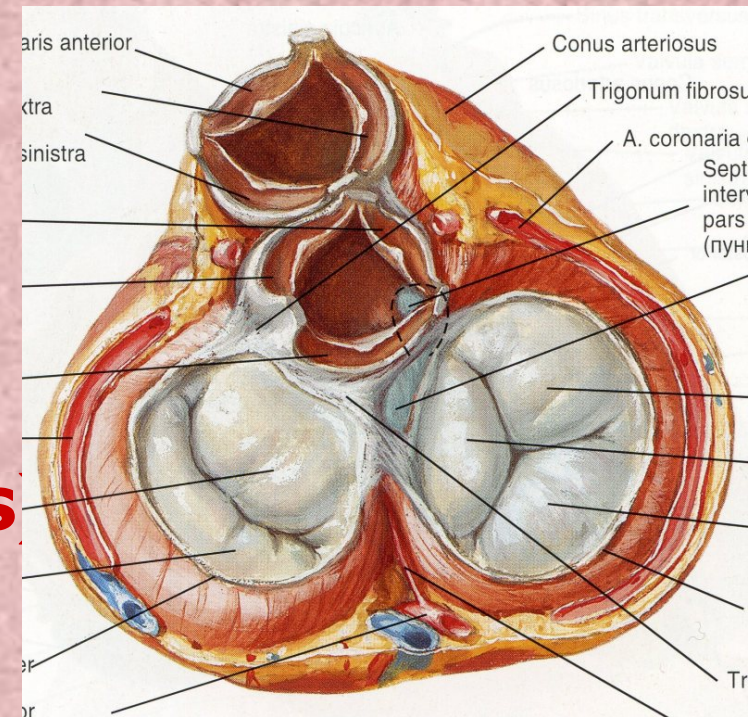


КЛАПАНЫ СЕРДЦА

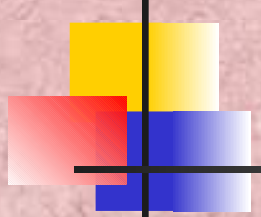
Клапаны сердца являются производными эндокарда

I. Valva atrioventricularis dextra (tricuspidalis)

II. Valva atrioventricularis sinistra (bicuspidalis, mitralis)



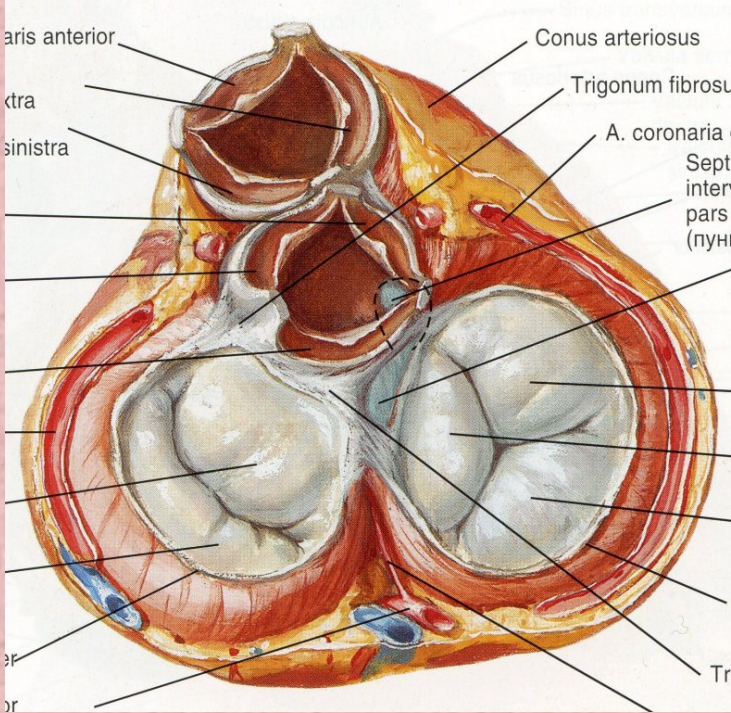
У этих клапанов имеются соответственно три и две створки, они работают активно, за счет сосочковых мышц.



III. Valva aortae

IV. Valva trunci pulmonalis

Эти два клапана имеют по три **заслонки** и работают пассивно в результате перепадов давления в желудочках и начинающихся от них аорты (в левом желудочке) и легочного ствола (в правом желудочке). В сутки клапаны открываются и закрываются 100 000 раз, а за 70 лет – 2 555 000 000 раз.

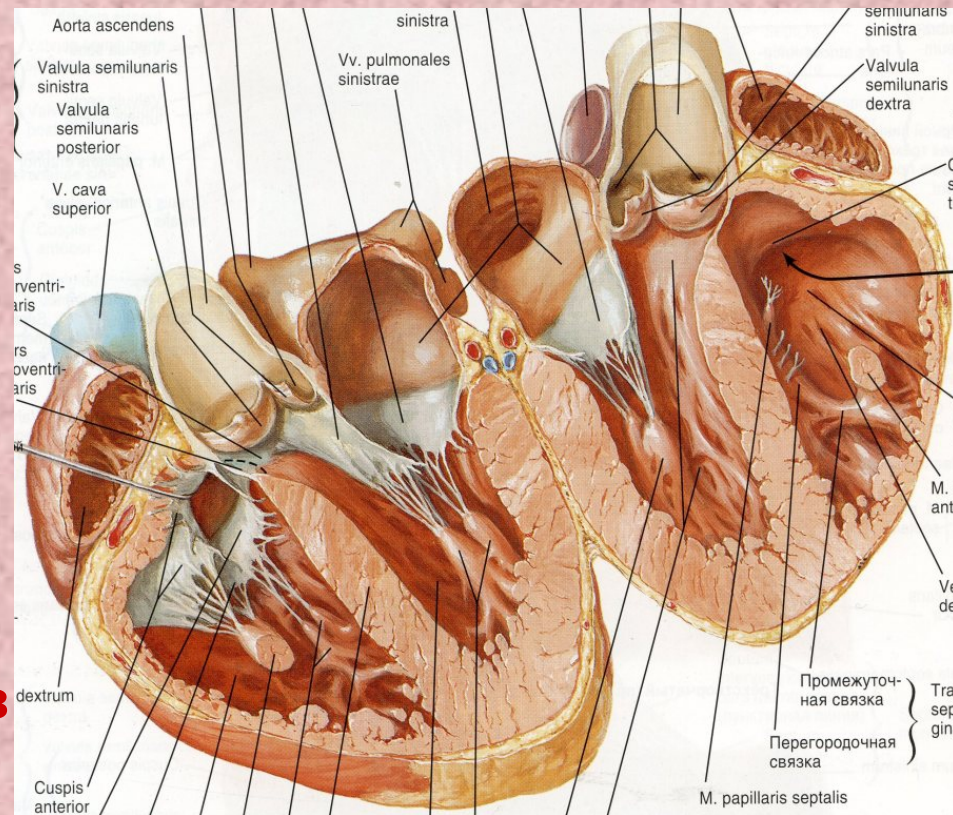


КЛАПАННЫЙ АППАРАТ

Это понятие относится только к предсердно-желудочковым клапанам. Он включает четыре структуры.

- **Фиброзное кольцо**
- **Створки**
- **Сухожильные хорды**
- **Сосочковые мышцы**

Структурные нарушения любого из 4-х компонентов клапанного аппарата приводят к нарушению физиологической функции клапана, к формированию порока сердца.





- **Сердце расходует 7-20% всей энергии, вырабатываемой в организме.**
- **В час сердце потребляет 9,6 кКал, из них 60-80 % идет на преодоление трения в сосудах.**

За 1 сек оно перекачивает 0,1 л крови

1 мин — «— 6 л — «—

1 час — «— 360 л — «—

1 сутки — «— 8460 л — «—

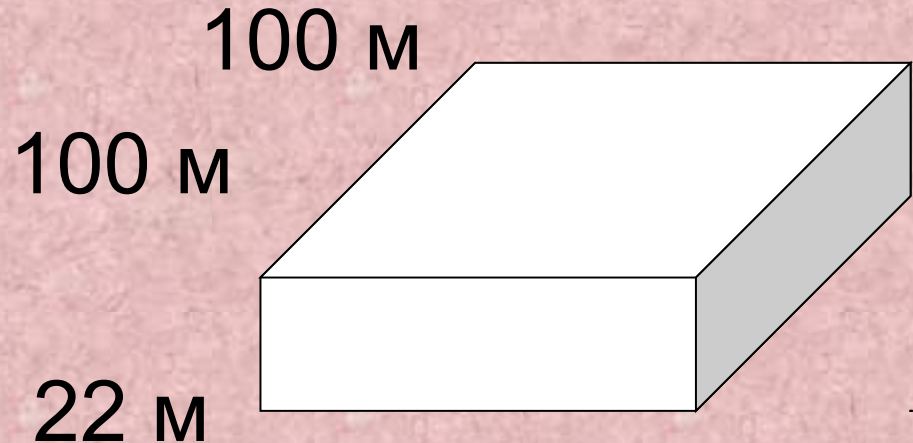
1 год — «— 3 000 000 л — «—

70 лет — «— 220 000 000 л — «—



** За 2 часа лекции (90 мин) сердце каждого перекачивает крови в объеме равном 540 л (более полтонны).*

Суточная работа сердца = 9,8 Дж, что соответствует суточной работе мотора в 27 лошадиных сил.





