



Карагандинский Государственный медицинский университет
Кафедра «Пропедевтика детских болезней»

Эмбриогенез сердечно-сосудистой системы, особенности кровообращения плода и новорожденного

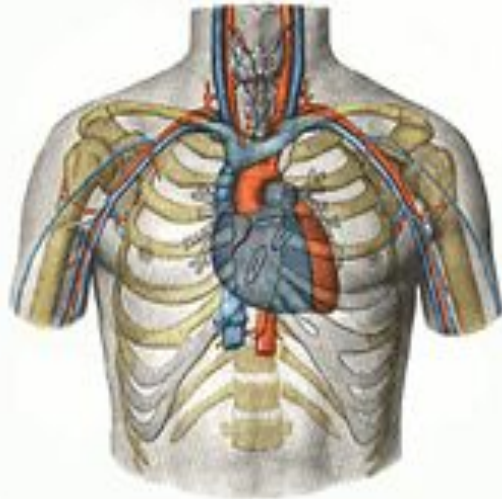
**Лектор: д.м.н.
Дюсембаева Найля Камашевна**



Караганда 2017

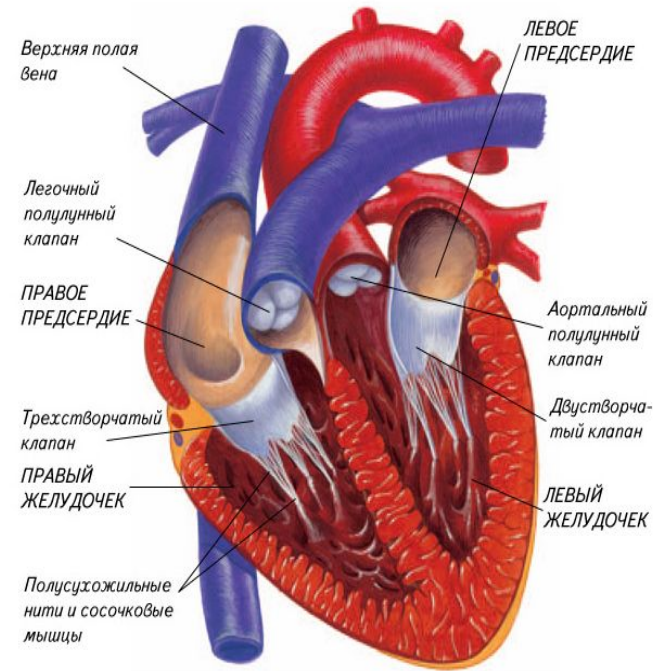
Краткие анатомо-физиологические данные сердца

Сердце представляет собой полый мышечный орган, разделенный на **четыре камеры** - два предсердия и два желудочка



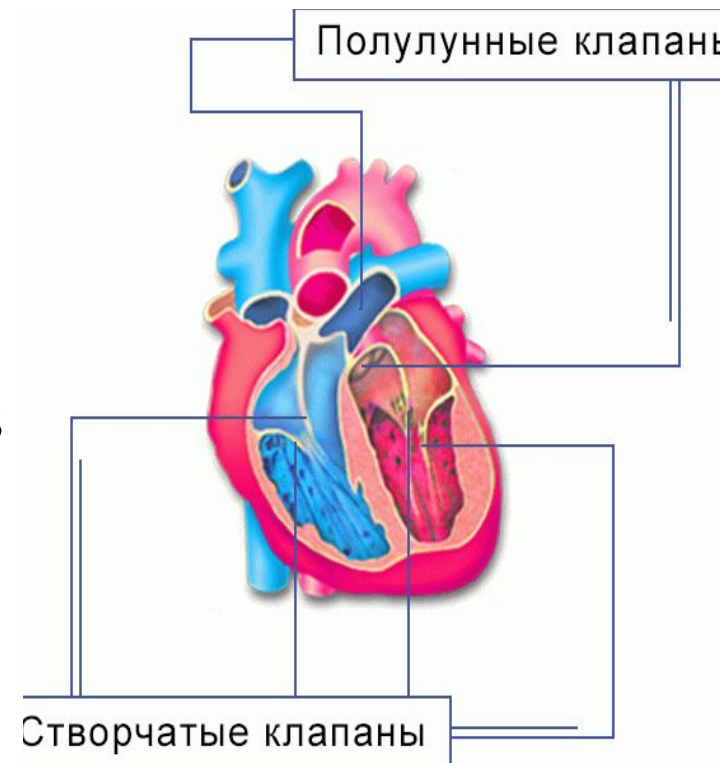
СТРОЕНИЕ СЕРДЦА

- Левая и правая части сердца разделены **сплошной** перегородкой.
- Кровь из предсердия в желудочки поступает через **отверстия** в перегородке между предсердиями и желудочками.
- Отверстия снабжены **клапанами**, которые открываются только в сторону желудочков.
- Клапаны образованы смыкающимися **створками** и потому называются створчатыми клапанами.



КЛАПАНЫ СЕРДЦА

- В **левой части** сердца клапан **двустворчатый**, в **правой-трехстворчатый**.
- У места выхода аорты из левого желудочка располагаются **полулунные клапаны**.
- Они пропускают кровь из желудочков в аорту и легочную артерию и препятствуют обратному движению крови из сосудов в желудочки.
- Клапаны сердца обеспечивают движение крови только **в одном направлении**.



КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- Кровообращение обеспечивается деятельностью сердца и кровеносных сосудов.
- Сосудистая система состоит из двух кругов кровообращения: **большого и малого.**

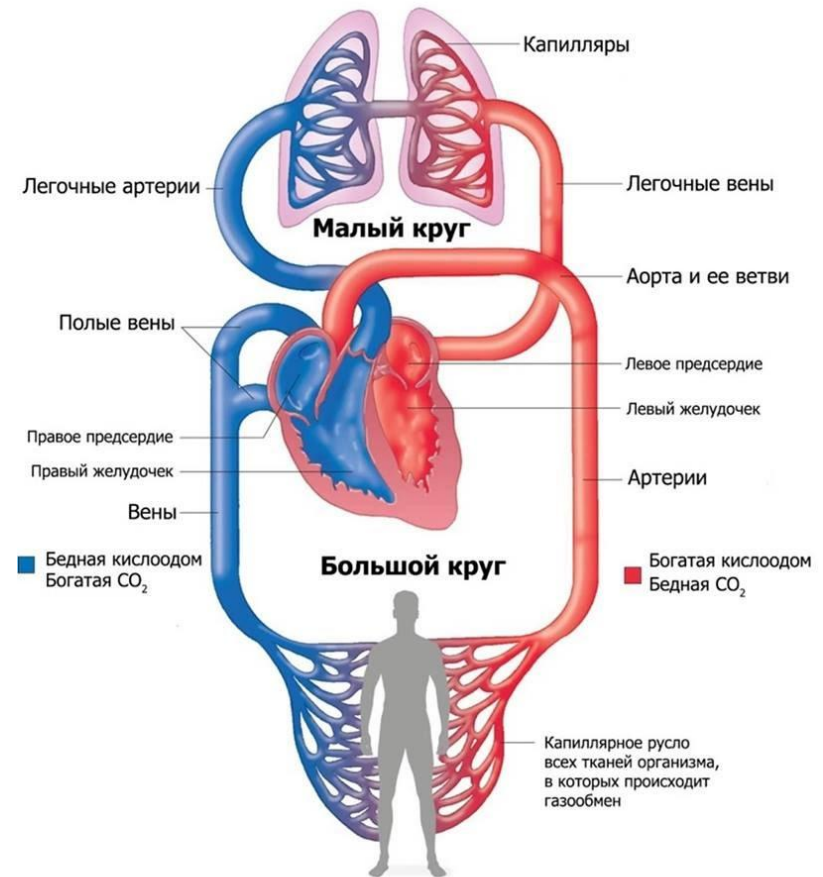


Рисунок 1. Строение сердечно-сосудистой системы

БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- **Большой круг начинается от левого желудочка, откуда кровь поступает в аорту.**
- Из аорты путь артериальной крови продолжается по артериям, которые по мере удаления от сердца ветвятся и распадаются на капилляры.
- Через тонкие стенки капилляров кровь отдает питательные вещества и кислород в тканевую жидкость. Продукты жизнедеятельности клеток при этом из тканевой жидкости поступают в кровь.

