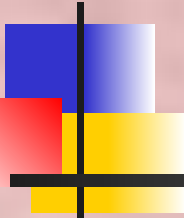


# Лекция: Функциональная анатомия СЕРДЦА



---

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

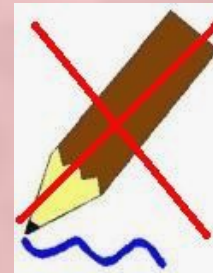
- а) артериальные
- б) венозные
- в) капиллярные (микроциркуляторное русло, МЦР)



# План лекции

---

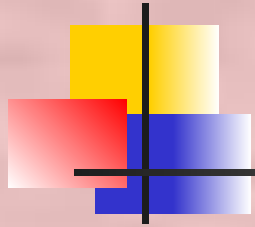
- Структура сосудистой системы
- Сердце, его форма, строение.
- Границы сердца.
- Проводящая система.
- Кровоснабжение и иннервация сердца.
- Развитие сердца.
- Кровообращение плода.
- Аномалии развития сердца.



«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)*

# 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  $45^{\circ}$ .

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

**Нормальное** сердце

(мезоморфное, нормостеническое)

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

**Короткое широкое** сердце

(брахиморфное, гиперстеническое)

Положение «горизонтальное»,

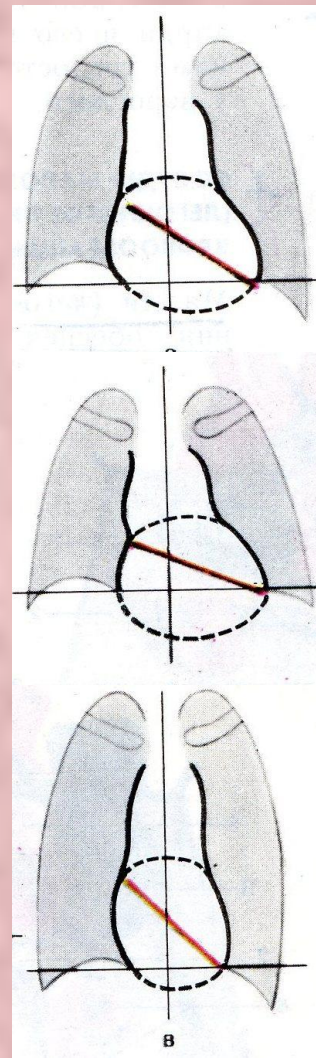
$L$  35-42°,  $d < \underline{\underline{\text{ш}}}$  («лежащее»)

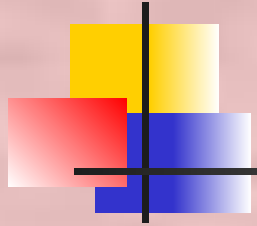
**Длинное узкое** сердце

(долихоморфное, гипостеническое)

Положение «вертикальное»,

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





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



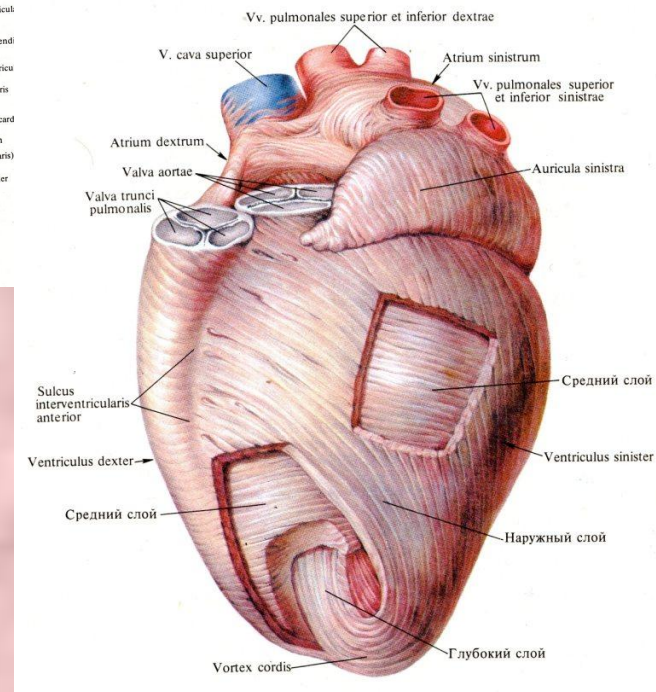
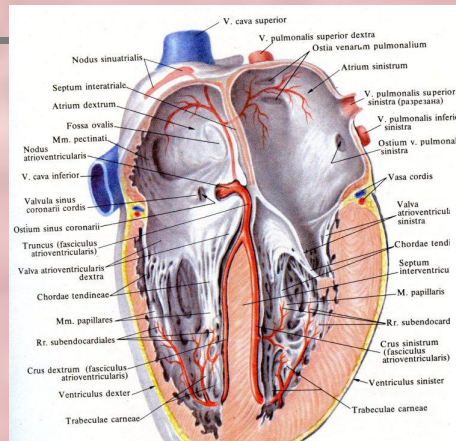


# ОБОЛОЧКИ СЕРДЦА

---

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

# Endocardium, Myocardium Epicardium

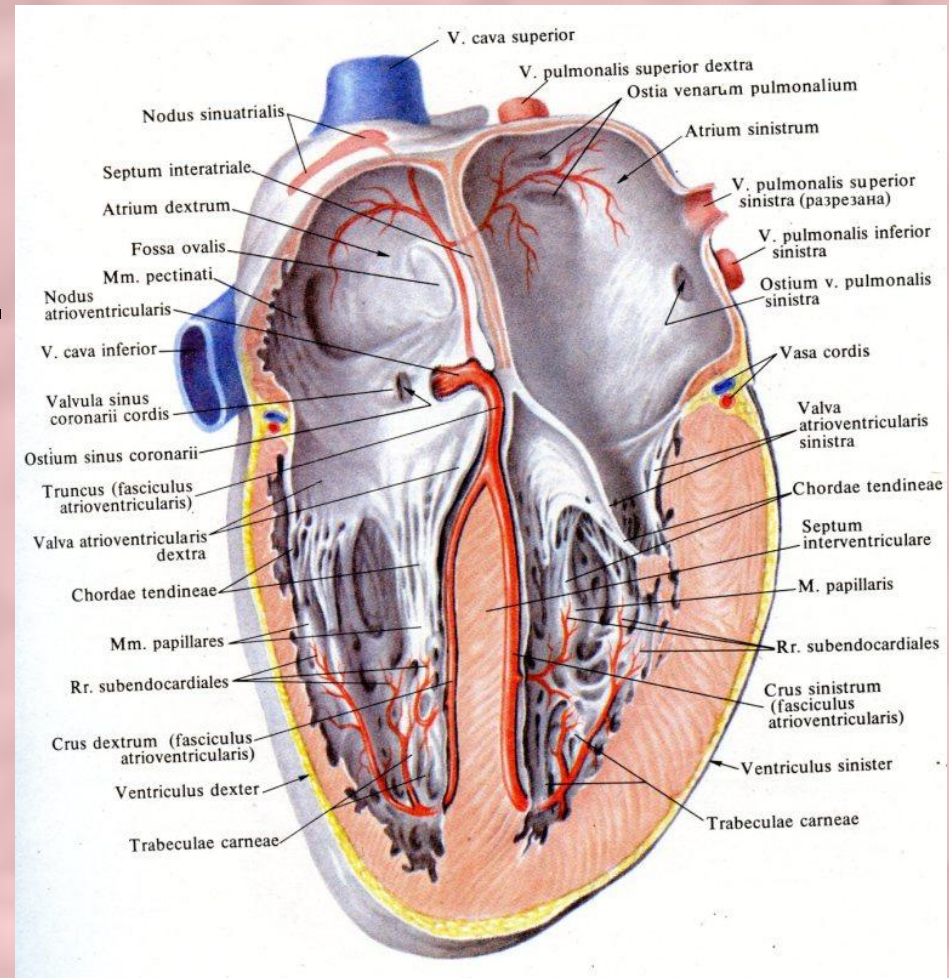


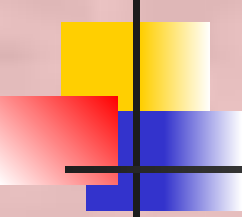
## Endocardium,

внутренняя оболочка представлена одним слоем эндотелиоцитов.

*его производные:*

1. створки предсердно-желудочковых клапанов
2. сухожильные нити
3. полулунные заслонки клапанов аорты и легочного ствола.