ГРАНИЦЫ СЕРДЦА

– это проекция верхушки, основания и краев сердца на переднюю стенку грудной клетки

Верхушка – проецируется в левое **V** межреберье на 1-1,5 см вправо от левой среднеключичной линии

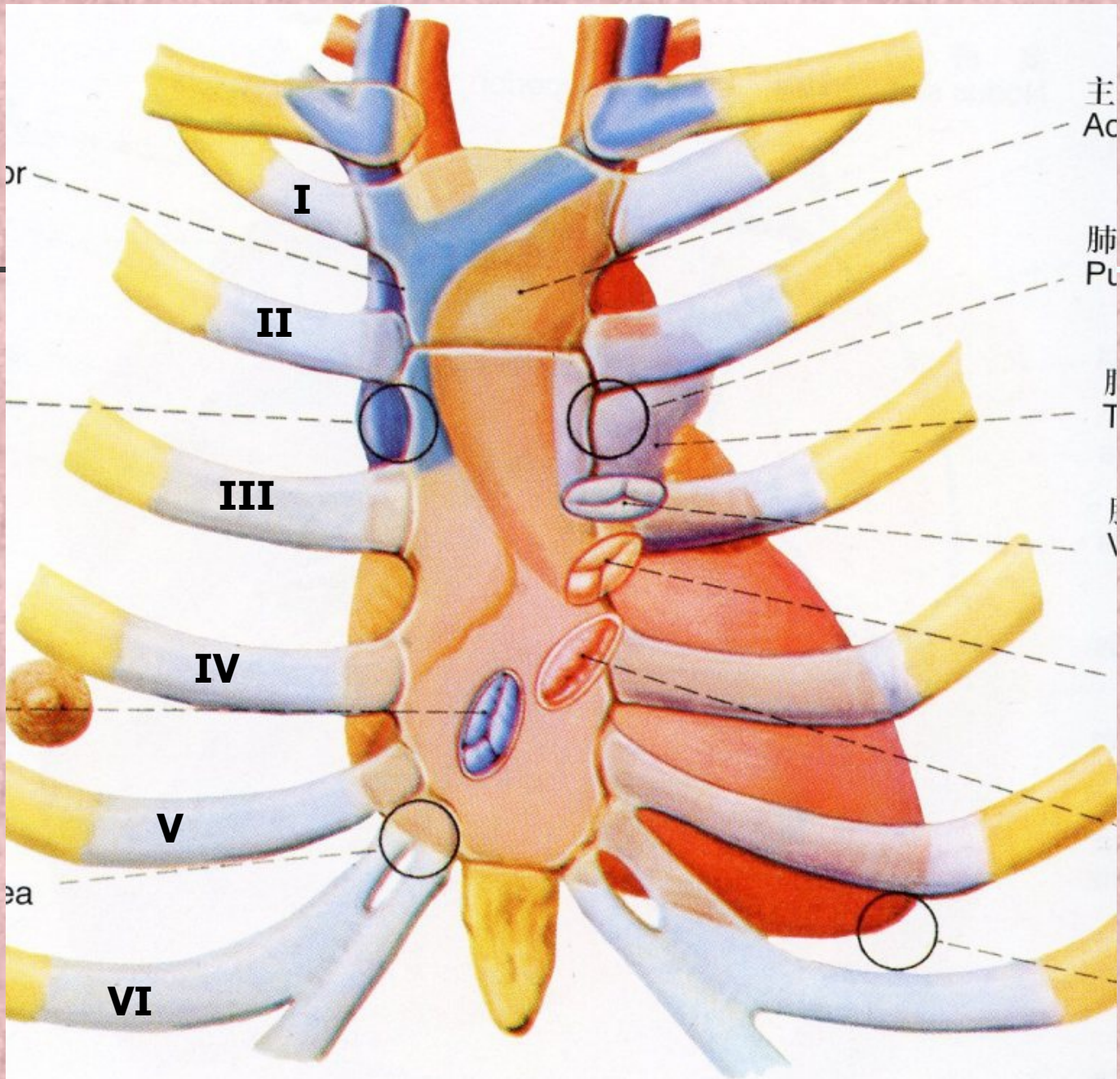
Основание – проецируется по верхнему краю **хрящей III** пары ребер



Правая граница – это проекция правого края сердца, она определяется на 2 см вправо от правого края грудины на протяжении от хряща III до хряща V правых ребер

Левая граница – это проекция левого края сердца, она определяется по дугообразной линии от наружного конца хряща III левого ребра до проекции верхушки сердца

Нижняя граница – это проекция нижнего края сердца, она определяется по линии от места прикрепления хряща V правого ребра к грудины до проекции верхушки сердца.



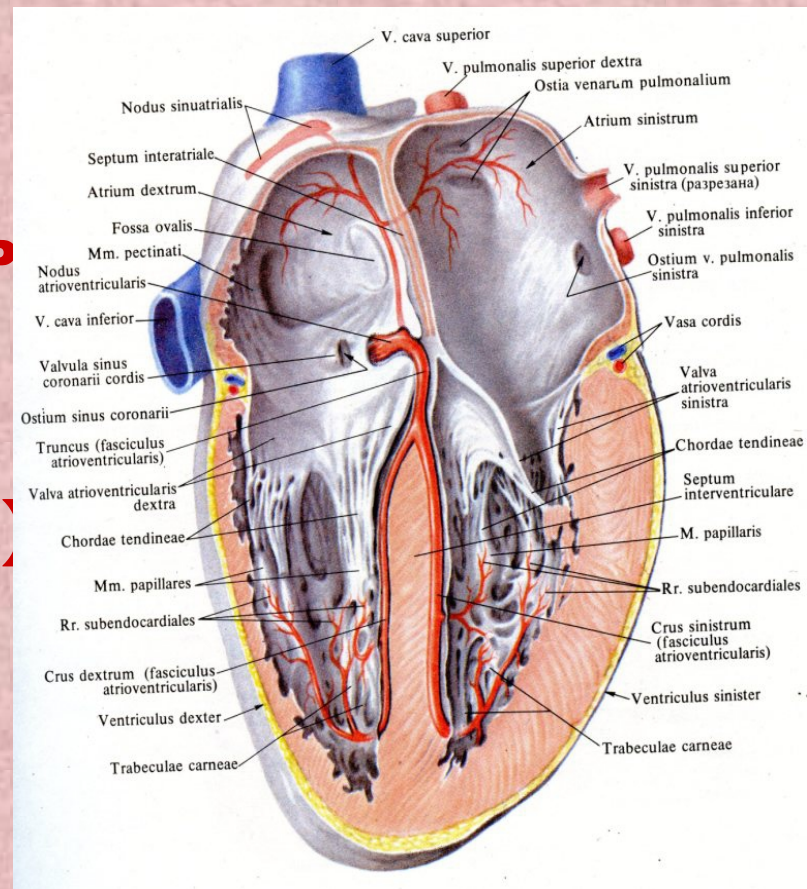
ПРОВОДЯЩАЯ СИСТЕМА СЕРДЦА

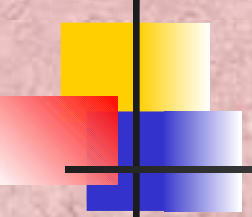
Эта система состоит из

1. синусно-предсердного узла (Киса-Флека) – водитель ритма 1-ого порядка

2. предсердно-желудочкового узла (Ашоффа-Тавара) – водитель ритма 2-ого порядка

В узлах генерируются нервные импульсы





3. предсердно-желудочкового пучка (пучка Гиса)

4. правой и левой ножек пучка Гиса

5. волокон Пуркинье

Указанные структуры образованы атипичными кардиомиоцитами с небольшим количеством миофибрилл, большим объемом цитоплазмы, очень хорошо иннервируемых. Они обеспечивают проведение нервных импульсов от эфферентных нервов сердца и его узлов к миокарду предсердий, а затем желудочков. Этим обеспечивается синхронность сокращений сердца и его автоматия.