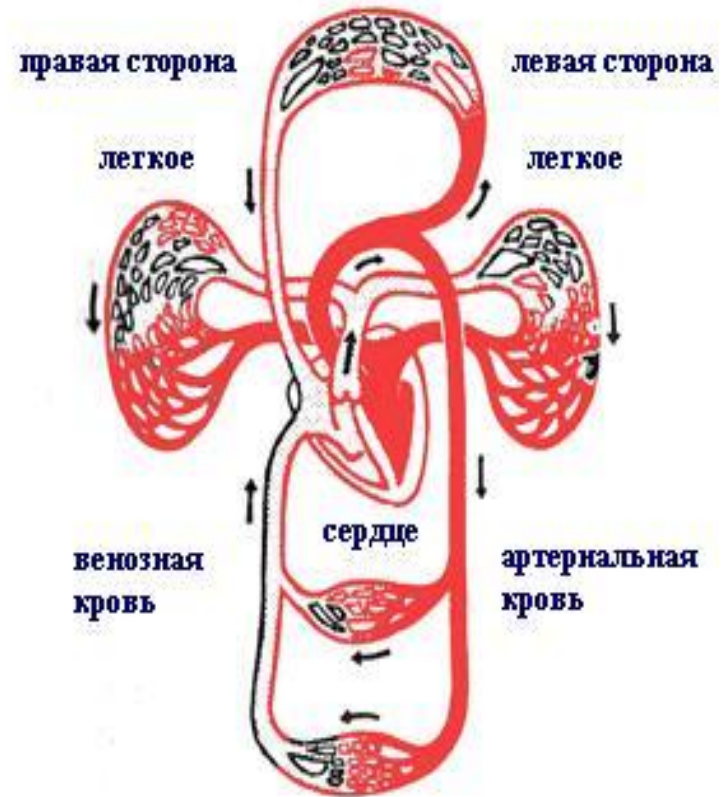
малый или легочный круг



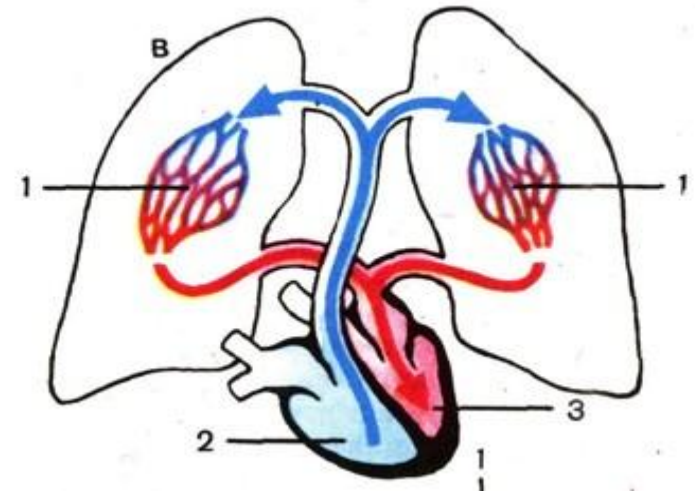
большой или общий круг

БОЛЬШОЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- Из капилляров кровь поступает в мелкие вены, которые, сливаясь, образуют более крупные вены и впадают в верхнюю и нижнюю полые вены.
- **Верхняя и нижняя полые вены впадают в правое предсердие, откуда кровь попадает в правый желудочек, а оттуда в легочную артерию.**



МАЛЫЙ КРУГ КРОВООБРАЩЕНИЯ



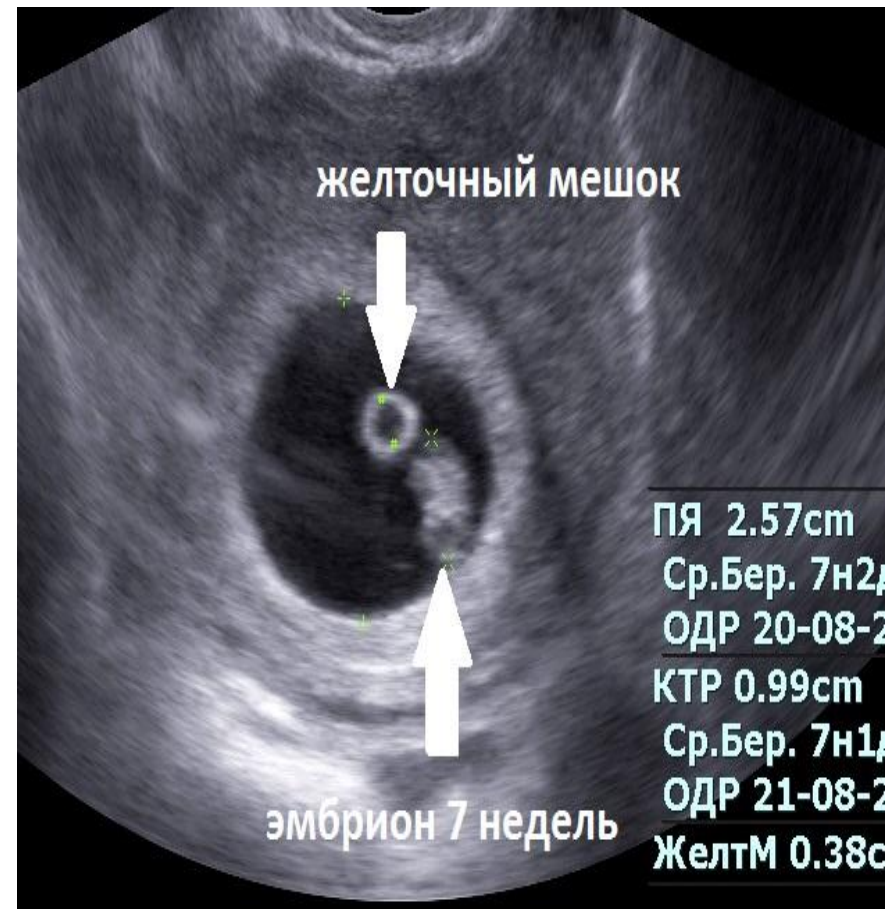
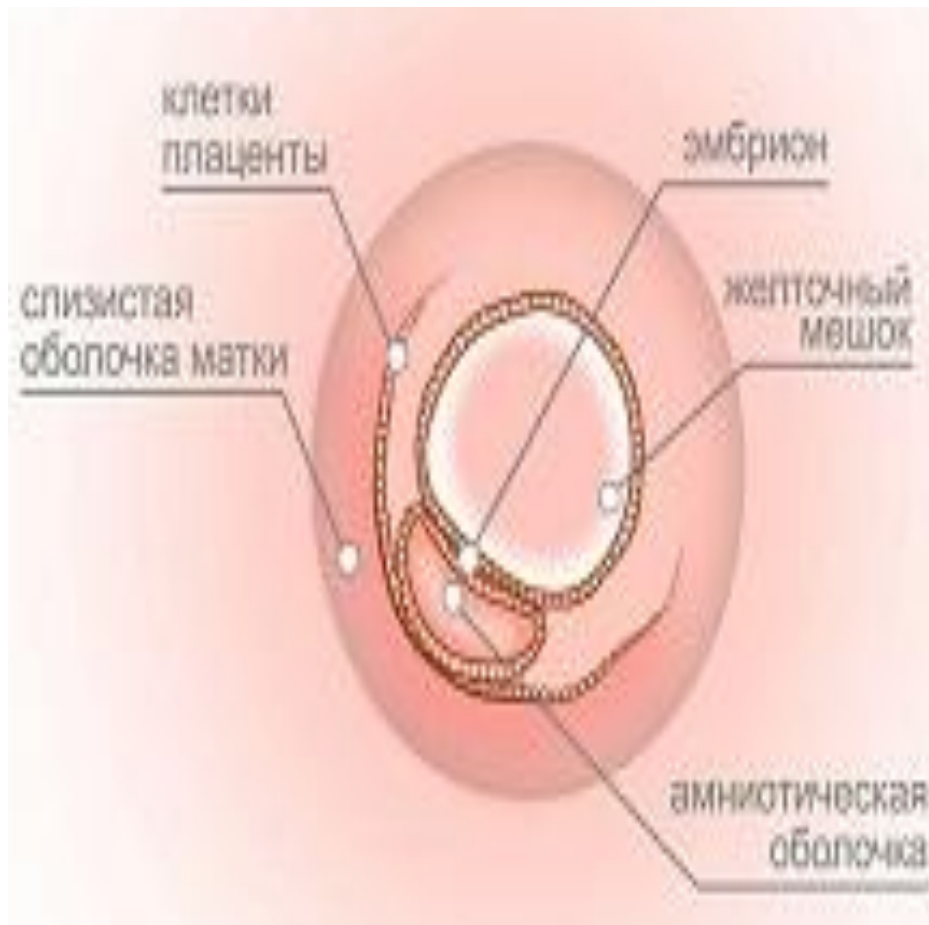
- **Малый круг кровообращения начинается от правого желудочка сердца легочной артерией.**
- Венозная кровь по легочной артерии приносится к капиллярам легких.
- В легких происходит обмен газов между венозной кровью капилляров и воздухом в альвеолах легких.
- От легких по четырем легочным венам уже артериальная кровь возвращается в левое предсердие.
- **В левом предсердии заканчивается малый круг кровообращения.**
- Из левого предсердия кровь попадает в левый желудочек, откуда начинается большой круг кровообращения.