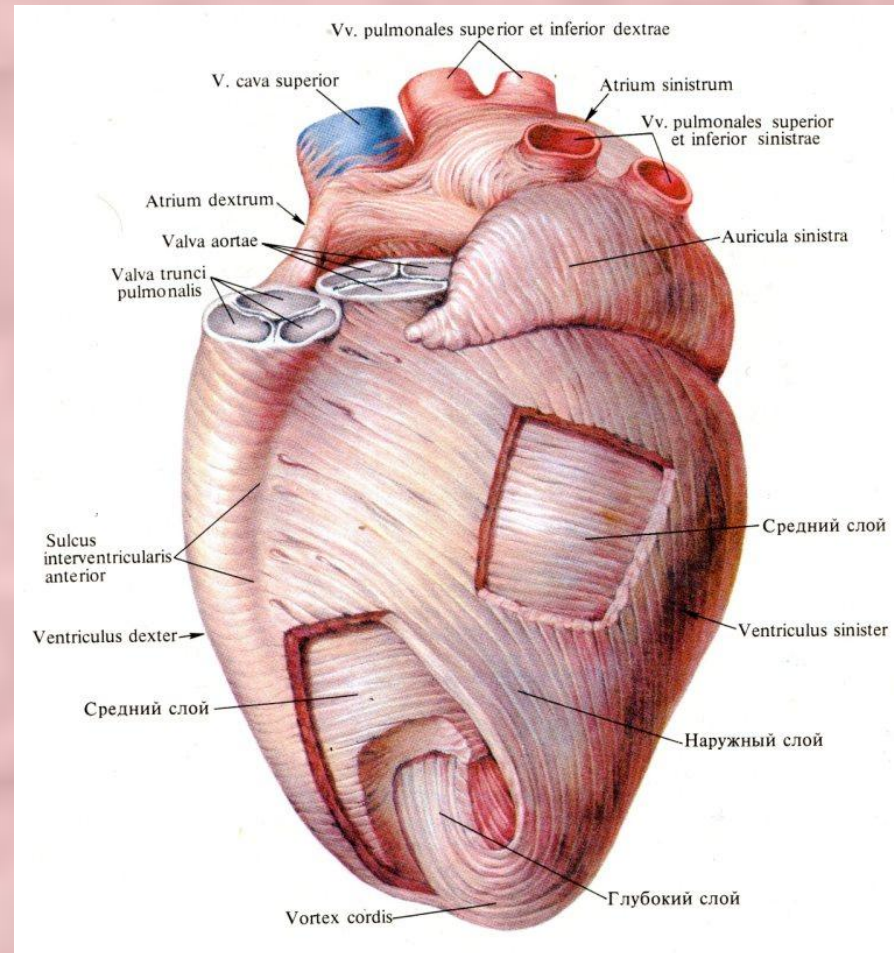




**Myocardium**, средняя оболочка, представлена сердечной поперечно-полосатой мышечной тканью, состоящей из совокупности кардиомиоцитов.

*его производные:*

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



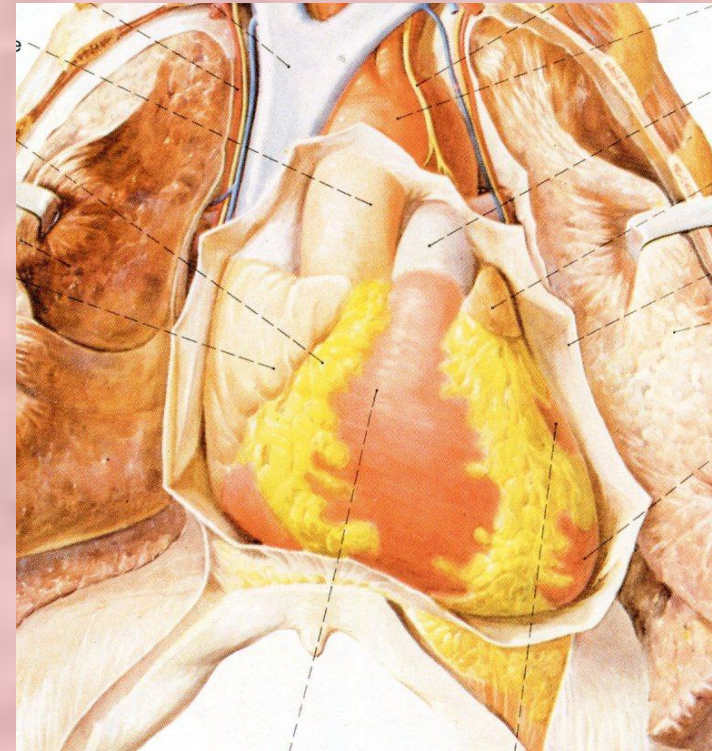
**Epicardium**, (серозная оболочка сердца) является висцеральным листком серозного перикарда.

**Pericardium**

serosum

fibrosum

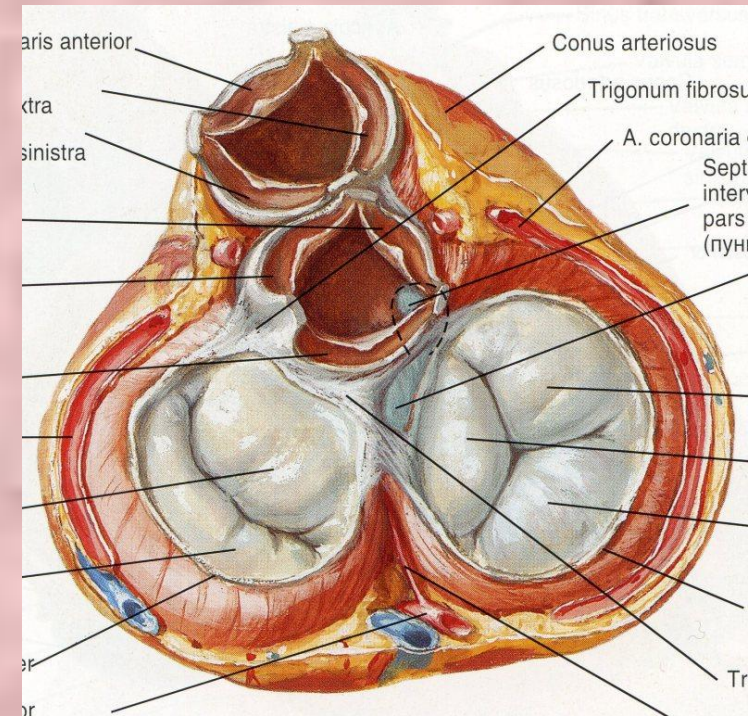
**Cavum pericardialis** –  
между париетальным и  
висцеральным листками  
серозного перикарда.



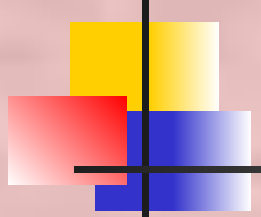
# КЛАПАНЫ СЕРДЦА

Клапаны сердца являются производными эндокарда

- I. **Valva atrioventricularis dextra** (tricuspidalis)
- II. **Valva atrioventricularis sinistra** (bicuspidalis, mitralis).



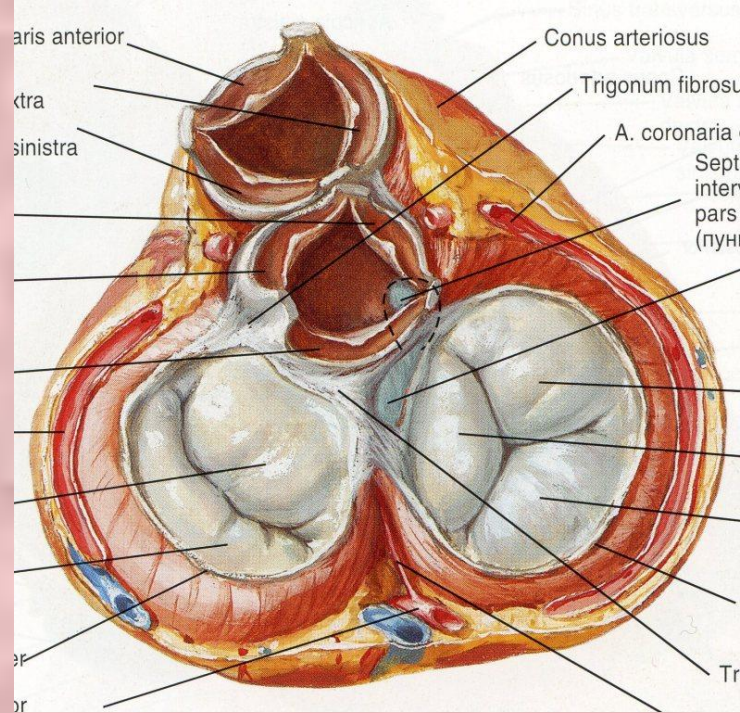
У этих клапанов имеются соответственно три и две створки, они работают активно, за счет сосочковых мышц.