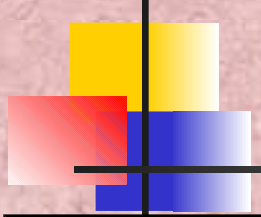
ИННЕРВАЦИЯ СЕРДЦА



В иннервации сердца участвуют:

- **n. vagus (чувствительная и парасимпатическая иннервация)**
- **симпатические нервы (симпатическая иннервация)**
- **Эти нервы образуют сердечные сплетения – поверхностное и глубокое.**
- **В глубоком сплетении выделяют: подэпикардальное, миокардальное и подэндокардальное сплетения.**

ПОНЯТИЕ О КРОВОСНАБЖЕНИИ ОРГАНОВ



АРТЕРИИ

МИКРОЦИРКУ- ЛЯТОРНОЕ РУСЛО

ВЕНЫ

Обеспечивают доставку кислорода и питательных веществ к тканям органа

Обеспечивает все обменные процессы в тканях органа

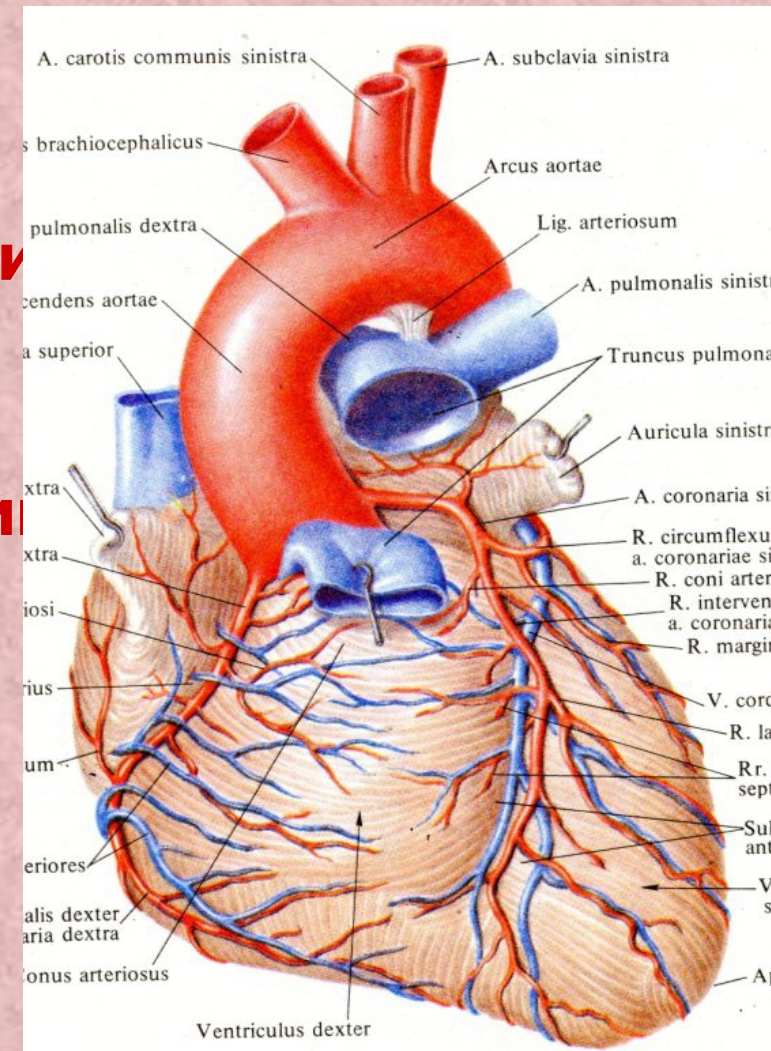
Обеспечивает удаление (дренаж) из тканей органов продуктов метаболизма

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ СЕРДЦА

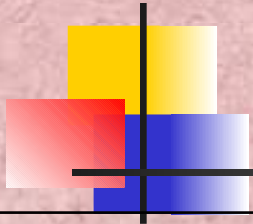
1. A. coronaria dextra с её ветвью r. interventricularis posterior
2. A. coronaria sinistra с её ветвями
 - a) r. interventricularis anterior
 - б) r. circumflexus

Конечные ветви венечных артерий

- a) Rr. atriales
- б) Rr. auriculares
- в) Rr. ventriculares
- г) Rr. septales ant. et post.
- д) aa. papillaris



Бассейны кровоснабжения венечных артерий



Правая венечная артерия

- стенка правых предсердия и желудочка
- задняя часть межжелудочковой перегородки
- сосочковые мышцы правого желудочка
- задняя сосочковая мышца левого желудочка
- синусно-предсердный и предсердно-желудочковый узлы проводящей системы сердца

Левая венечная артерия

- стенка левых желудочка и предсердия
- передняя стенка правого желудочка
- большая часть межжелудочковой перегородки
- передняя сосочковая мышца левого желудочка

ВЕНЫ СЕРДЦА

Крупные вены сердца.

1. V. cordis magna
2. V. cordis parva
3. V. cordis media
4. V. posterior ventriculi sinistra
5. V. obliqua atrii sinistri

Все эти вены впадают в Sinus coronarius cordis.

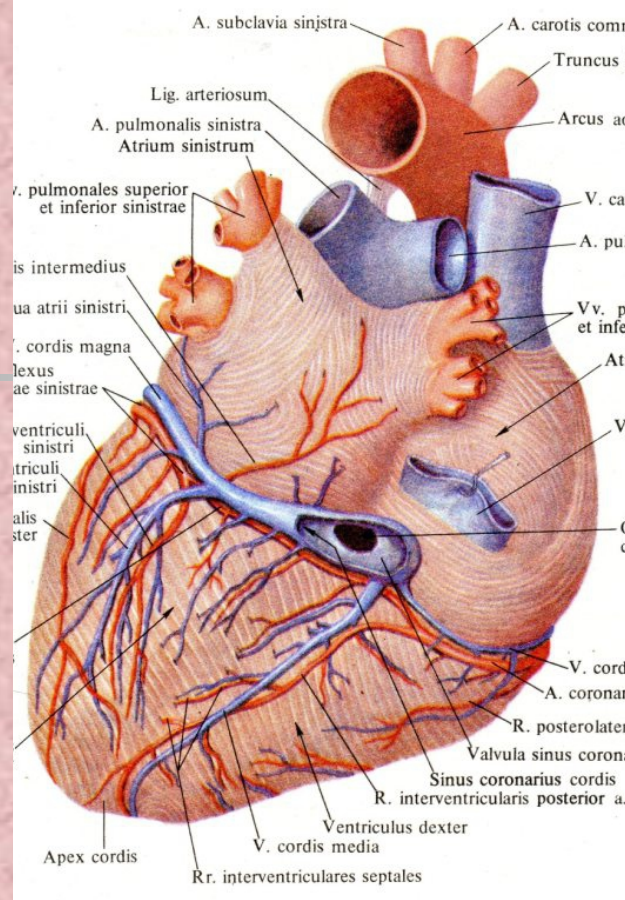
Средние вены сердца.

Vv. cordis anteriores- впадают в правое предсердие.

Малые вены сердца.

Vv. cordis minimae (тебезиевы). Число их 20-30. Больше их количество впадает в правое предсердие. Но часть этих вен несут кровь в левое предсердие и в оба желудочка.

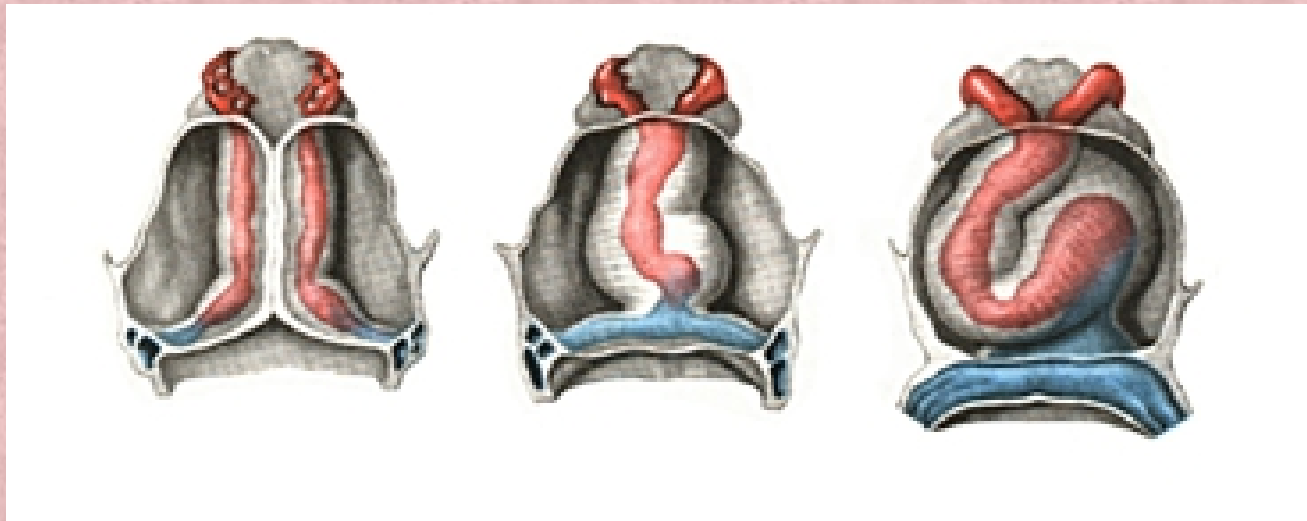
Кровь из всех вен сердца в большем объеме поступает в правое предсердие.