В период внутриутробного развития кровообращение плода проходит три последовательные стадии:

- ❑ желточное**
- ❑ аллантоидное**
- ❑ плацентарное**



ЖЕЛТОЧНЫЙ ПЕРИОД



ЖЕЛТОЧНЫЙ ПЕРИОД

- ❖ от момента имплантации до 2-й недели жизни зародыша;**
- ❖ кислород и питательные вещества поступают к зародышу через клетки трофобласта;**
- ❖ значительная часть питательных веществ скапливается в желточном мешке;**
- ❖ из желточного мешка кислород и необходимые питательные вещества по первичным кровеносным сосудам поступают к зародышу.**

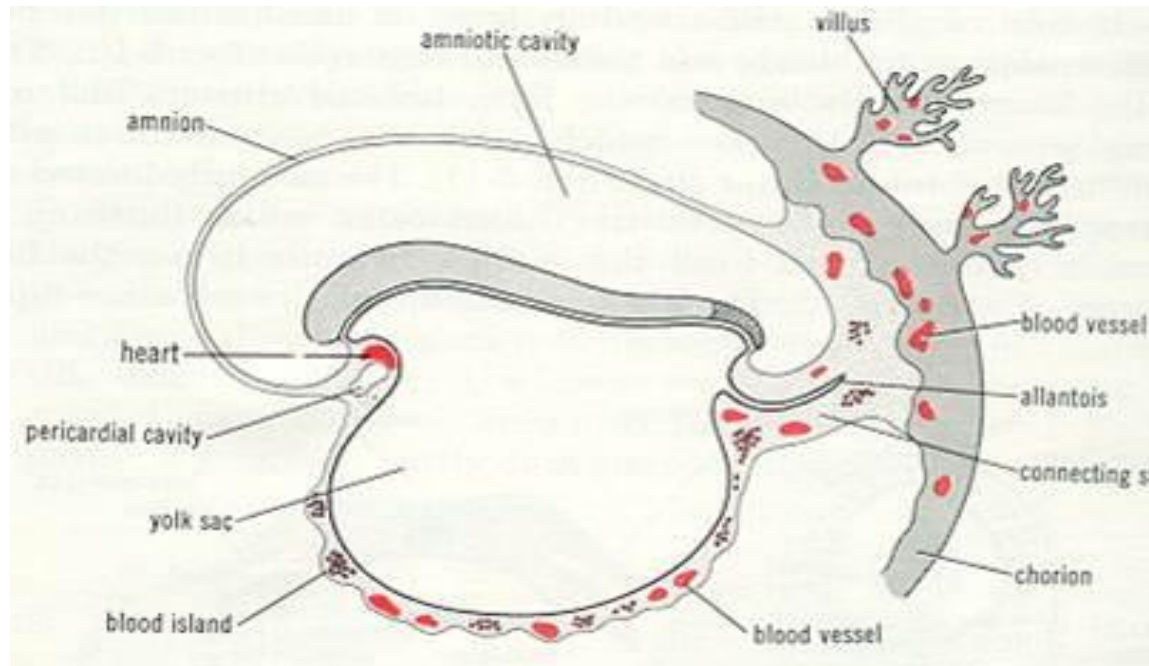
АЛЛАНТОИДНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ:

- ❖ С конца 8-й недели до 15-16-й недели беременности;
- ❖ аллантоис (выпячивание первичной кишки) постепенно подрастает к бессосудистому трофобласту, неся вместе с собой фетальные сосуды;

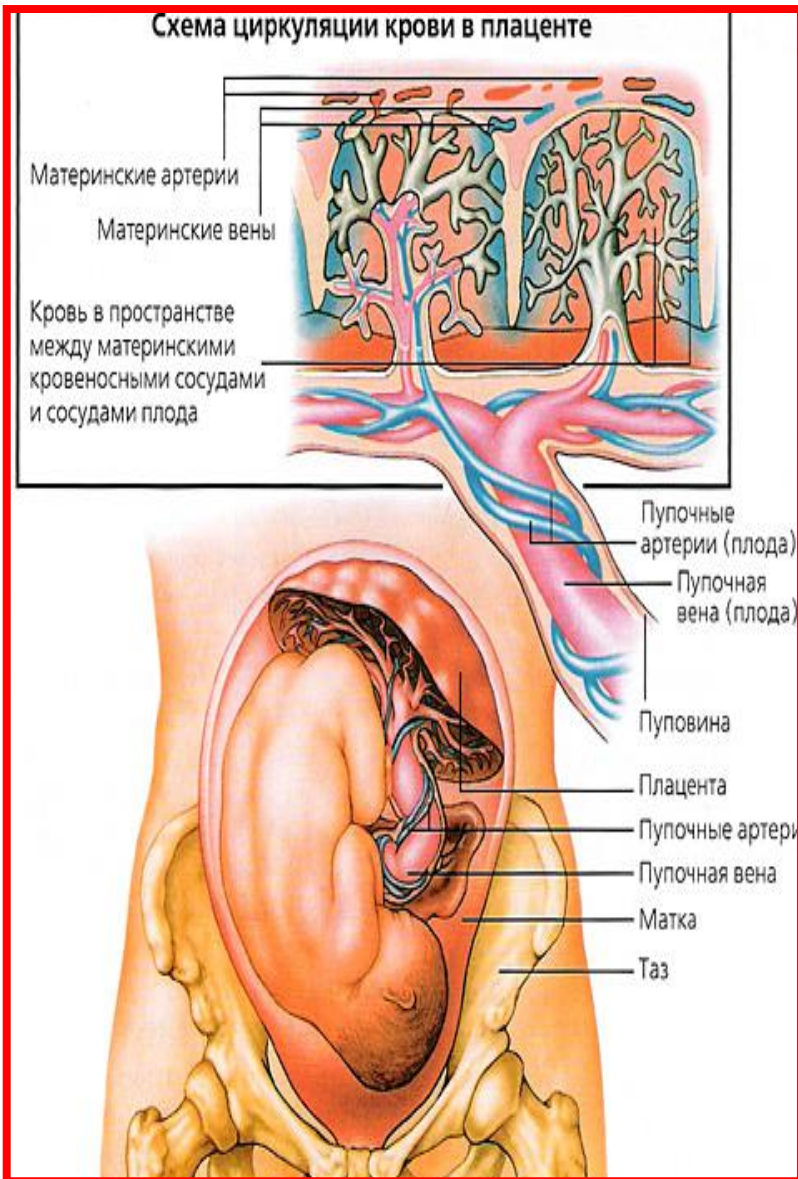


АЛЛАНТОИДНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ

- ❖ при соприкосновении аллантаоиса с трофобластом фетальные сосуды врастают в бессосудистые ворсины трофобласта, и хорион становится сосудистым;
- ❖ нарушение васкуляризации трофобласта – основа причин гибели зародыша.



ПЛАЦЕНТАРНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ

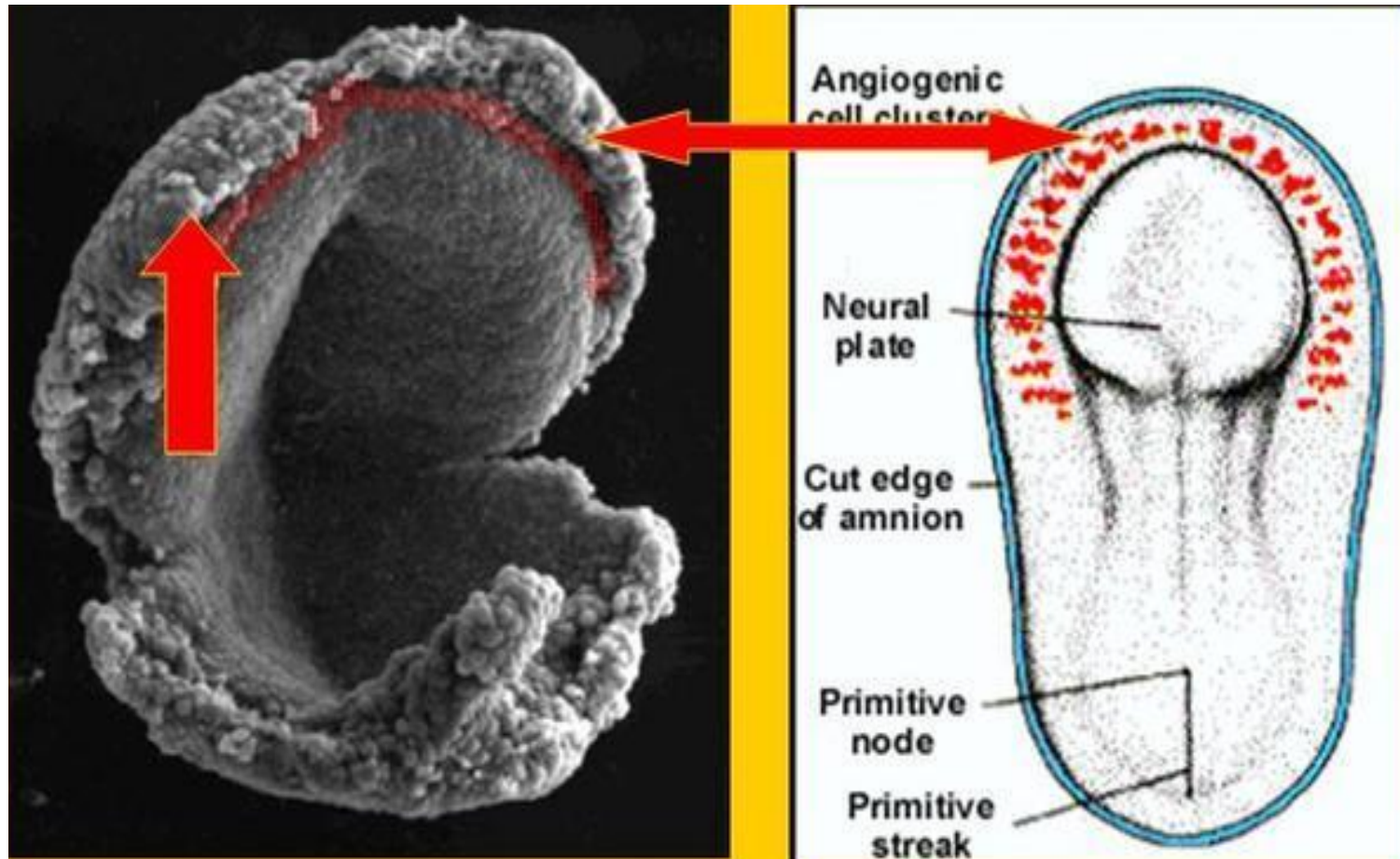


- ❖ С 3-4 месяца до конца беременности;
- ❖ Формирование плацентарного кровообращения сопровождается развитием плода и всех функций плаценты (дыхательной, выделительной, транспортной, обменной, барьерной и т.д.);