### 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.

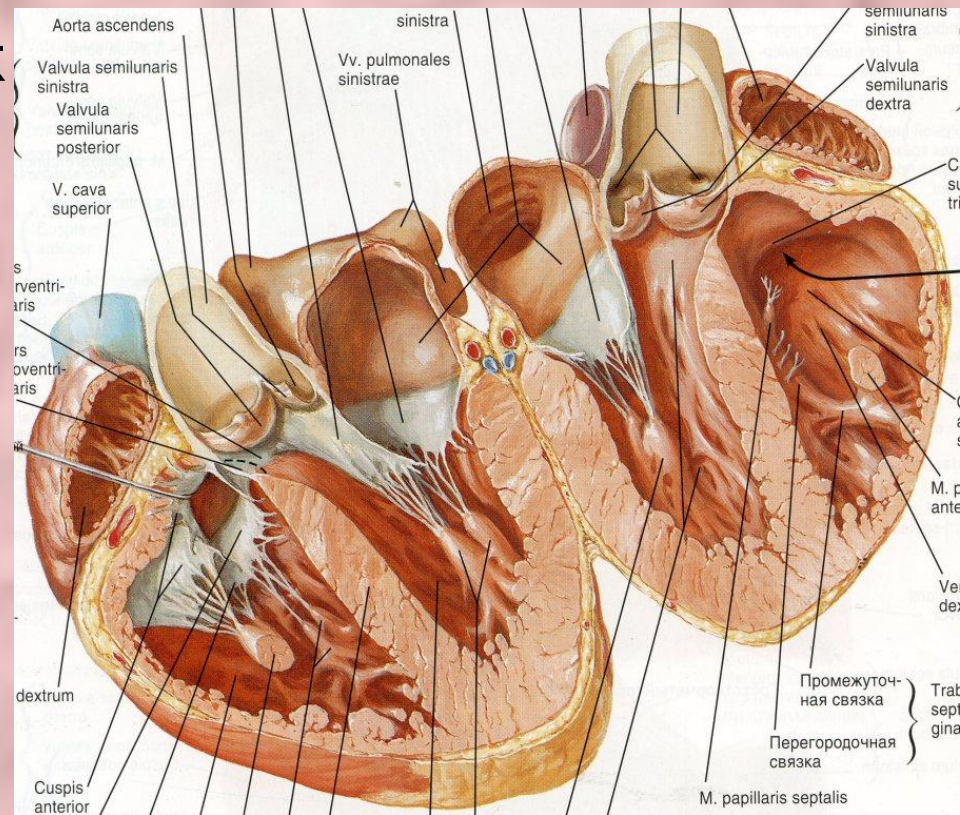


# КЛАПАННЫЙ АППАРАТ

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

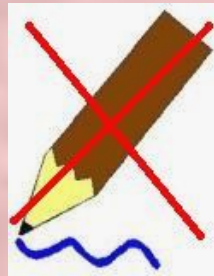
1 мин — «— 6 л — «—

1 час — «— 360 л — «—

1 сутки — «— 8460 л — «—

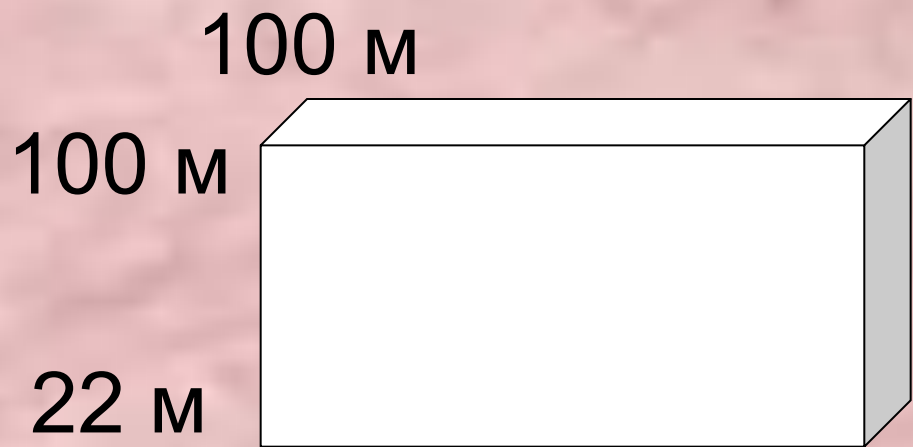
1 год — «— 3 000 000 л — «—

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

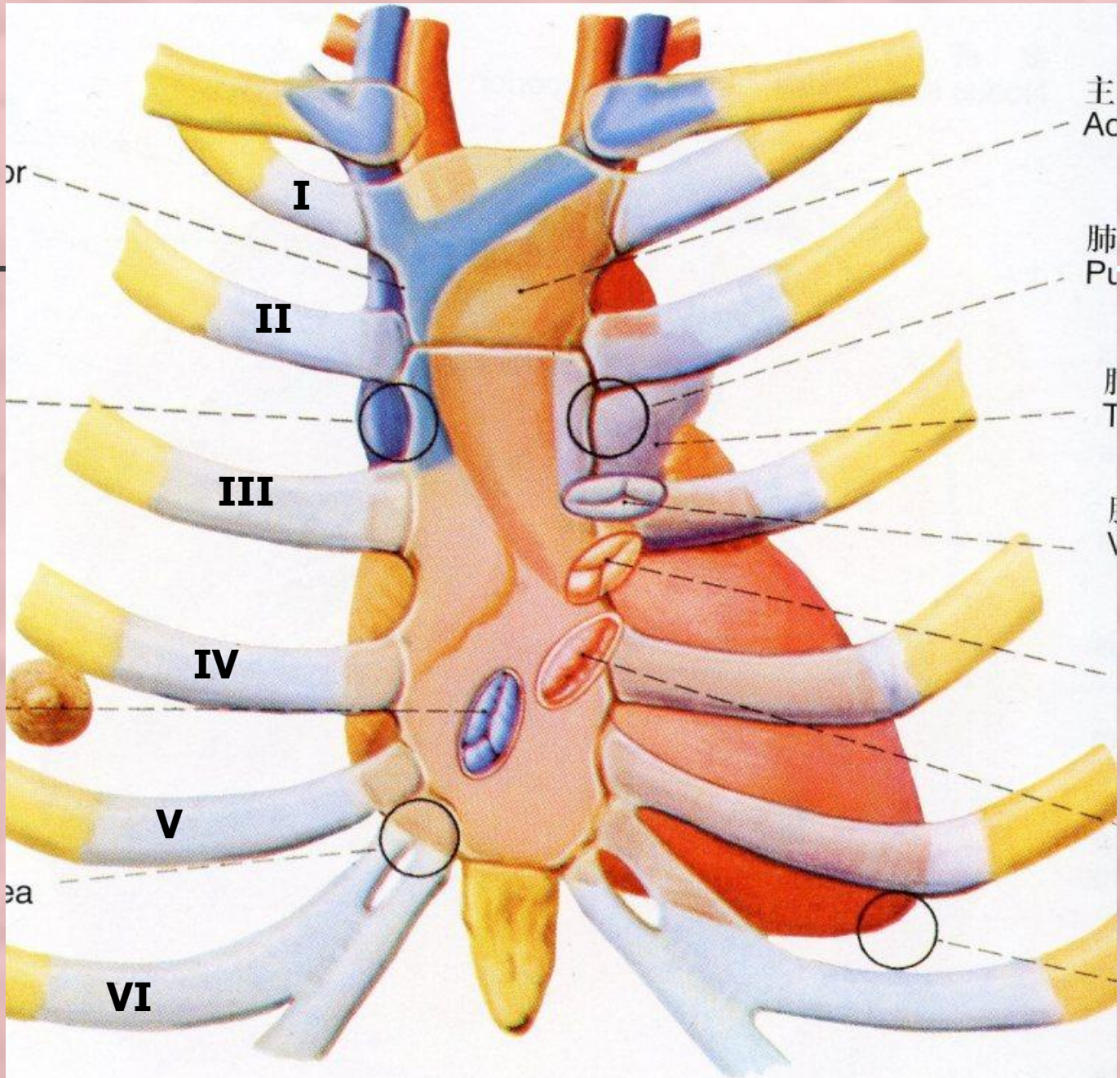
**Основание** – проецируется по верхнему краю **хрящей III пары ребер**



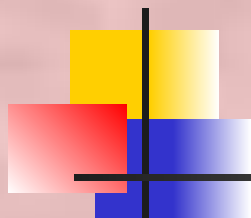
**Правая граница** – это проекция правого края сердца, она определяется на 2 см вправо от правого края грудины на протяжении от **хряща III до хряща V правых ребер**

**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



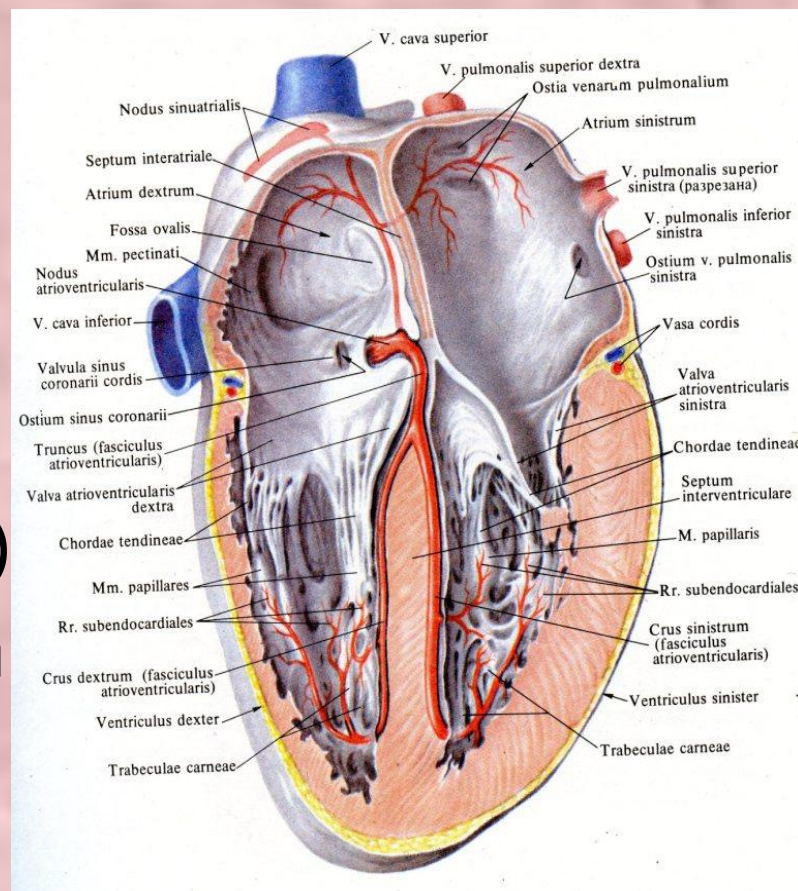
Эта система состоит из

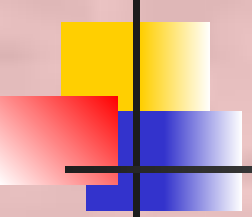
**1. синусно-предсердного узла** (Киса-Флека) – водитель ритма 1-ого порядка