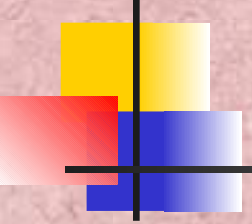


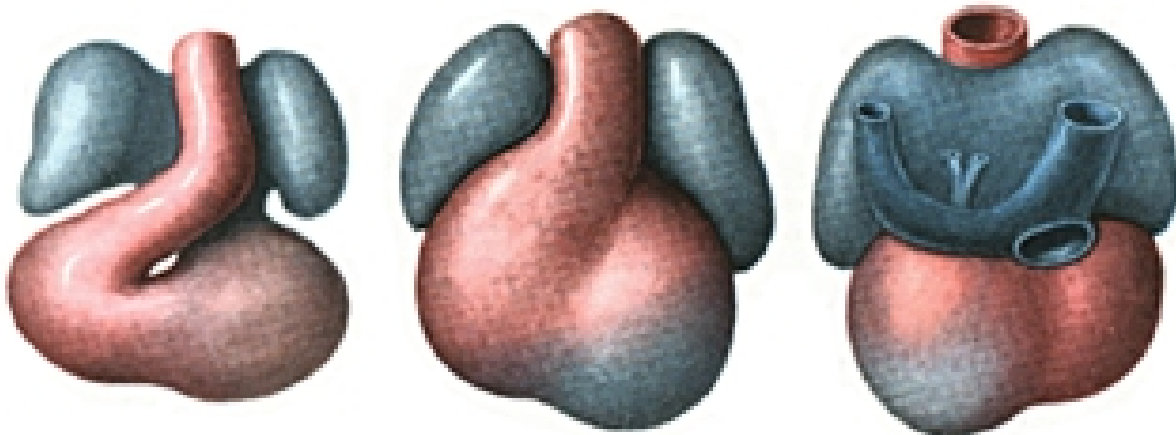
РАЗВИТИЕ СЕРДЦА В ФИЛОГЕНЕЗЕ

СТАДИИ ФИЛОГЕНЕЗА:

- Трубчатое сердце (у ланцетника)
- Двухкамерное сердце (у рыб)

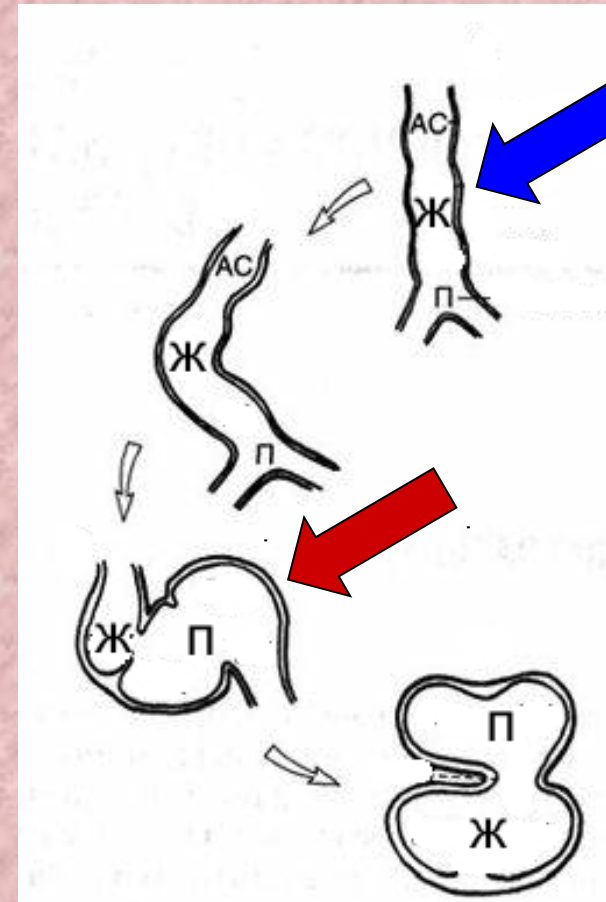


- 
-
- **Трехкамерное сердце (у амфибий)**
 - **Четырехкамерное сердце (у млекопитающих)**



РАЗВИТИЕ СЕРДЦА В ОНТОГЕНЕЗЕ

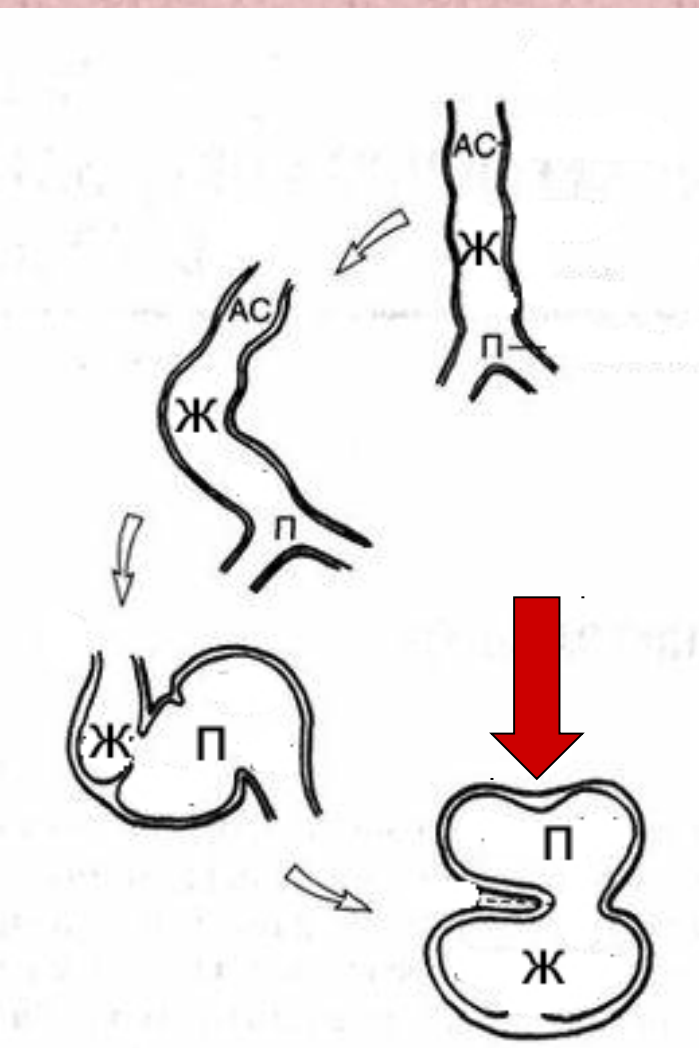
1. На 17-е сутки развития эмбриона появляется закладка сердца из мезенхимы в виде двух сосудов, которые затем срастаются в один сосуд и возникает
2. Трубчатое сердце в области шеи (характерное для ланцетника)
3. Сигмовидное сердце (2,5 нед.) возникает путем изгиба трубчатого сердца при появлении двух борозд (предсердно-желудочковой и луковично-желудочковой)

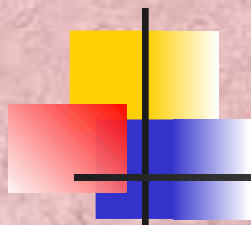


**На 3 неделе
эмбрионального развития
наступает стадия
двухкамерного сердца
(характерного для рыб)**

**На этой стадии появляются
структуры, обеспечивающие
в последующем полное
формирование сердца:**

- 1. Примитивное предсердие**
- 2. Примитивный желудочек**
- 3. Предсердно-желудочковое
отверстие**
- 4. Артериальный ствол**
- 5. Венозный синус**





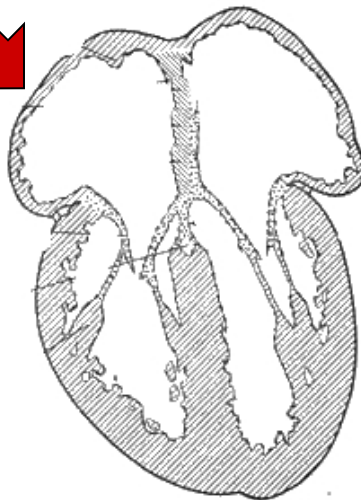
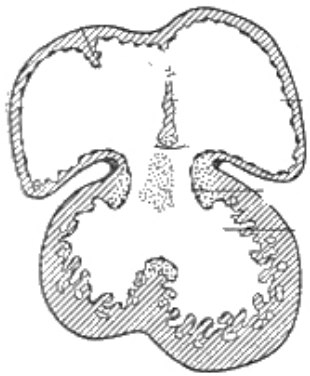
На втором месяце эмбрионального развития возникает стадия трехкамерного сердца (характерного для амфибий)

На этой стадии постепенно формируются три перегородки

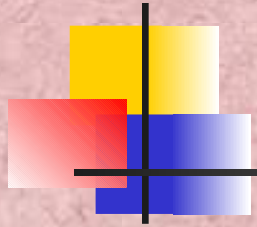
Первая - межпредсердная (2 мес) – перегородка разделяет примитивное предсердие на правое и левое предсердия, после чего возникает стадия трехкамерного сердца

- 1. Правое предсердие**
- 2. Левое предсердие**
- 3. Желудочек**





Далее формируется вторая аортолегочная (2 мес) перегородка. Развитие её приводит к разделению артериального ствола на аорту и легочный ствол. Параллельно формируется межжелудочковая (3 мес) перегородка. Она разделяет примитивный желудочек на правый и левый желудочки, после чего наступает стадия четырехкамерного сердца (характерного для млекопитающих)



Предсердно-желудочковое отверстие
преобразуется в правое и левое
предсердно-желудочковые отверстия