РАЗВИТИЕ СЕРДЦА

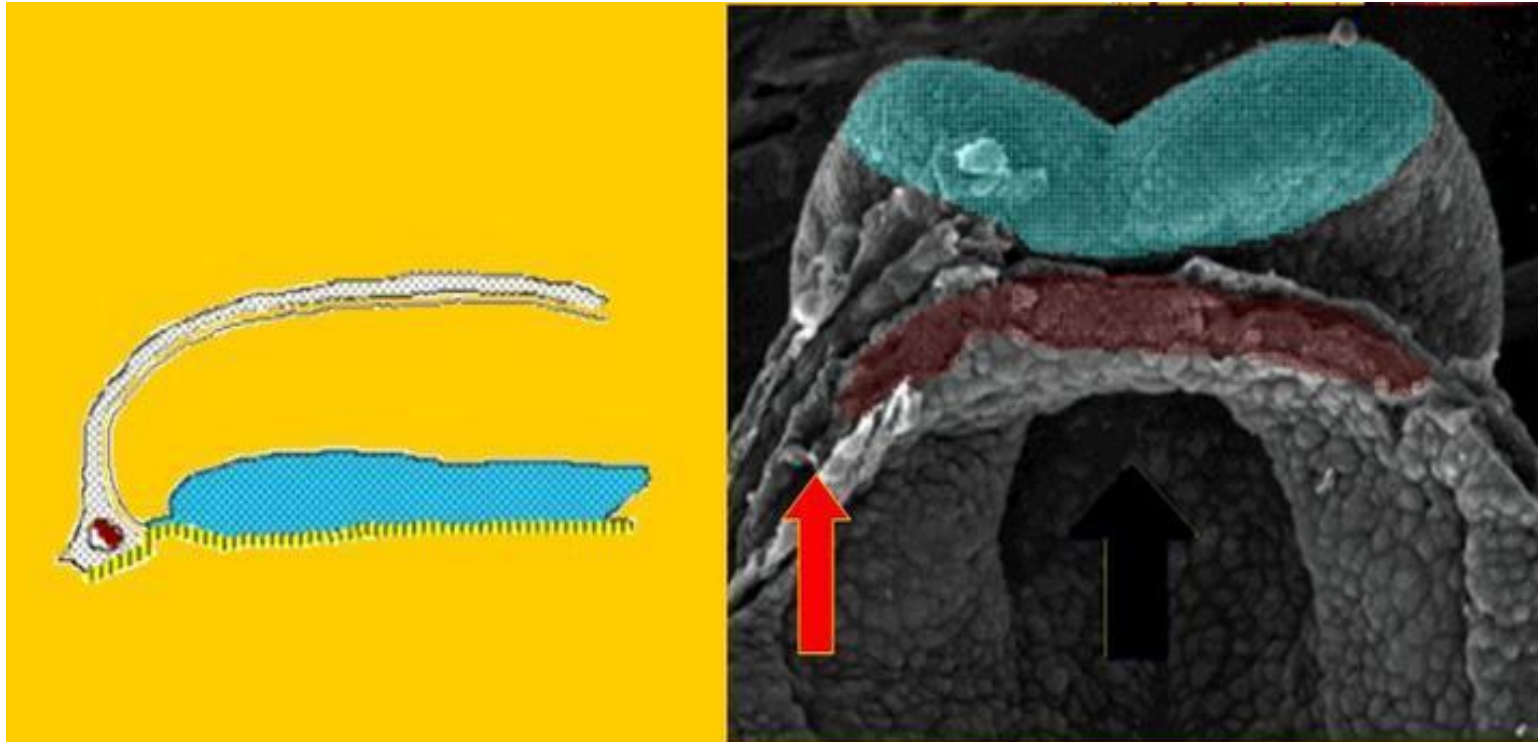
- ❖ **Формирование кардиогенной области**
- ❖ **Миграция ангиогенных пластов**
- ❖ **Формирование сердечной трубки**
- ❖ **Трансформация сердечной трубки в
четырёхкамерный орган**
- ❖ **Формирование клапанного аппарата**

ЗАКЛАДКА КАРДИОГЕННОЙ ОБЛАСТИ



◆ 16-е сутки эмбриогенеза

ДАЛЬНЕЙШЕЕ ДВИЖЕНИЕ КАРДИОГЕННОЙ ОБЛАСТИ



❖ Осуществляется в течение 16-19 суток
эмбриогенеза

Образование сердечной трубки

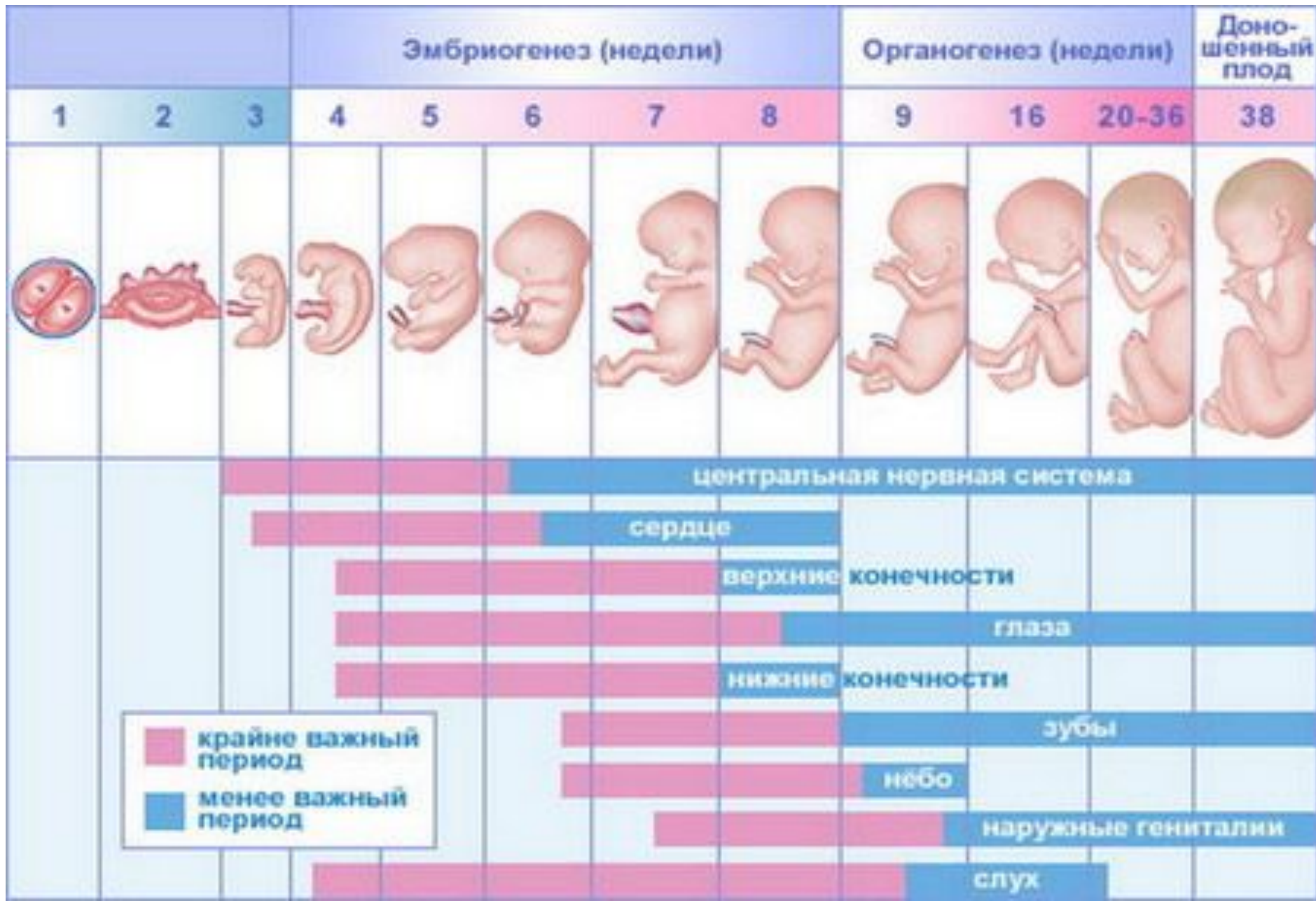
19-22 недели эмбриогенеза



ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

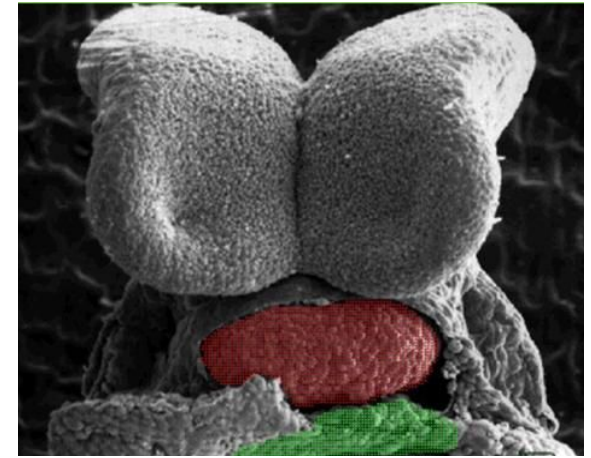
- **Первый триместр** беременности (эмбриональная фаза развития зародыша) является критическим, так как в это время закладываются важнейшие органы человека (период «**большого органогенеза**»).
- **Структурное оформление сердца** и крупных сосудов заканчивается на **7-8-й неделе** развития эмбриона.