**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

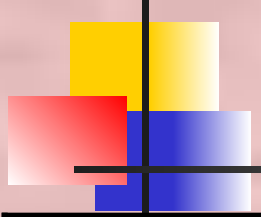


В иннервации сердца участвуют:

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



# СХЕМА КРОВОСНАБЖЕНИЯ 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

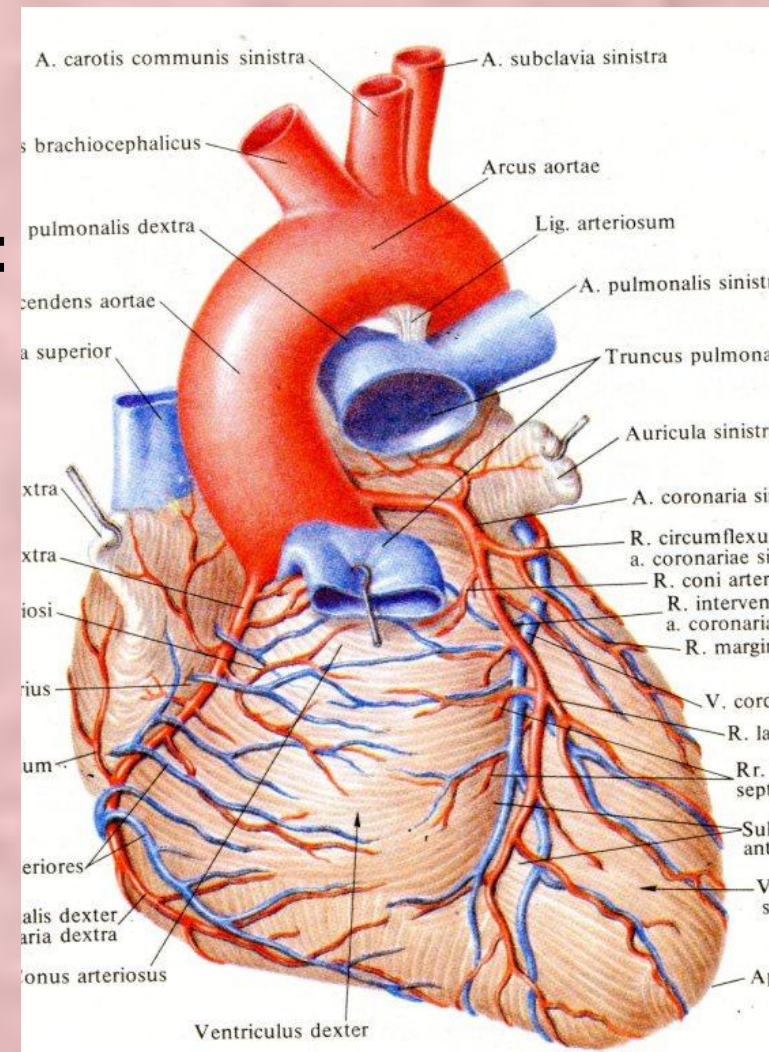
# КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ СЕРДЦА

1. **A. coronaria dextra** с её ветвью  
r. interventricularis posterior

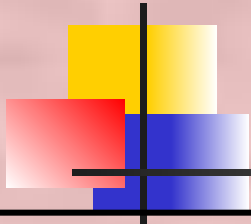
2. **A. coronaria sinistra** с её ветвями:  
а) r. interventricularis anterior  
б) r. circumflexus

Конечные ветви венечных артерий:

- а) 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.

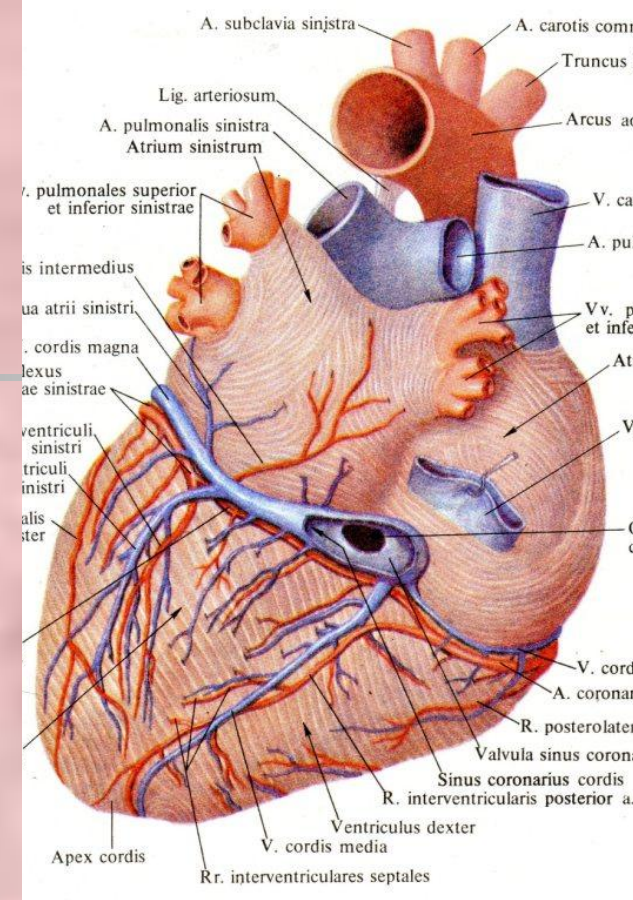
## Средние вены сердца.

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.

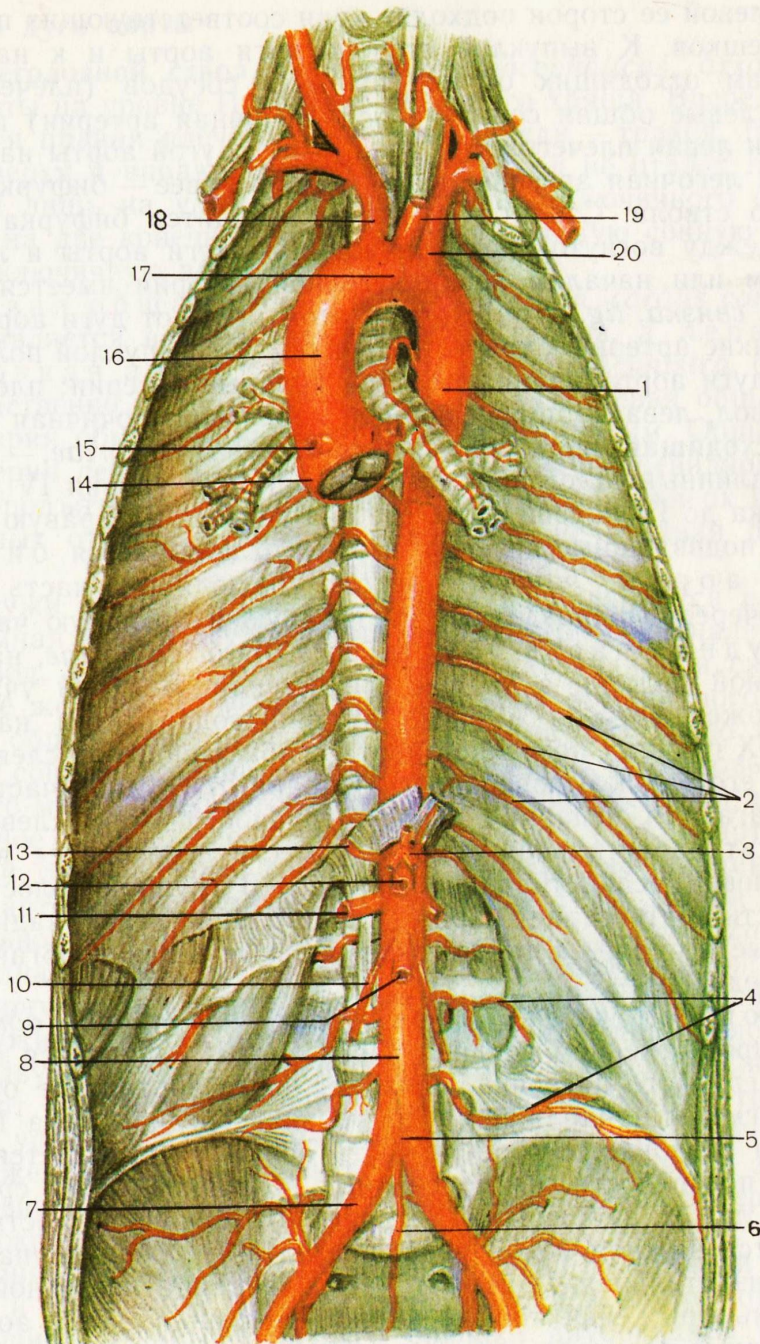


Аорта – самый крупный артериальный сосуд, диаметр которого достигает 2,5 см. У неё выделяют следующие отделы:

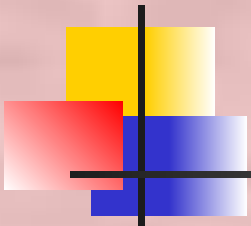
- А) Восходящая часть
- Б) Дуга аорты
- В) Нисходящая часть

1) грудная часть аорты

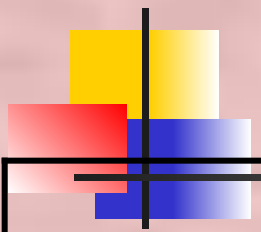
2) брюшная часть аорты



<p>Отделы аорты</p>	<p>Отходящие артери- альные сосуды</p>	<p>Области кровообраще- ния</p>
<p>восходя- щая часть аорты</p>	<p>Венечные артерии</p>	<p>Сердце</p>
<p>дуга аорты</p>	<p>1. Плечеголовной ствол 2. Левая общая сонная артерия</p>	<p>Органы головы и шеи</p>
	<p>3. Подключичная артерии</p>	<p>Верхняя 30 конечность</p>

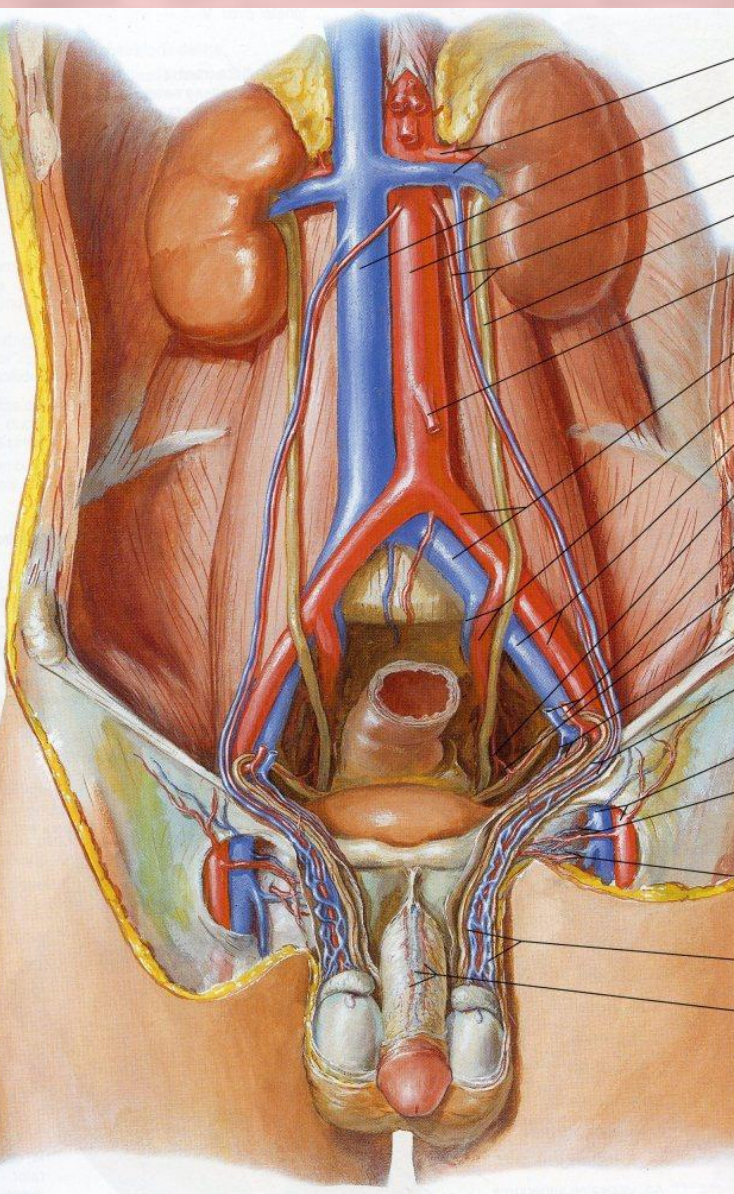


грудная часть аорты	<b>Висцеральные ветви</b>  1.Бронхиальные 2.Пищеводные 3.Перикардальные 4.Медиастинальные	<b>Органы грудной полости</b>
	<b>Париетальные ветви</b>  1.Задние межреберные 2.Верхние диафрагмальные	<b>Стенки грудной полости</b>



<p>брюш- ная часть аорты</p>	<p><b>Висцеральные ветви:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Чревный ствол</li><li>2. Брыжеечные артерии</li><li>3. Почечные артерии</li><li>4. Надпочечниковые артерии</li><li>5. Яичковые (яичниковые) артерии</li></ol>	<p><b>Внутренние органы брюшной полости и таза (в т.ч. половые железы)</b></p>
	<p><b>Париетальные ветви:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Нижние диафрагмальные</li><li>2. Поясничные</li></ol>	<p><b>Стенки брюшной полости</b></p>





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.

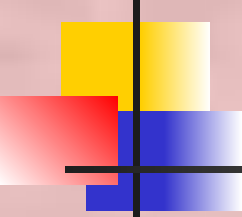
**Наружные подвздошные артерии** кровоснабжают нижние конечности.

# РАЗВИТИЕ СЕРДЦА В ФИЛОГЕНЕЗЕ

## СТАДИИ ФИЛОГЕНЕЗА:

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



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

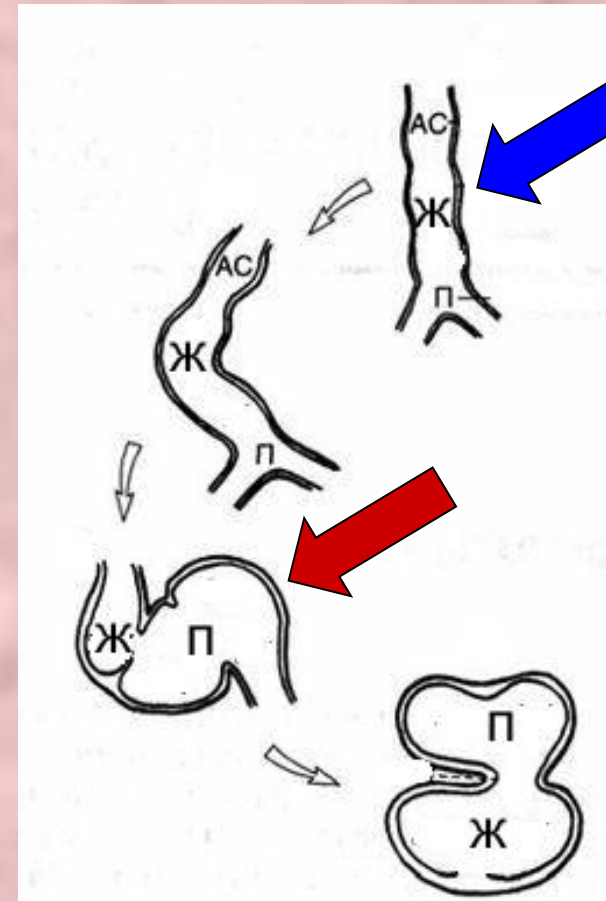


# РАЗВИТИЕ СЕРДЦА В ОНТОГЕНЕЗЕ

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)

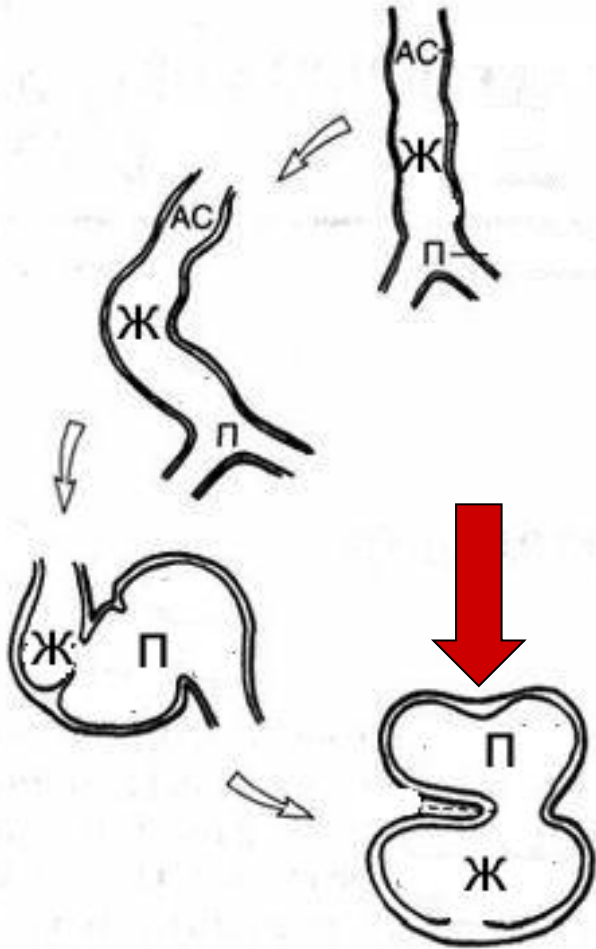
3. **Сигмовидное сердце (2,5 нед.)** возникает путем изгиба трубчатого сердца при появлении двух борозд (предсердно-желудочковой и луковично-желудочковой)