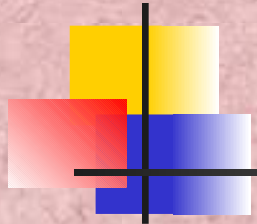
Венозный синус редуцируется

Из его 2-х клапанов остается один, который
трансформируется

а) в заслонку нижней полой вены

б) в заслонку венечного синуса

ТИПЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ



В процессе развития и жизни человека в его организме наблюдается последовательная смена трех типов кровообращения:

- 1. Желточное (эмбриональный период, в первые 2 месяца внутриутробного развития)**
- 2. Плацентарное (плодный период, на протяжении 3-9 месяцев внутри-утробного развития)**
- 3. Легочное (после рождения)**

КРОВООБРАЩЕНИЕ ПЛОДА

Особенности функционирования плода:



Легкие не функционируют → сосуды
малого круга кровообращения в
спавшемся состоянии




Всасывания в желудочно-кишечном
тракте не происходит



Печень является органом
крововетворения

СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИЕ У ПЛОДА



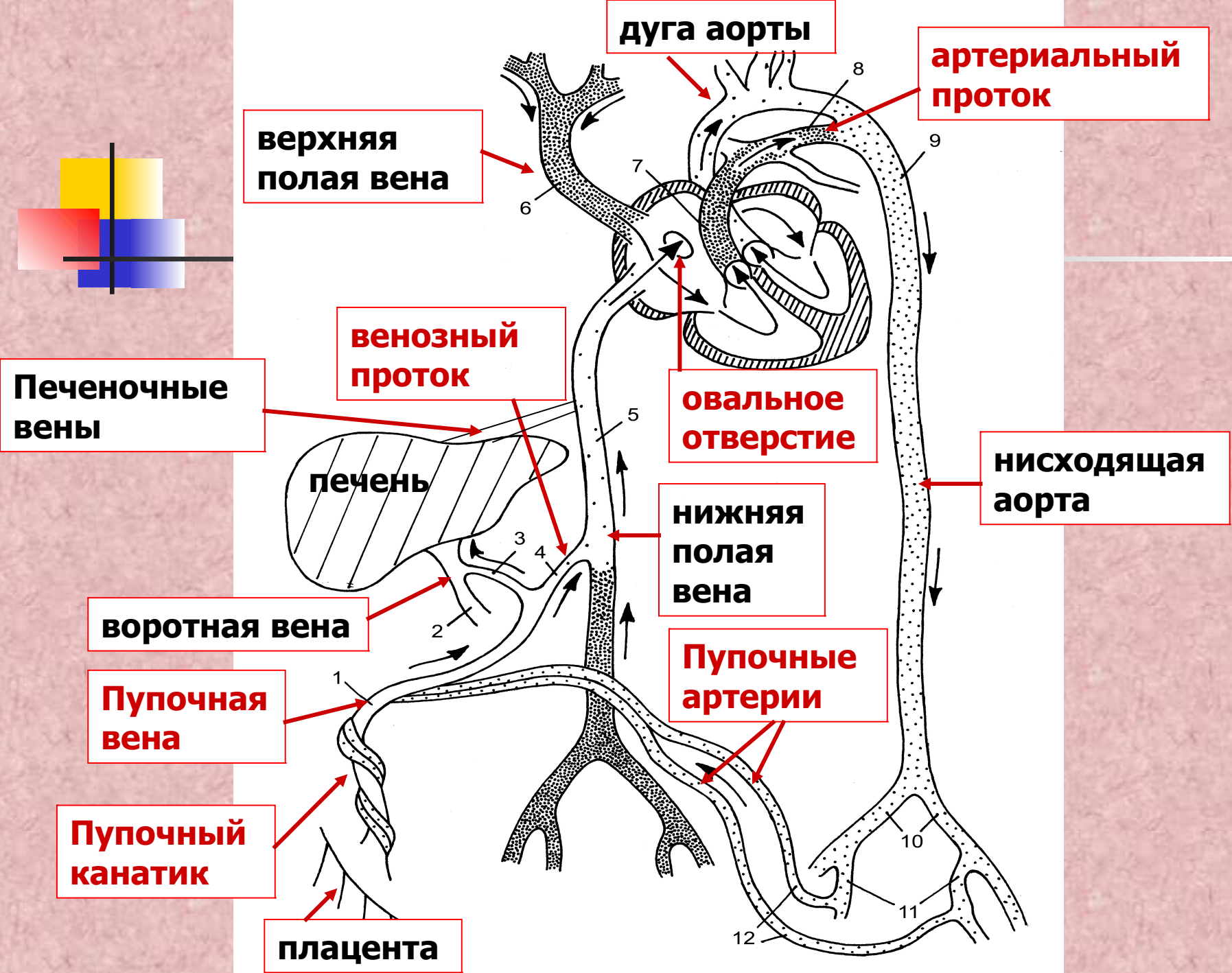
1. Пупочный канатик содержит:

- а) *V. umbilicalis* (кровь артер.)
- б) *Aa. umbilicales* (кровь венозн.)

2. Протоки

- а) *Ductus venosus (Arantii)* – обеспечивает связь пупочной вены с нижней поллой веной
- б) *Ductus arteriosus (Botalli)* – связывает легочный ствол с дугой аорты