ЭМБРИОГЕНЕЗ



Для сердечно-сосудистой системы характерны ранняя закладка и раннее включение в функцию

- Первые сокращения сердца
– 22 день эмбрионального
развития.



- Регистрация сердечной
деятельности – 5 неделя.



Эмбриогенез сердца и магистральных сосудов

- В течение **5-ой недели** эмбрионального развития начинаются изменения, определяющие внутренний и наружный вид сердца.
- Эти изменения происходят путем **удлинения** канала, его **поворота** и **разделения**.

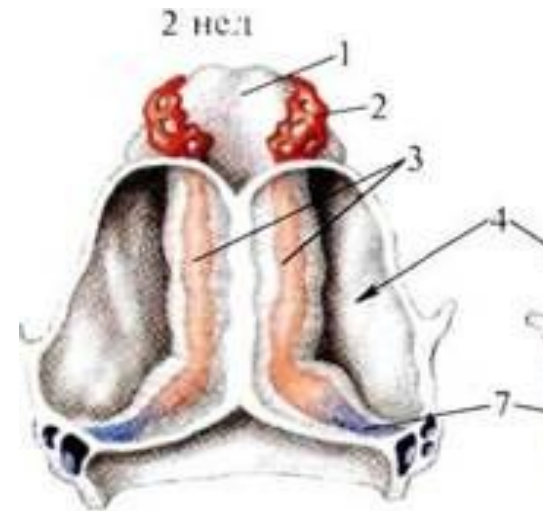
СТАДИИ РАЗВИТИЯ СЕРДЦА

- ТРУБЧАТОЕ СЕРДЦЕ
- СИГМОВИДНОЕ (S-ОБРАЗНОЕ СЕРДЦЕ)
- ЧЕТЫРЕХКАМЕРНОЕ СЕРДЦЕ



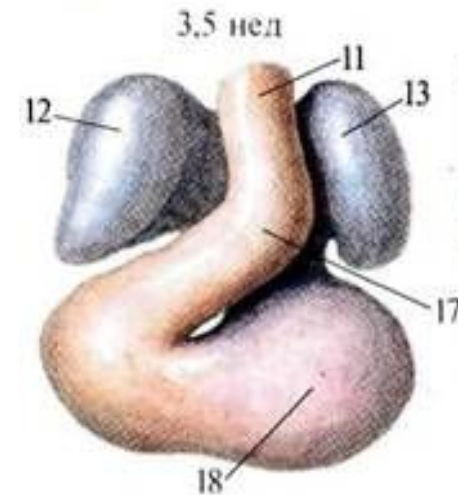
ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

- Закладка сердца начинается на 2-й неделе внутриутробного развития.
- Из сгущения мезенхимальных клеток образуются сердечные трубки, которые сливаясь образуют единую сердечную трубку.



ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

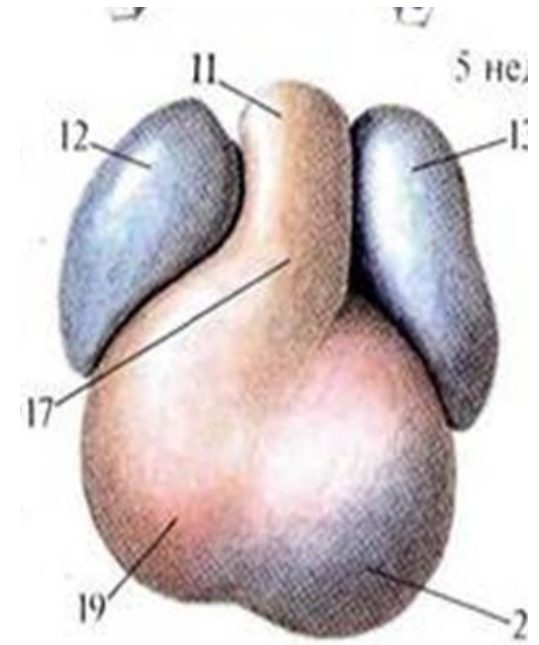
- Околосердечная полость мало увеличивается в своих размерах, вследствие чего на 3-й неделе сердечная трубка изгибается и сигмовидно закручивается в виде буквы S.
- С 4-й недели начинается разделение сердца на правое и левое, оно становится двухкамерным (как у рыб).



ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

▣ На 5-й неделе образуется первичная межпредсердная перегородка и происходит деление артериального ствола.

На 6-й неделе в перегородке возникает овальное отверстие. Сердце становится 3-камерным с сообщением между предсердиями (как у амфибий).



ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

□ На 7-й неделе формируются

створки митрального и

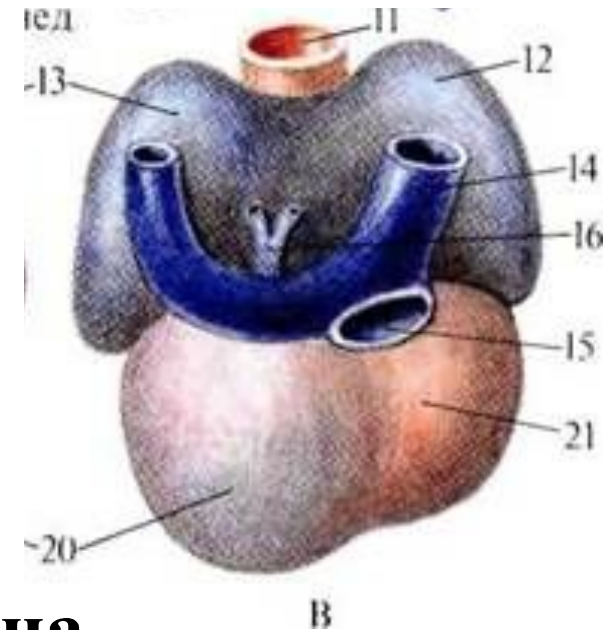
трикуспидального клапанов.

Желудочки разделяются на

правый и левый.

□ К 8- 9 неделе заканчивается

формирование всех отделов сердца.



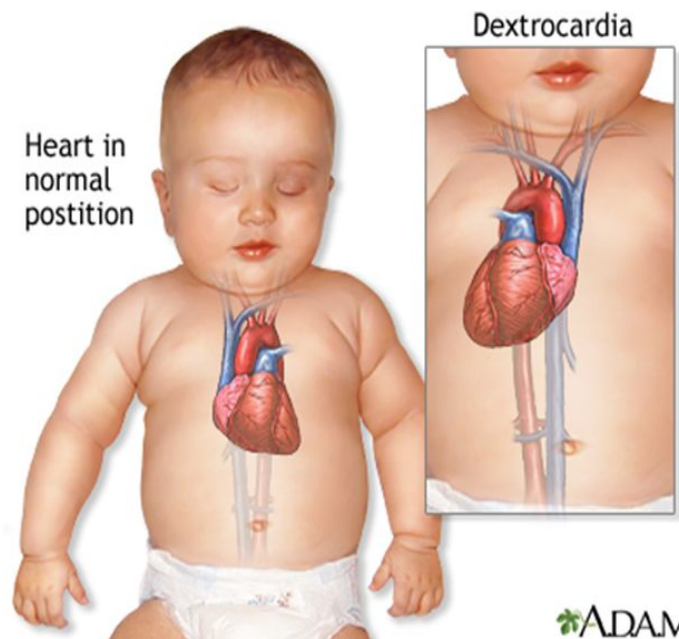
ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