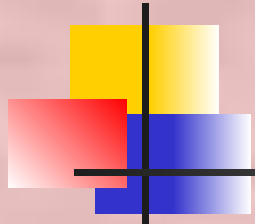


На 3 неделе эмбрионального развития **наступает стадия двухкамерного сердца** (характерного для рыб)

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



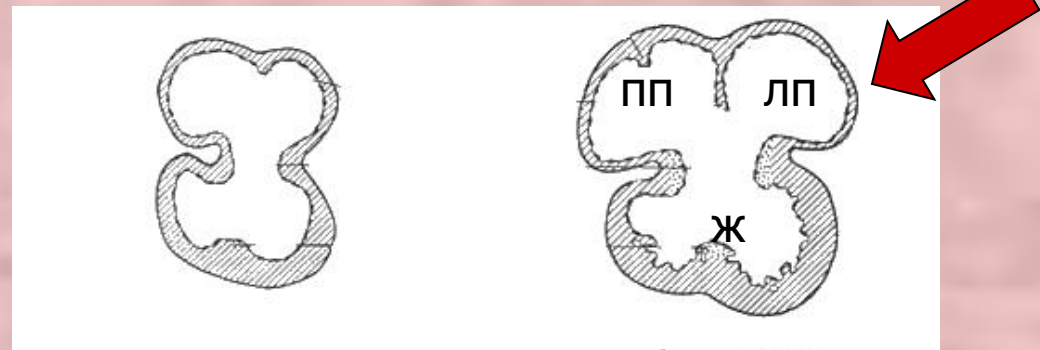


На втором месяце эмбрионального развития возникает стадия **трехкамерного** сердца (характерного для амфибий)

На этой стадии постепенно формируются три перегородки

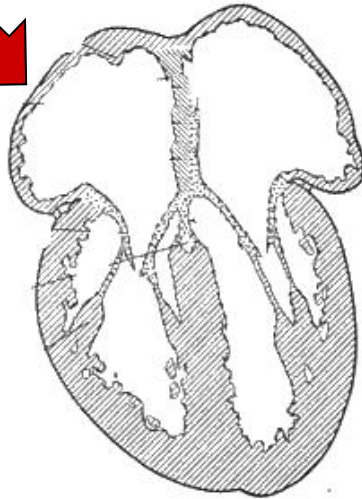
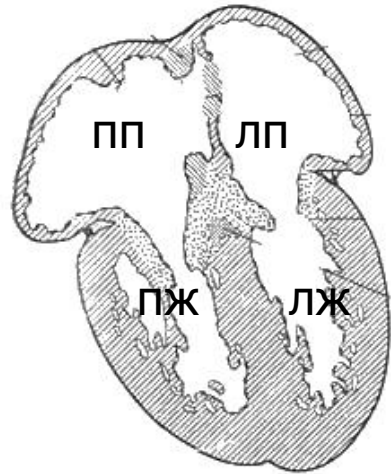
**Первая - межпредсердная** (2 мес) – перегородка разделяет примитивное предсердие на правое и левое предсердия, после чего возникает стадия трехкамерного сердца

1. Правое предсердие
2. Левое предсердие
3. Желудочек

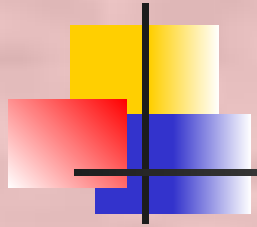




Далее формируется  
вторая  
**аортолегочная (2  
мес)** перегородка.  
Развитие её приводит  
к разделению  
артериального ствола  
на аорту и легочный  
ствол.



Параллельно формируется  
**межжелудочковая (3  
мес)** перегородка.  
Она разделяет  
примитивный  
желудочек на правый  
и левый желудочки,  
после чего наступает  
**стадия**



## **Предсердно-желудочковое отверстие**

преобразуется в правое и левое  
предсердно-желудочковые отверстия

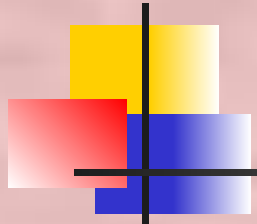
## **Венозный синус** редуцируется

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 внутриутробного 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 кроветворения

# СТРУКТУРЫ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИЕ У ПЛОДА

---

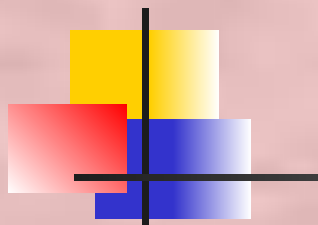
## 1. Пупочный канатик содержит:

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

## 2. Протоки

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

## 3. Foramen ovale



**дуга аорты**

**артериальный проток**

**верхняя полая вена**

**венозный проток**

**овальное отверстие**

**нисходящая аорта**

**Печеночные вены**

**печень**

**нижняя полая вена**

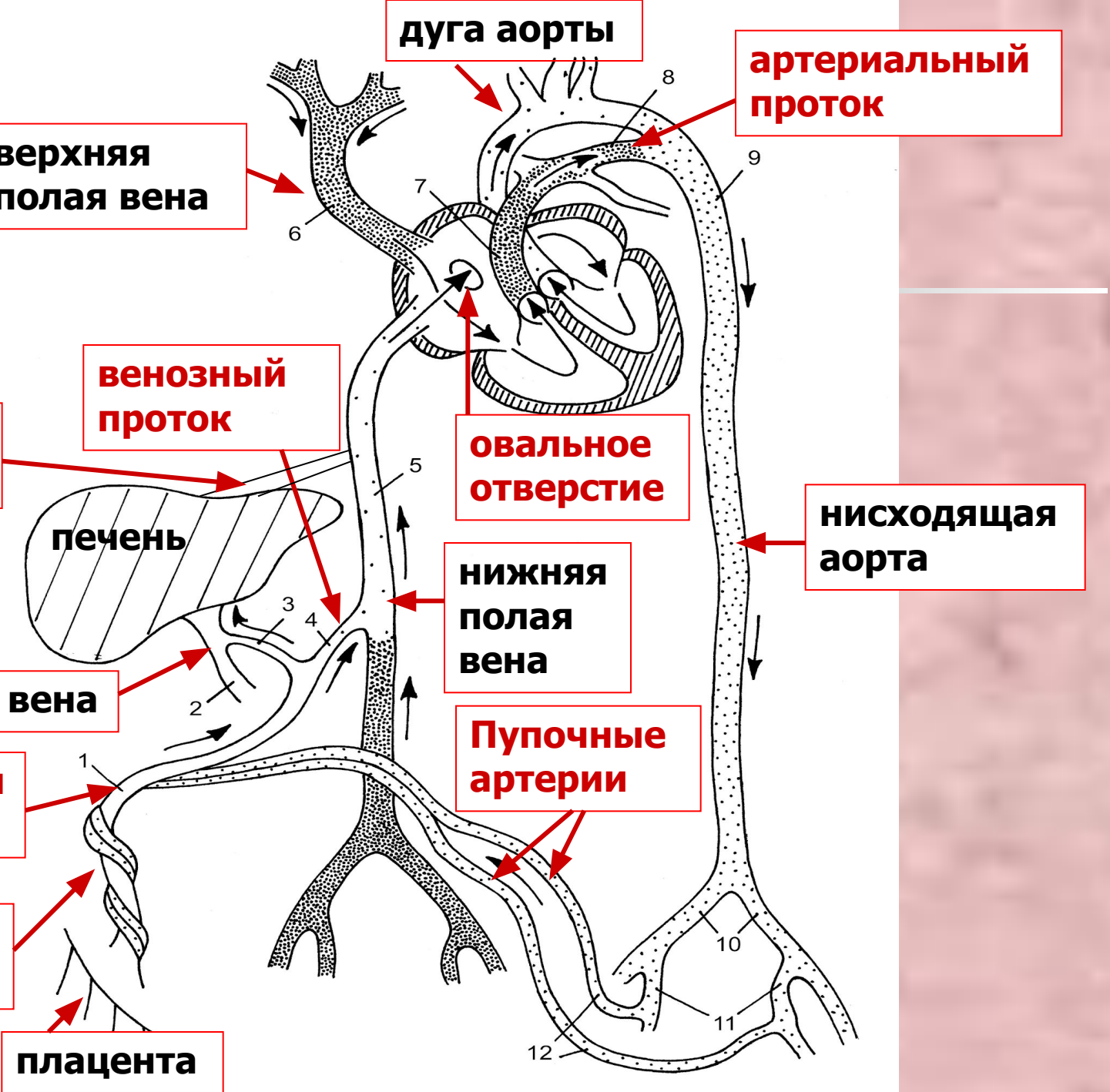
**воротная вена**

**Пупочные артерии**

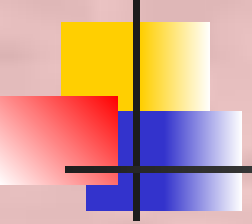
**Пупочная вена**

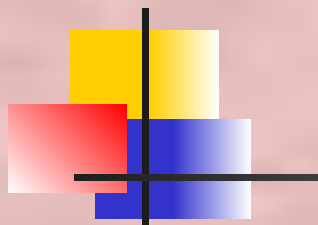
**Пупочный канатик**

**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



**дуга аорты**

**артериальный проток**

**верхняя полая вена**

**венозный проток**

**овальное отверстие**

**нисходящая аорта**

**Печеночные вены**

**печень**

**нижняя полая вена**

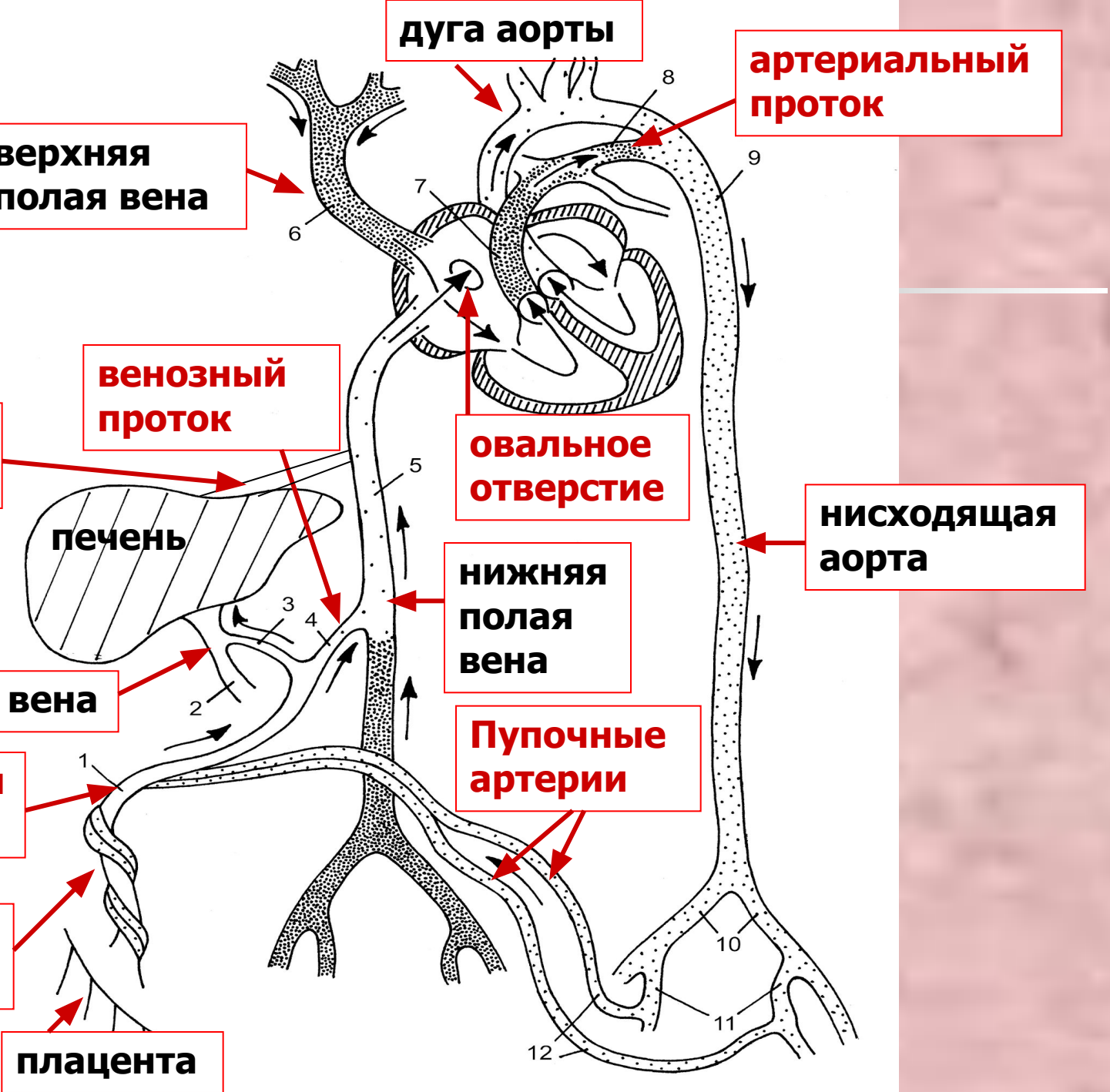
**воротная вена**

**Пупочные артерии**

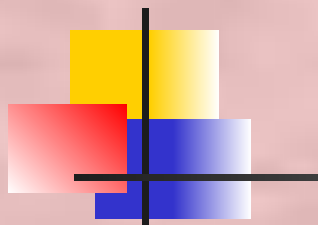
**Пупочная вена**

**Пупочный канатик**

**плацента**



- Из нижней поллой 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 поллой 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.



**дуга аорты**

**артериальный проток**

**верхняя полая вена**

**венозный проток**

**овальное отверстие**

**нисходящая аорта**

**Печеночные вены**

**печень**

**нижняя полая вена**

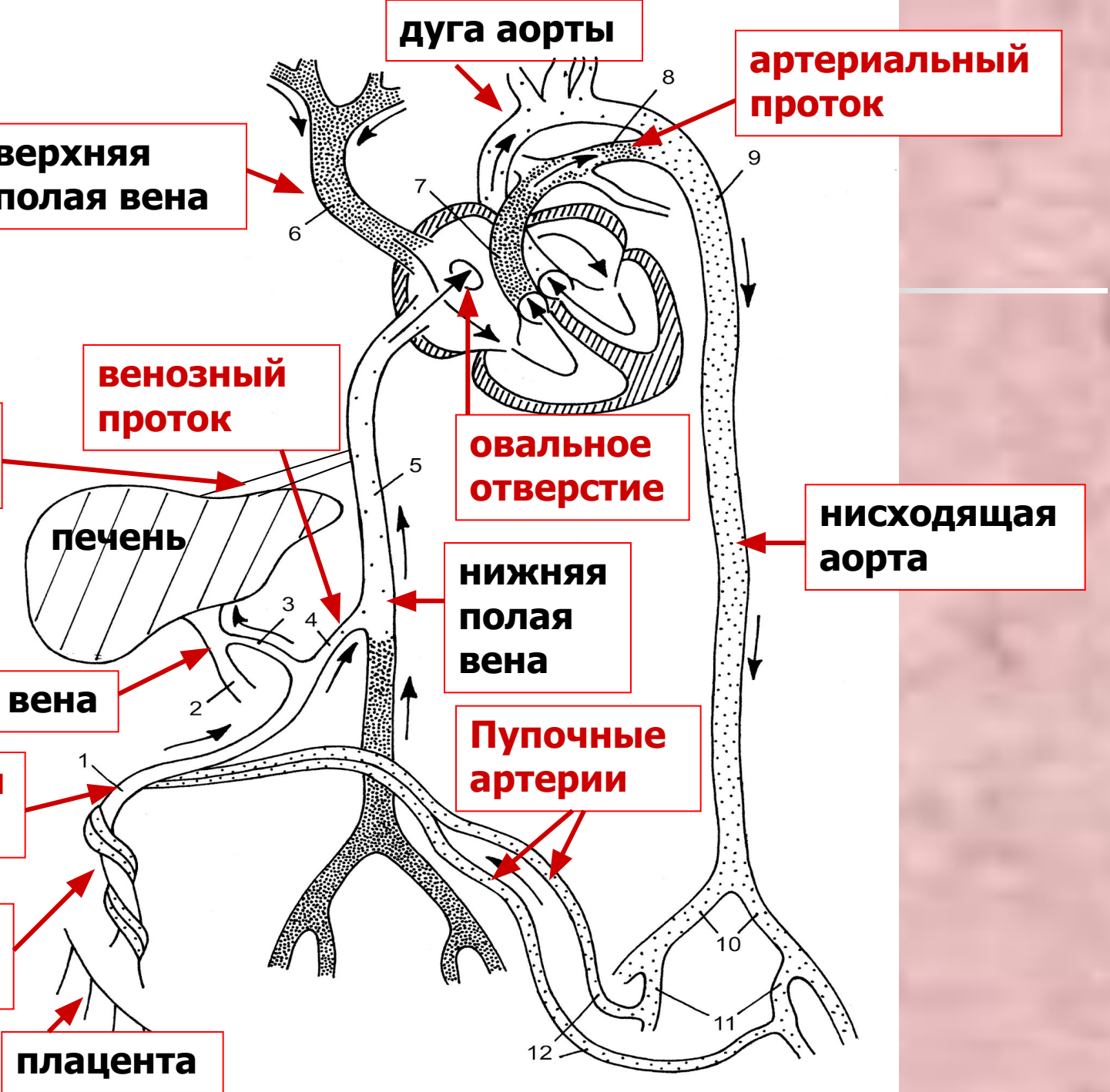
**воротная вена**

**Пупочные артерии**

**Пупочная вена**

**Пупочный канатик**

**плацента**

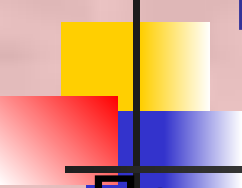




# ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ОРГАНОВ У ПЛОДА:

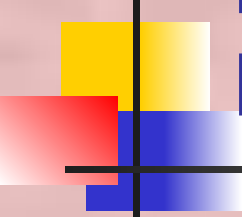
1. Чистую **артериальную кровь** получает только **печень**, выполняющая в этот период кроветворную функцию, для которой требуется много кислорода.
2. Все остальные органы кровоснабжаются смешанной кровью. Однако имеется определенная разница в насыщенности кислородом этой крови, притекающей к разным 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:

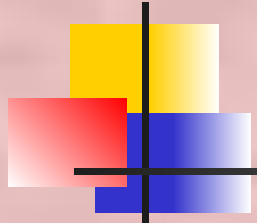


# ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СОСУДИСТОМ РУСЛЕ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ПЛОДА

---

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%)

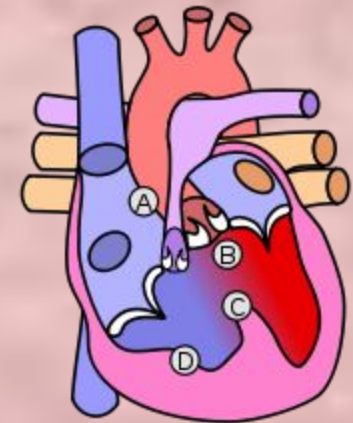
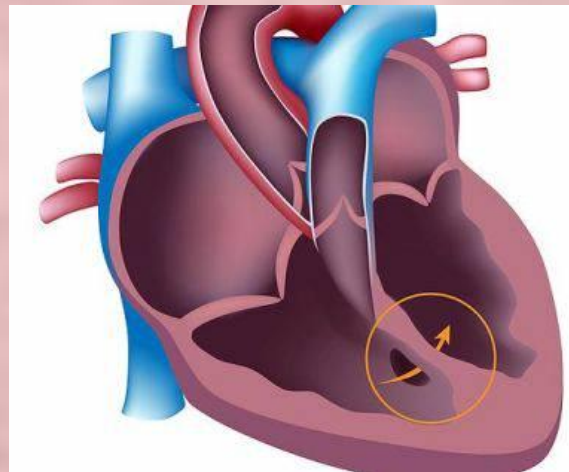
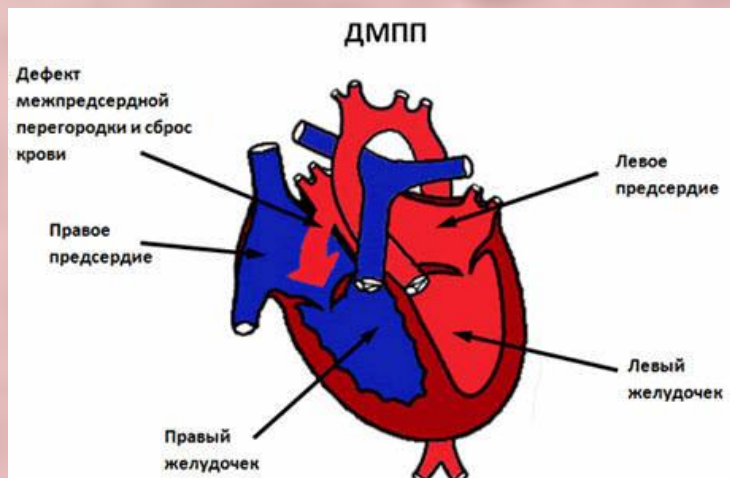
---

- 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:

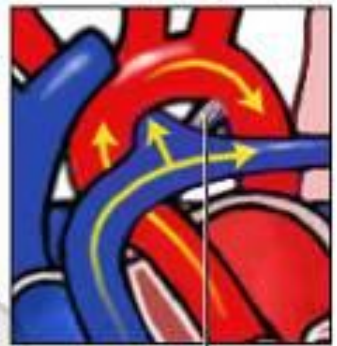
триада, тетрада, пентада Фалло

# ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ СЕРДЦА (1-2%)

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



Нормальная циркуляция



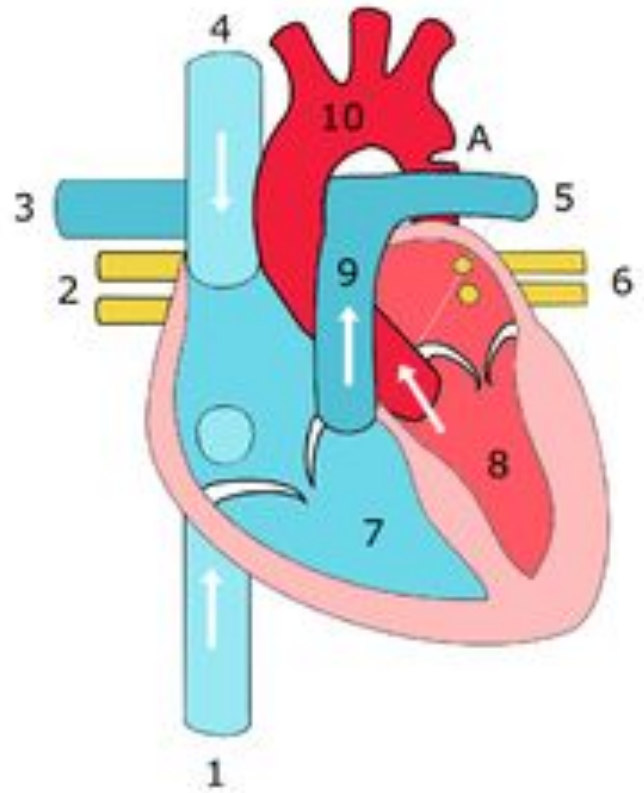
Закрытый Артериальный проток

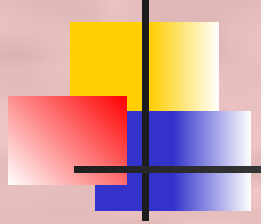
Ненормальная циркуляция



Открытый артериальный проток

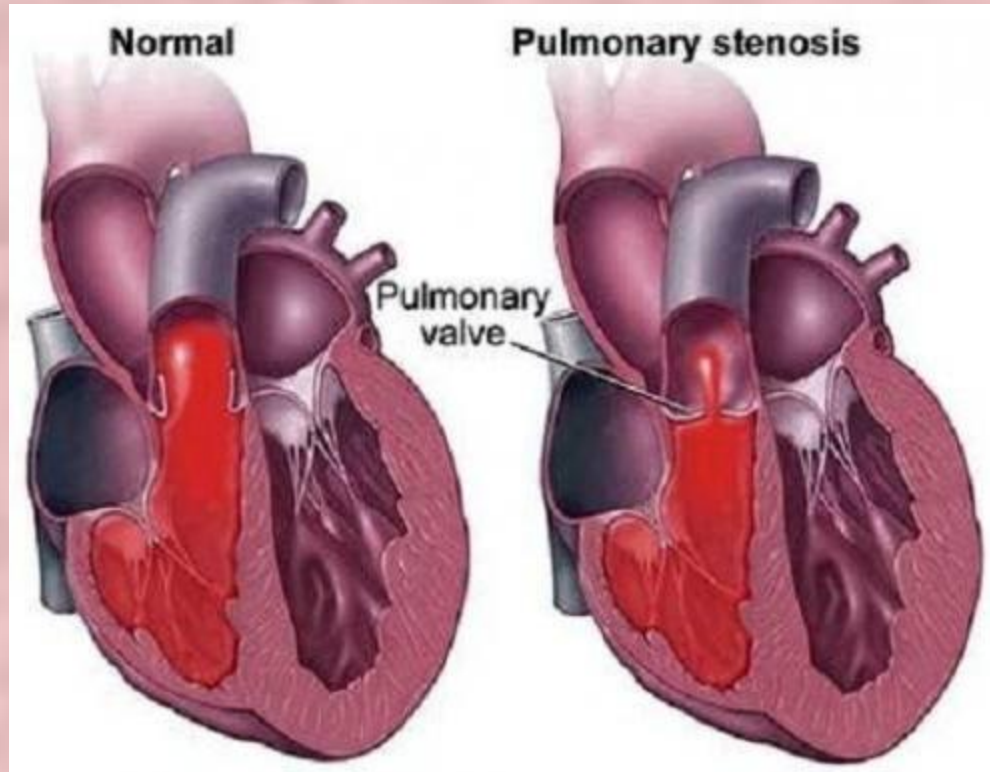
- Незаращение артериального (боталлова) протока
- Коарктация аорты
  - лат. *coarctatio* – сужение. Это сужение аорты на ограниченном участке, чаще всего у перехода дуги аорты в нисходящий отдел.



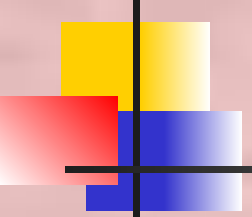


- Стеноз легочного ствола
- Стеноз устья аорты
- Стеноз предсердно-желудочковых отверстий

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