3. *Foramen ovale*



верхняя полая вена

дуга аорты

артериальный проток

венный проток

овальное отверстие

нисходящая аорта

Печеночные вены

печень

нижняя полая вена

воротная вена

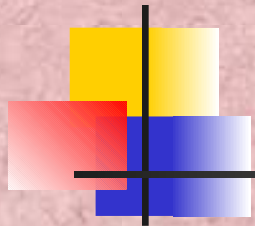
Пупочные артерии

Пупочная вена

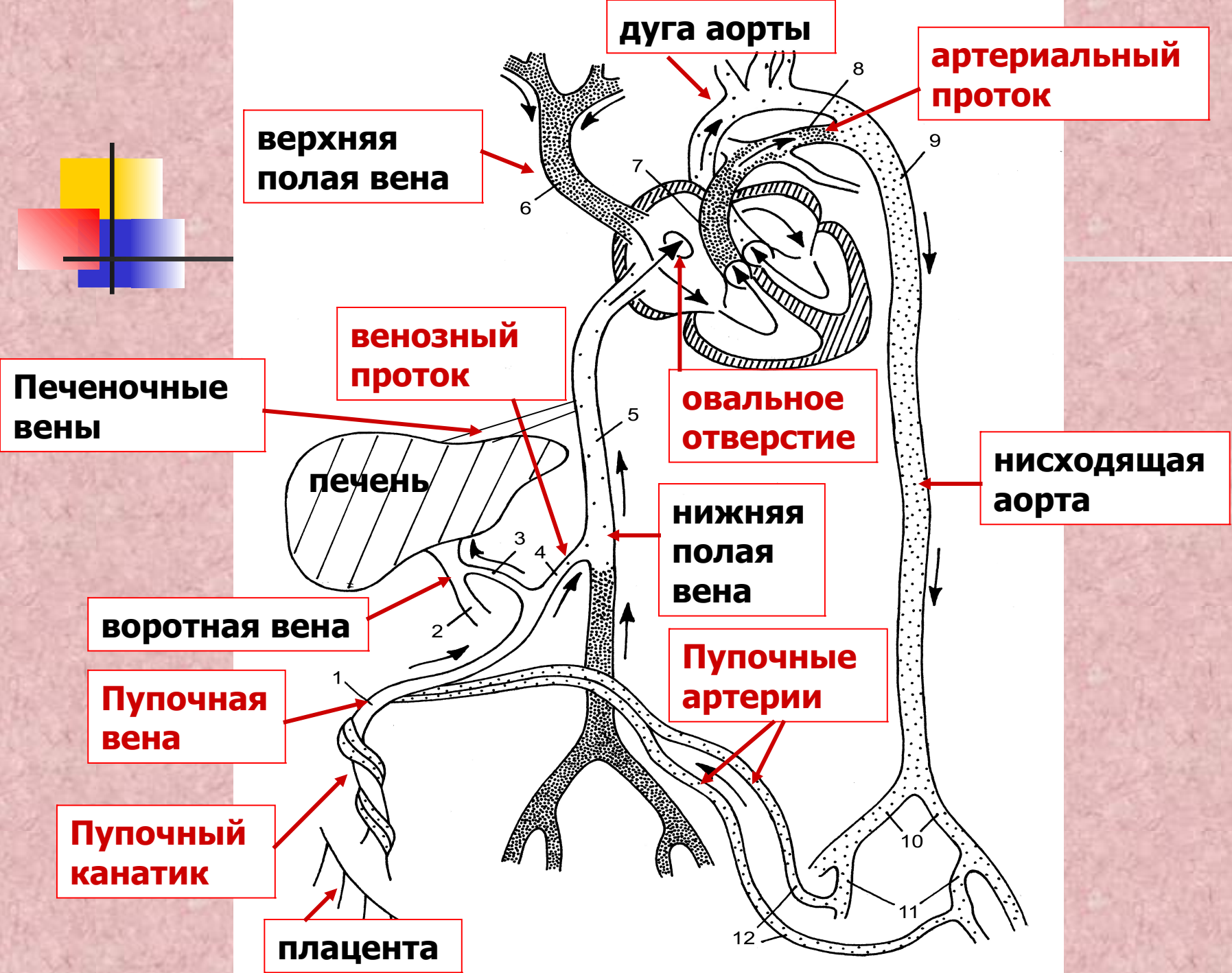
Пупочный канатик

плацента

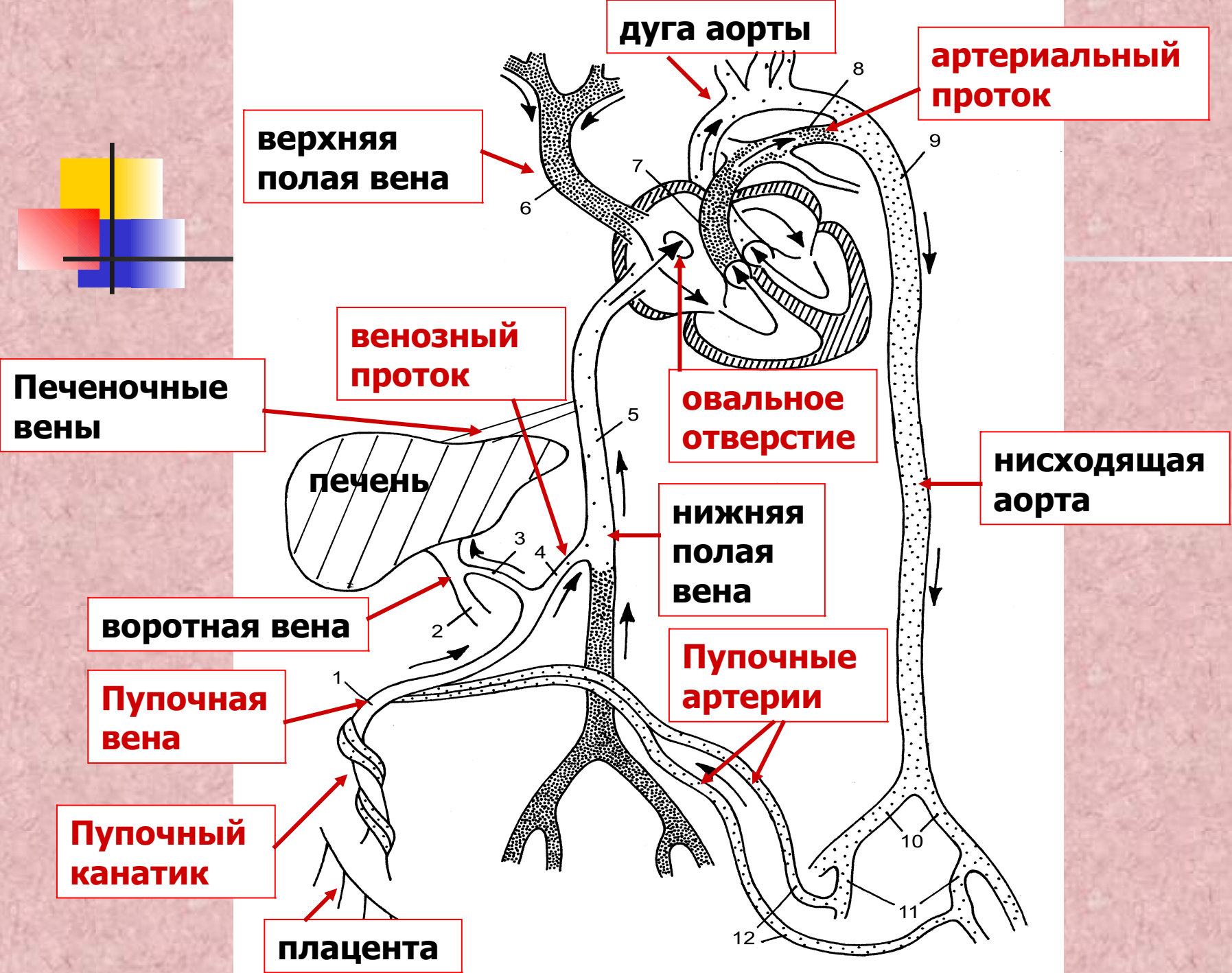
ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОДА



- Из плаценты артериальная кровь к плоду поступает по *пупочной вене*, которая на уровне ворот печени делится на две ветви:
 1. Первая ветвь впадает в воротную вену, по которой артериальная кровь поступает в печень, кровоснабжает ее и затем кровь оттекает по печеночным венам в нижнюю полую вену
 2. Вторая ветвь называется— *венозным протоком* — впадает в нижнюю полую вену, где происходит смешение артериальной и венозной крови



- Из нижней полой вены смешанная кровь поступает в правое предсердие. Через *овальное отверстие* большой объем крови направляется в левое предсердие, из него в левый желудочек, затем в аорту и отходящие от неё артерии большого круга кровообращения.
- Венозная кровь из верхней полой вены поступает в правое предсердие, из которого большой объем крови направляется в правый желудочек и далее в легочный ствол
- Кровь из легочного ствола в сосуды малого круга кровообращения (сосуды легкого) поступает в минимальном объеме. Большой объем крови через *артериальный проток* поступает в нисходящую часть аорты.
- Кровь от плода оттекает по двум *пупочным артериям* в плаценту.



ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ОРГАНОВ У ПЛОДА:

1. Чистую артериальную кровь получает только печень, выполняющая в этот период кроветворную функцию, для которой требуется много кислорода.
2. Все остальные органы кровоснабжаются смешанной кровью. Однако имеется определенная разница в насыщенности кислородом этой крови, притекающей к разным органам.
3. К сердцу и верхней части тела плода, кровь поступает соответственно по ветвям восходящей части и дуги аорты. Эта кровь еще очень насыщена кислородом, необходимым для развития, в первую очередь, головного мозга.
4. К нижней части тела кровь поступает по артериям, отходящим от нисходящей части аорты и она содержит меньше всего кислорода.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СОСУДИСТОМ РУСЛЕ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ПЛОДА

После рождения ребенка происходит первый его вдох, что приводит к началу функционирования легкого, а следовательно, и малого круга кровообращения, к существенным изменениям гемодинамики. Эти функциональные изменения приводят к следующим морфологическим преобразованиям в кровеносной системе новорожденного.

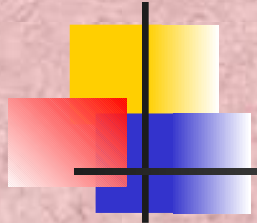
Активно функционирующие у плода овальное отверстие и сосудистые структуры, такие как пупочная артерия и вены, венозный и артериальный протоки закрываются, постепенно облитерируются и превращаются в рубцовую ткань.



ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СОСУДИСТОМ РУСЛЕ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ПЛОДА

Шесть активно функционирующих структур у плода после его рождения претерпевают следующие преобразования.

- 1. Овальное отверстие – в овальную ямку**
- 2. Пупочная вена – в круглую связку печени**
- 3. Пупочные артерии – в боковые пупочные связки**
- 4. Венозный (аранциев) проток – в венозную связку**
- 5. Артериальный (боталлов) проток – в артериальную связку**
- 6. Перевязанный и пересеченный пупочный канатик формируется в пупок.**



В норме указанные преобразования должны произойти в первые 7-10 суток жизни новорожденного. Если этого не происходит, то у ребенка констатируют тот или иной врожденный порок, например, незаращение овального отверстия или боталлового протока.

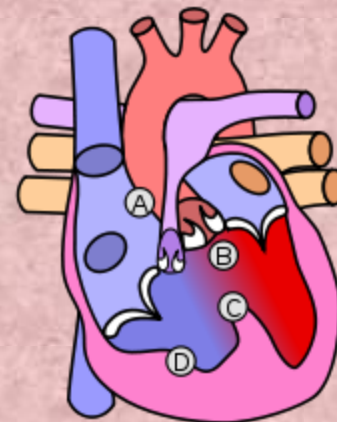
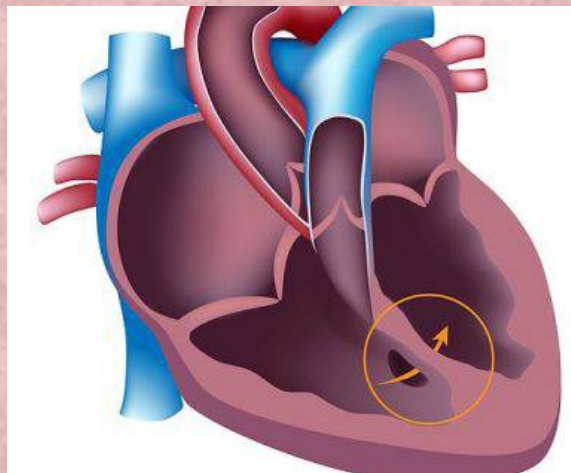
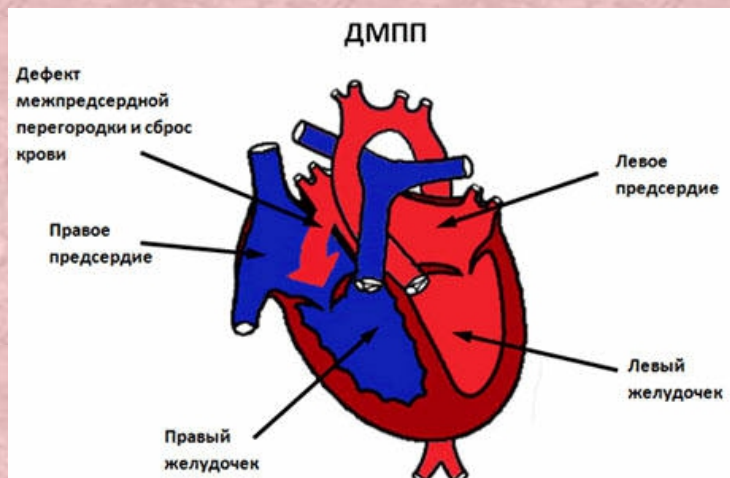
Только овальное отверстие сохраняется дольше других структур и зарастает лишь к концу первого года жизни ребенка.

ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА (1-2%)

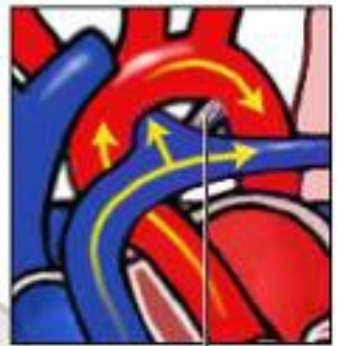
- **Дефекты межпредсердной перегородки 7-25%**
- **Дефекты межжелудочковой перегородки**
- **Незаращение артериального (боталлова) протока**
- **Коарктация аорты**
- **Стеноз легочного ствола**
- **Стеноз устья аорты**
- **Стеноз предсердно-желудочковых отверстий**
- **Комбинированные пороки:
триада, тетрада, пентада Фалло**

ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА (1-2%)

- Дефекты межпредсердной перегородки 7-25%
- Дефекты межжелудочковой перегородки



Нормальная циркуляция



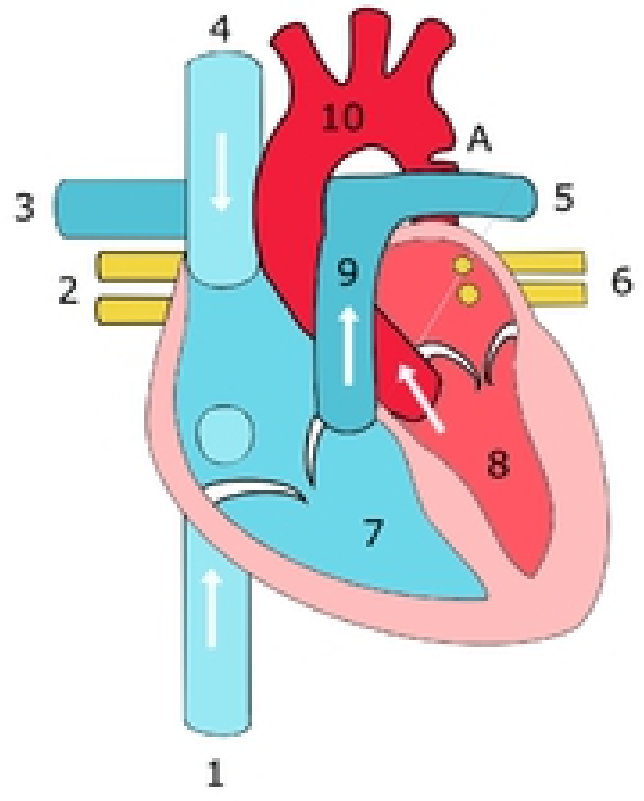
Закрытый Артериальный проток

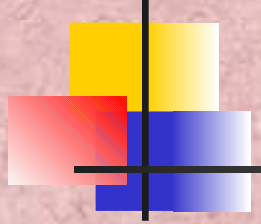
Ненормальная циркуляция



Открытый артериальный проток

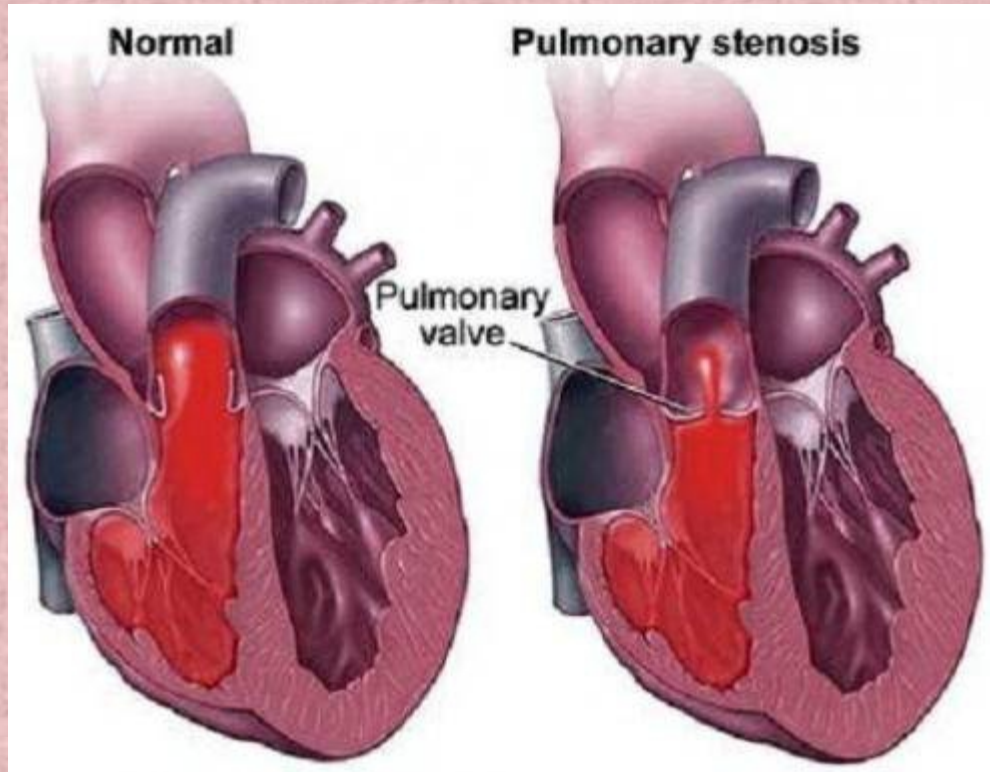
- Незаращение артериального (боталлова) протока
- Коарктация аорты
 - лат. *coarctatio* – сужение. Это сужение аорты на ограниченном участке, чаще всего у перехода дуги аорты в нисходящий отдел.

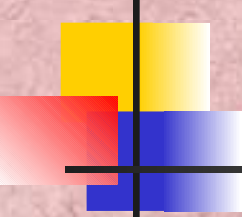


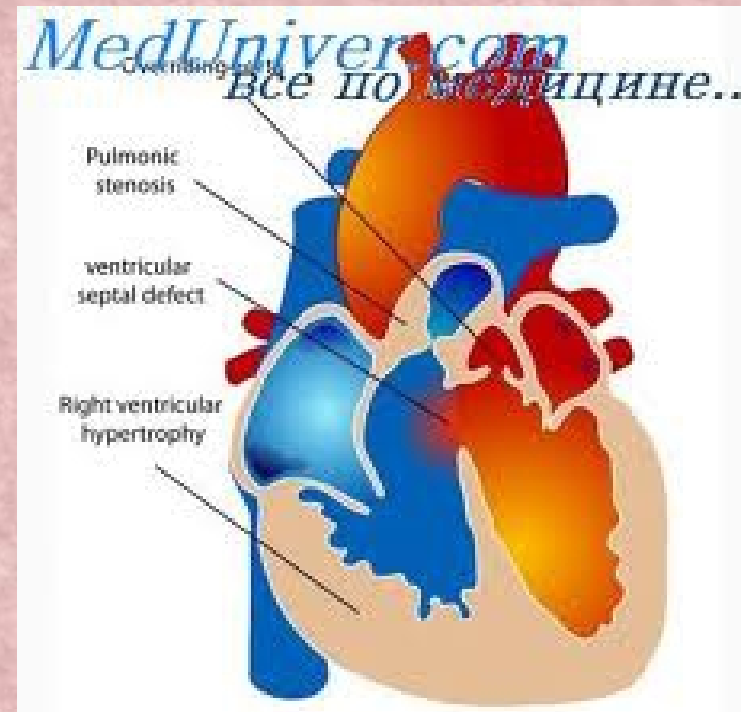


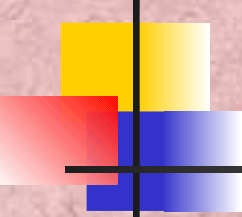
- Стеноз легочного ствола
- Стеноз устья аорты
- Стеноз предсердно-желудочковых отверстий

Стеноз, от греч. *stenosis* – сужение. Это сужение трубчатого органа или отверстия