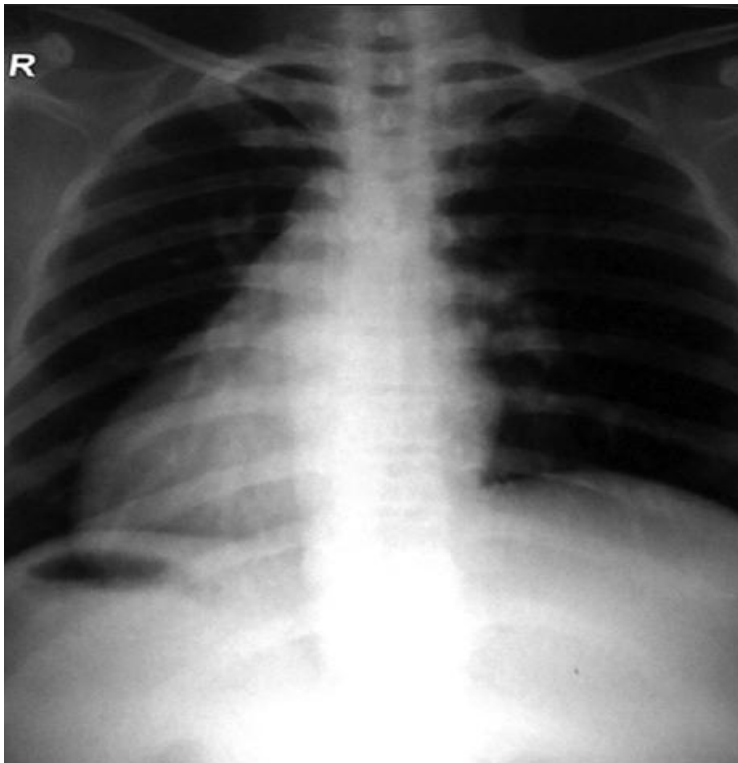
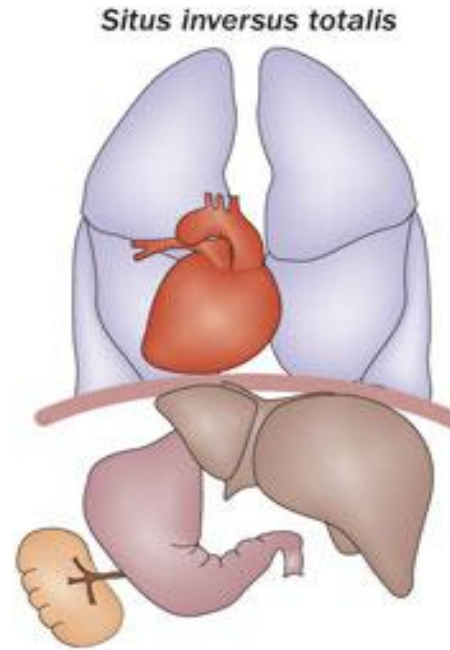
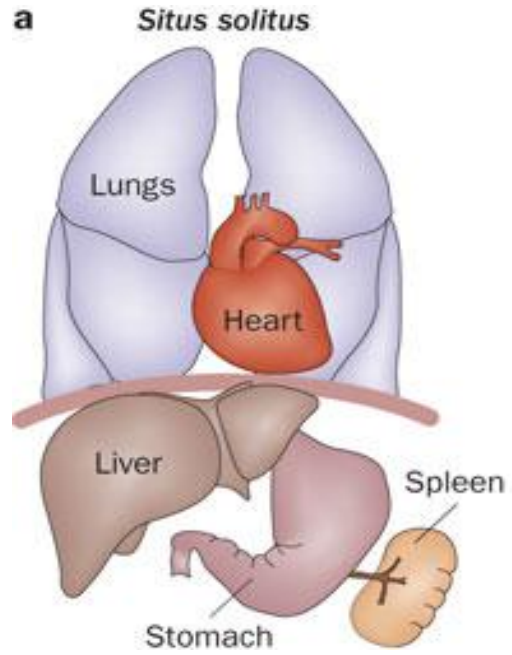
- При воздействии на зародыш **неблагоприятных факторов** может нарушаться сложный механизм эмбриогенеза сердечно – сосудистой системы, в результате чего возникают различные врожденные пороки сердца и магистральных сосудов.

ЭМБРИОГЕНЕЗ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

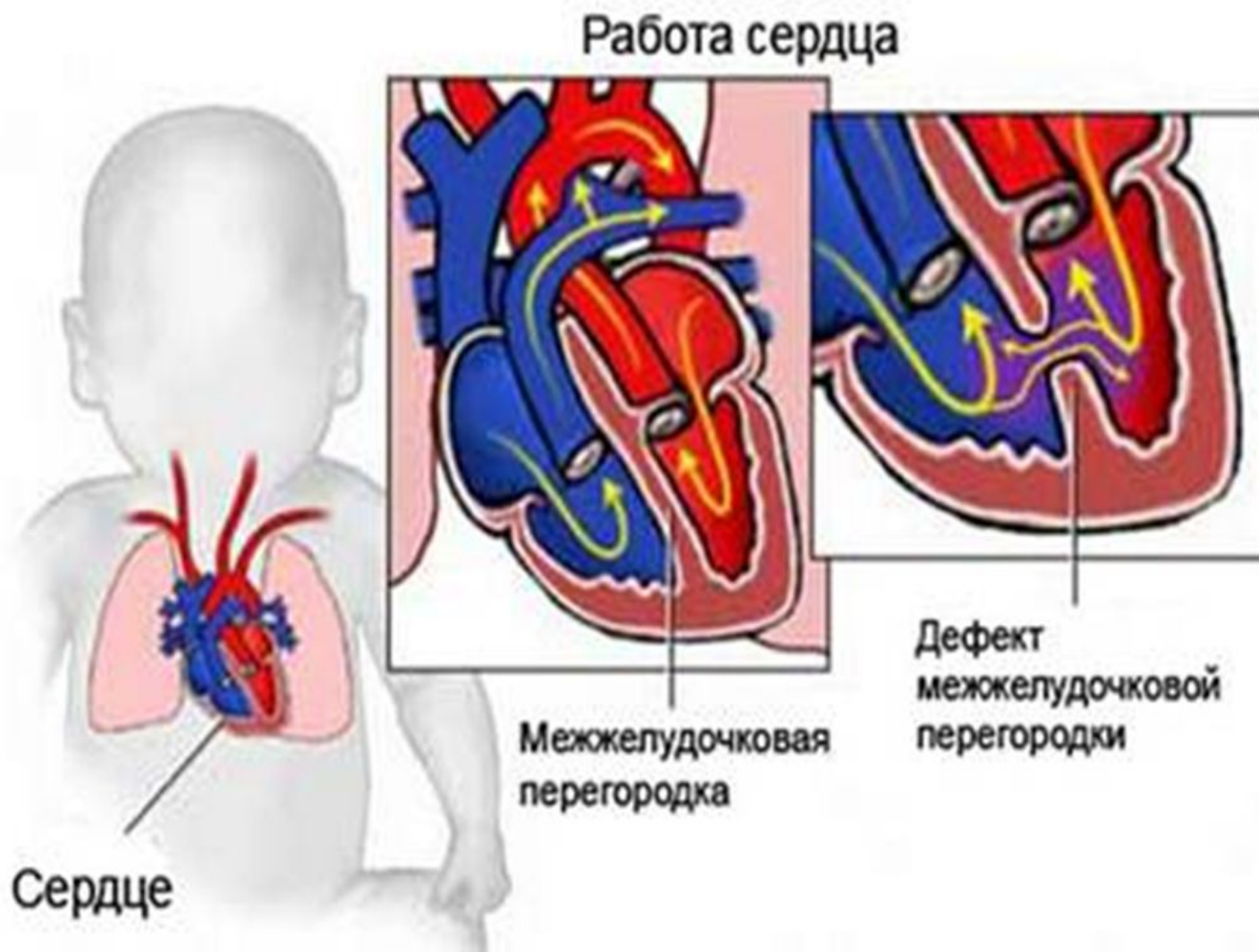
❖ Дефекты при поворотах ведут к обратному расположению сердца, когда желудочки расположены справа, предсердия слева.

❖ Эта аномалия сопровождается и обратным расположением (**situs inversus**), частичным или полным, грудных и брюшных органов.