- 
- **Комбинированные пороки:
триада Фалло**
 - **клапанный стеноз лёгочной артерии или обструкция выходного отдела правого желудочка**
 - **гипертрофия правого желудочка сердца**
 - **дефект межпредсердной перегородки**





АРТЕРИАЛЬНЫЕ СОСУДЫ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Аорта – самый крупный артериальный сосуд, диаметр которого достигает 2,5 см. У неё выделяют следующие отделы:

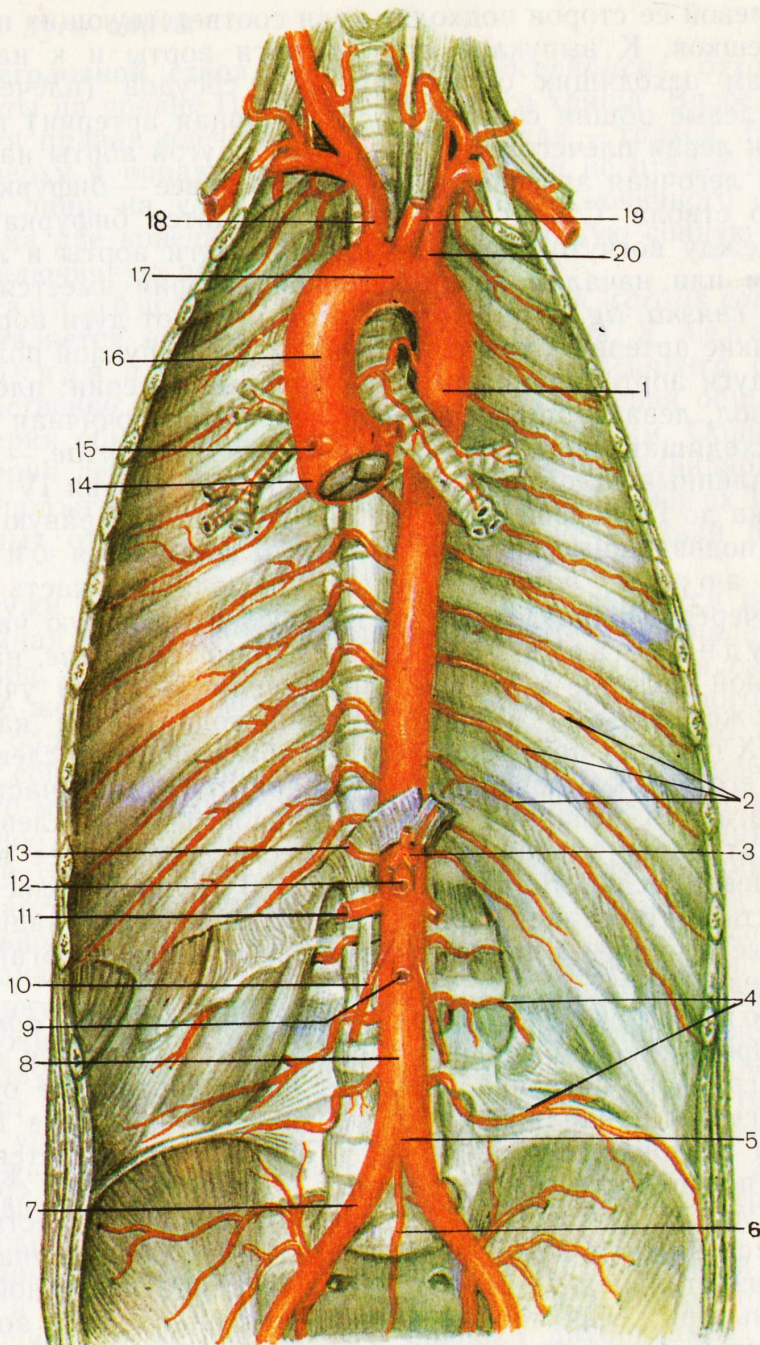
А) Восходящая часть

Б) Дуга аорты

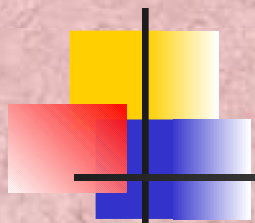
В) Нисходящая часть

1) грудная часть аорты

2) брюшная часть аорты



Отделы аорты	Отходящие артериальные сосуды	Области кровоснабжения
восходящая часть аорты	Венечные артерии	Сердце
дуга аорты	1. Плечеголовной ствол 2. Левая общая сонная артерия	Органы головы и шеи
	3. Подключичная артерии	Верхняя конечность ⁵⁵



грудная
часть
аорты

Висцеральные ветви

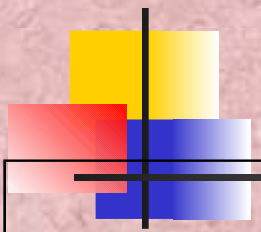
- 1.Бронхиальные
- 2.Пищеводные
- 3.Перикардимальные
- 4.Медиастинальные

Органы грудной
полости

Париетальные ветви

- 1.Задние межреберные
- 2.Верхние диафрагмальные

Стенки грудной
полости



брюш-
ная
часть
аорты

Висцеральные ветви:

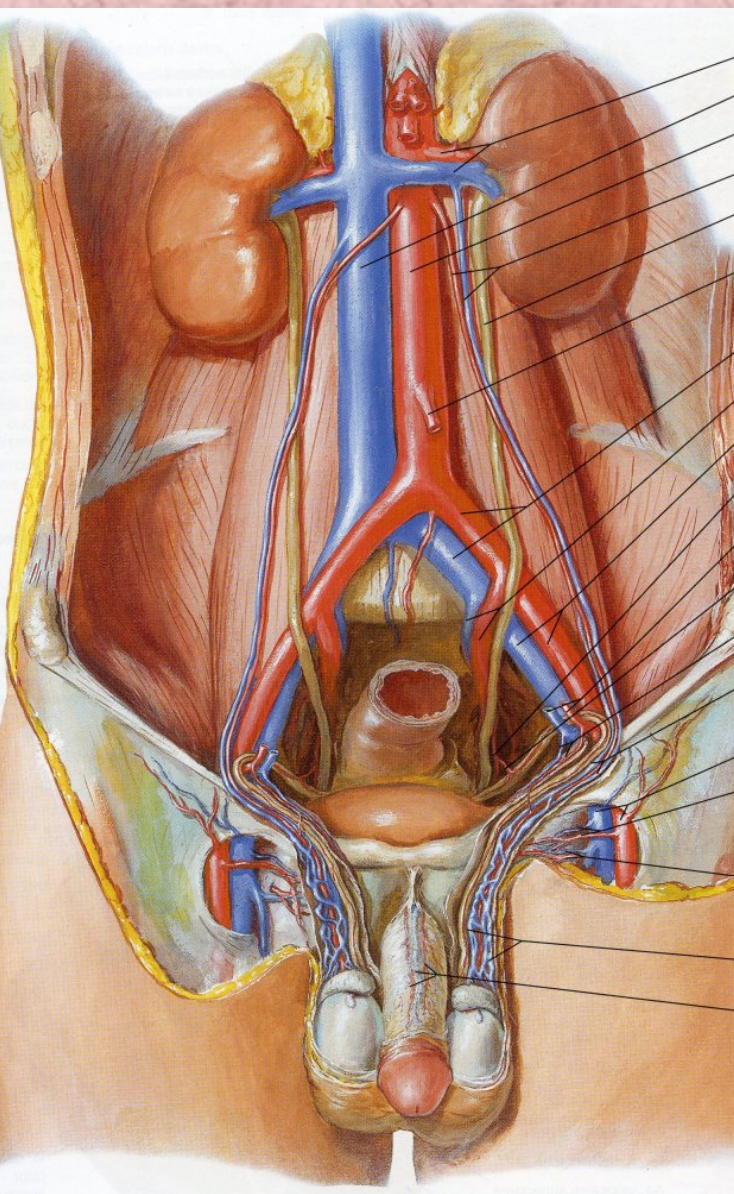
1. Чревный ствол
2. Брыжеечные артерии
3. Почечные артерии
4. Надпочечниковые артерии
5. Яичковые (яичниковые) артерии

Внутренние органы брюшной полости и таза (в т.ч. половые железы)

Париетальные ветви:

1. Нижние диафрагмальные
2. Поясничные

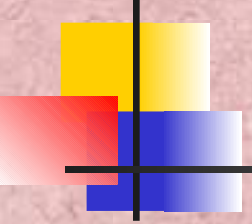
Стенки брюшной полости



Брюшная часть аорты посредством бифуркации делится на две общие подвздошные артерии, каждая из которых делится на внутреннюю и наружную подвздошные артерии.

Внутренние подвздошные артерии кровоснабжают стенки и внутренние органы малого таза.

Наружные подвздошные артерии кровоснабжают нижние конечности.

- 
-
- **В лекции использованы оригинальные фотографии и рисунки, а также рисунки из атласов:**
 - **Г.Л.Билич, В.А.Крыжановский. Анатомия человека. Атлас в трех томах, Т.1, Т.2, Т.3, 209-2011 гг**
 - **Фрэнк Неттер. Атлас анатомии человека, 2003**
 - **Мечислав Стельмасяк. Анатомический атлас. Варшава.**