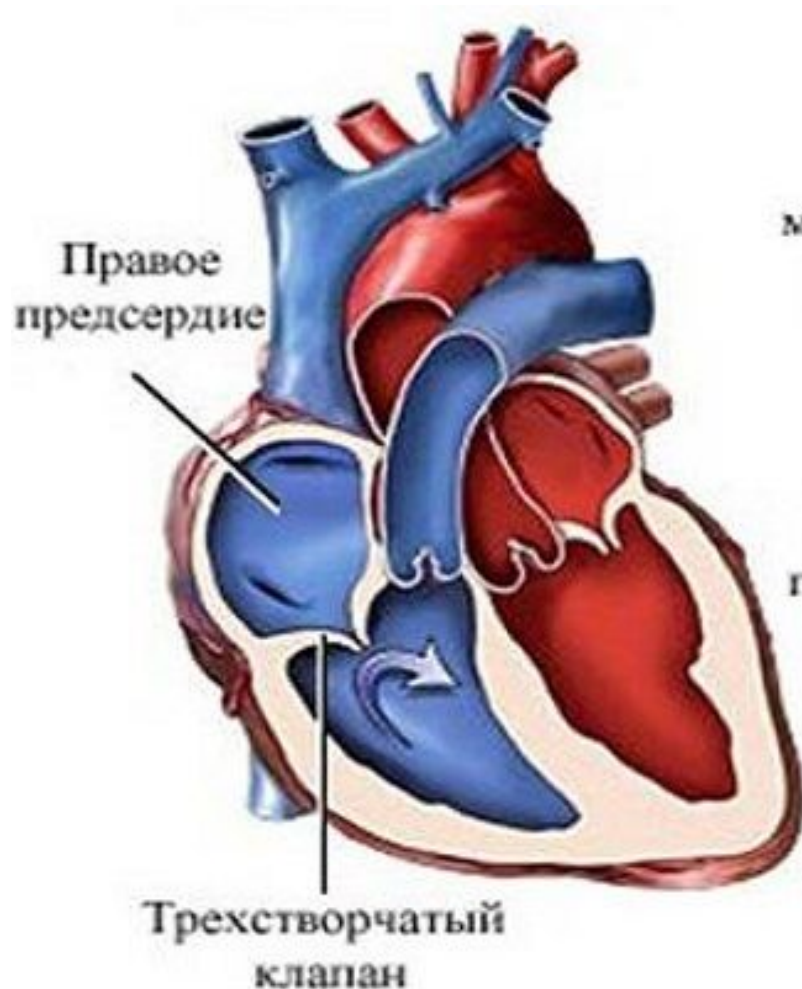




ДЕФЕКТ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

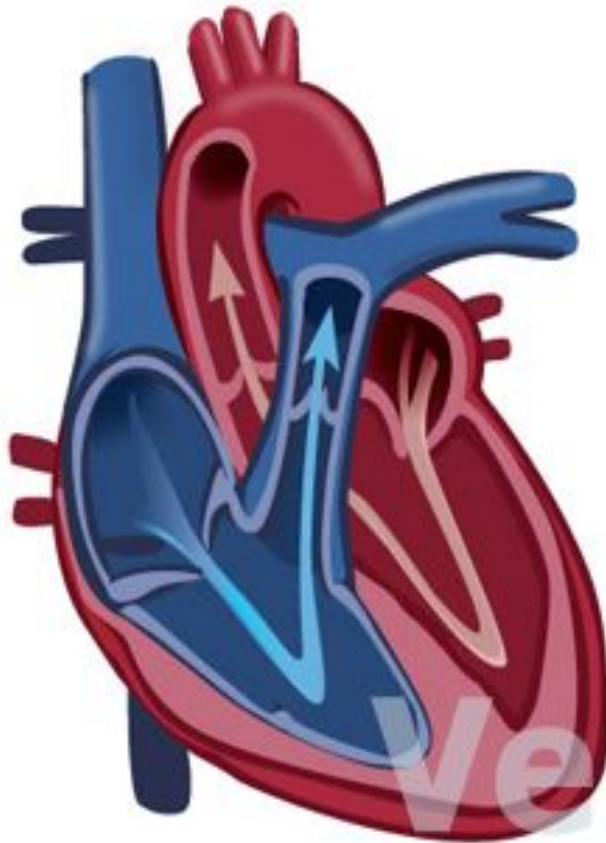


ДЕФЕКТ МЕЖПРЕДСЕРДНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ

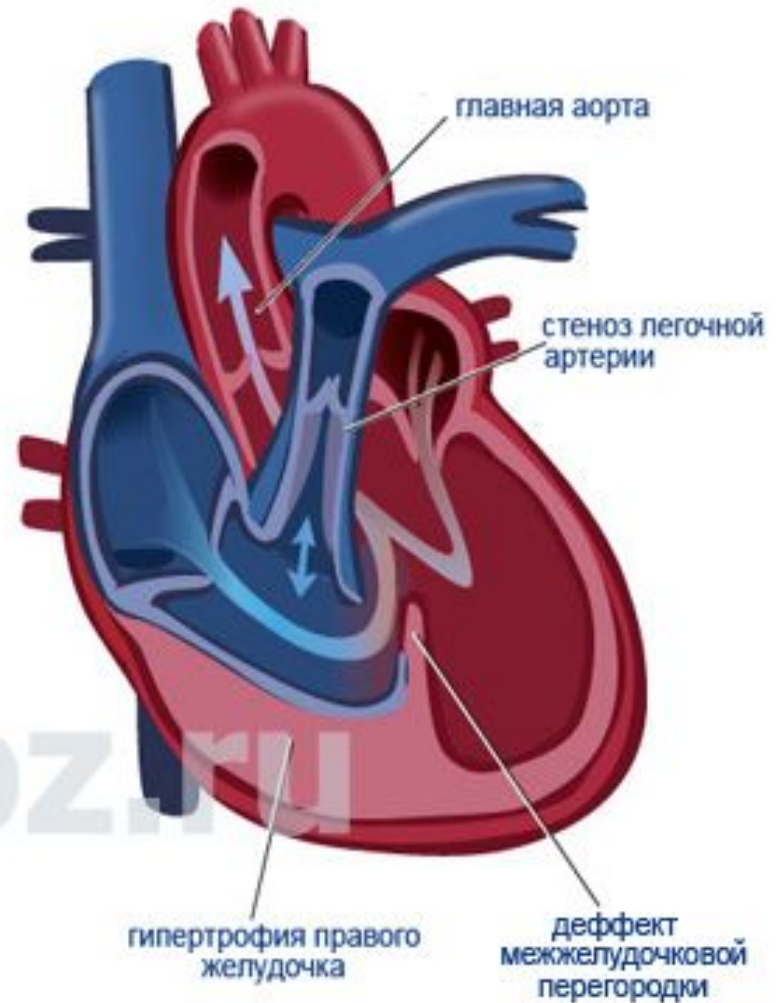


ТЕТРАДА ФАЛЛО

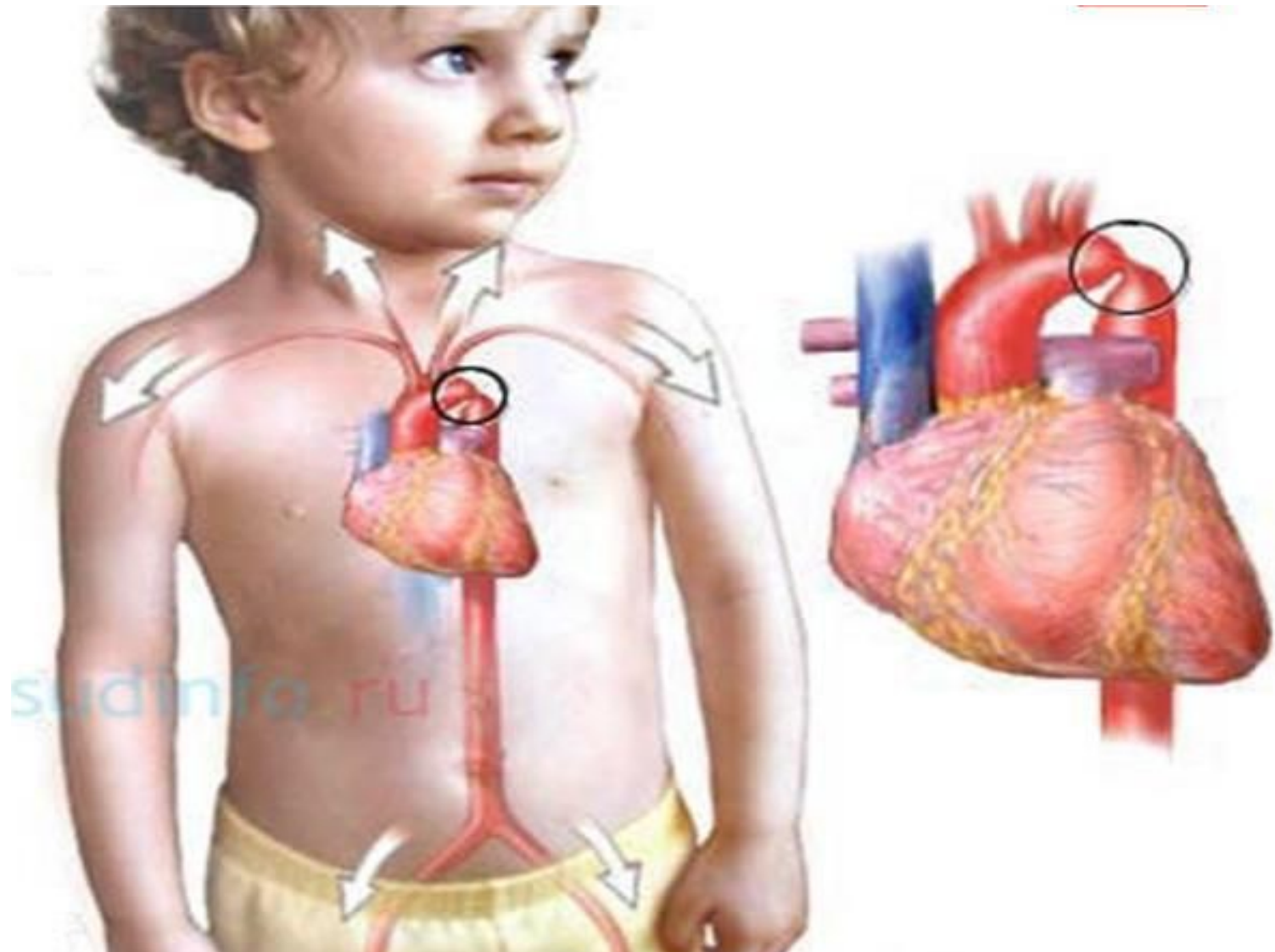
Нормальное сердце



Тетрада Фалло



КОАРКТАЦИЯ АОРТЫ



Особенности кровообращения плода

- **наличие плацентарного кровообращения**
- **нефункционирующий малый круг кровообращения**
- **поступление крови в большой круг кровообращения в обход малого**
- **наличие двух сообщений между правой и левой половинами сердца (овальное отверстие – между правым и левым предсердиями и боталлов проток – между крупными кровеносными сосудами (аортой и легочной артерией))**
- **обеспечение всех органов плода смешанной кровью (более оксигенированная кровь поступает в печень, головной мозг и верхние конечности)**
- **практически одинаковое низкое АД в легочной артерии и аорте**

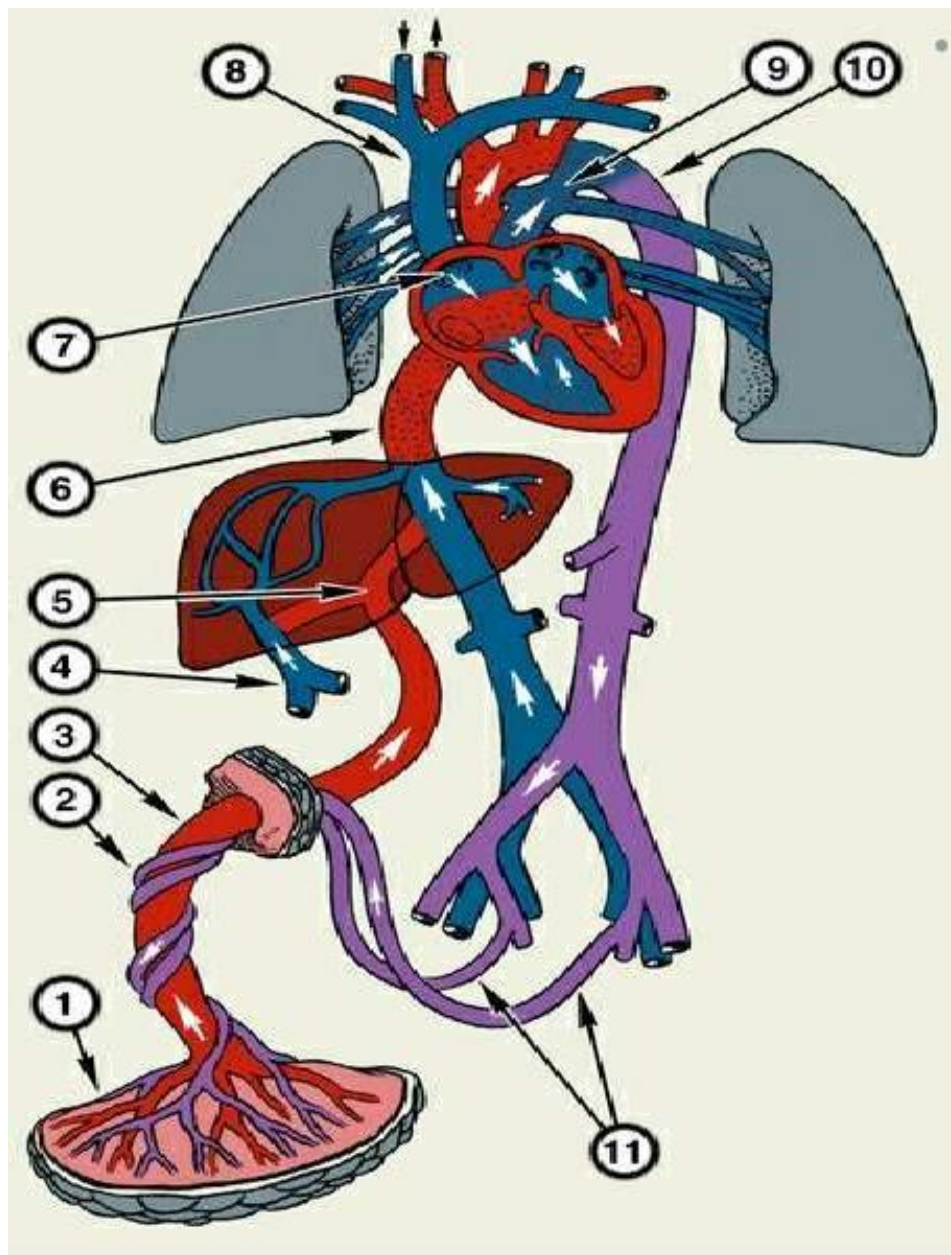
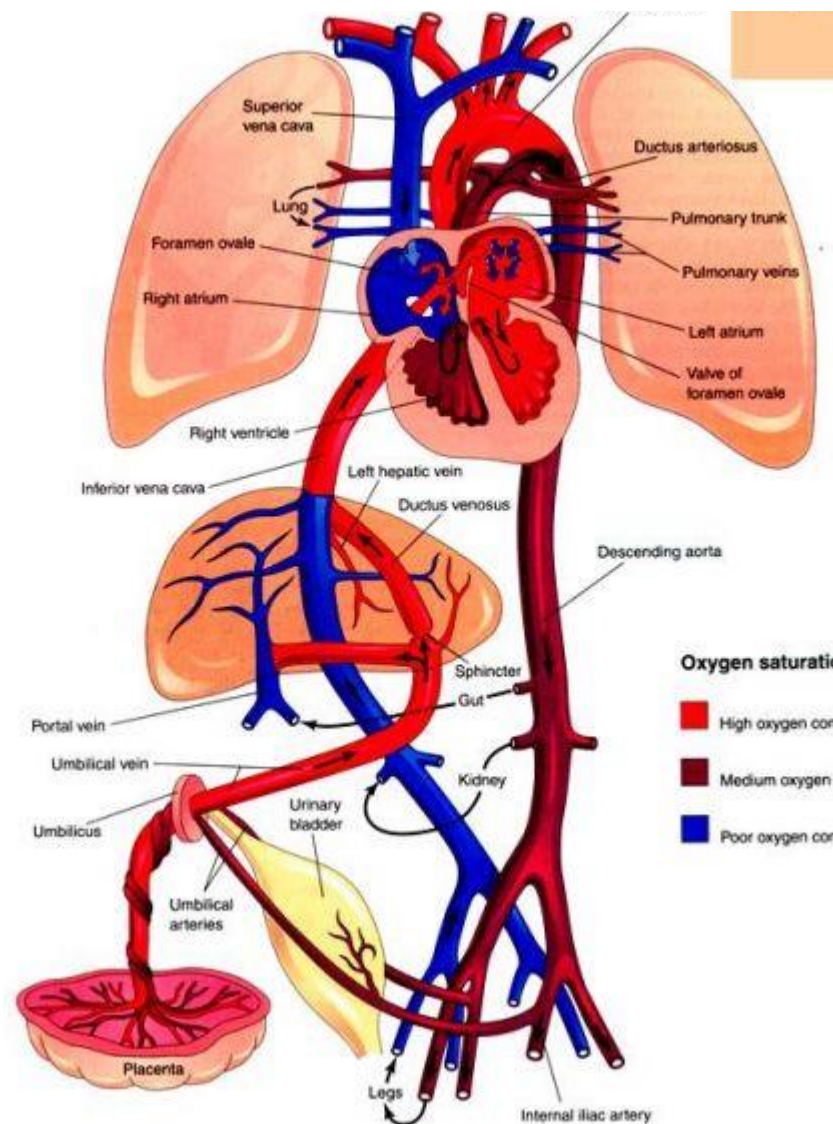


Рис. 2. Схема кровообращения плода:
 1 — плацента; 2 — пупочные артерии; 3 — пупочная вена; 4 — воротная вена; 5 — венозный проток; 6 — нижняя полая вена; 7 — овальное отверстие; 8 — верхняя полая вена; 9 — артериальный проток; 10 — аорта; 11 — подчревные артерии.
 Красным цветом обозначена артериальная кровь; синим — венозная; красным с синими точками — смешанная кровь, близкая по составу к артериальной; синим с красными точками и сиреневым — смешанная кровь, близкая по составу к венозной (содержание двуокиси углерода несколько меньше в крови, обозначенной сиреневым цветом).

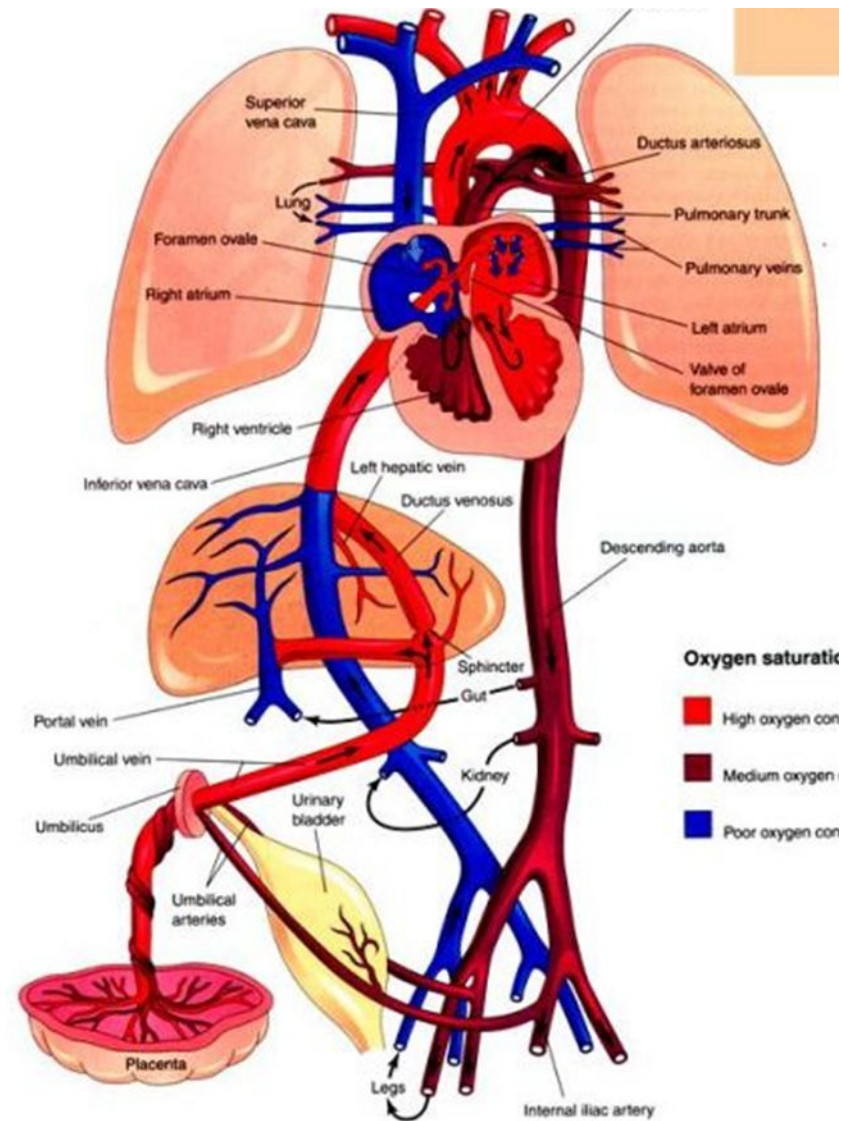
Особенности кровообращения плода

- Капиллярная сеть хориальных ворсинок плаценты сливается в пупочную вену, проходящую в составе пупочного канатика и несущую оксигенированную и богатую питательными веществами кровь.



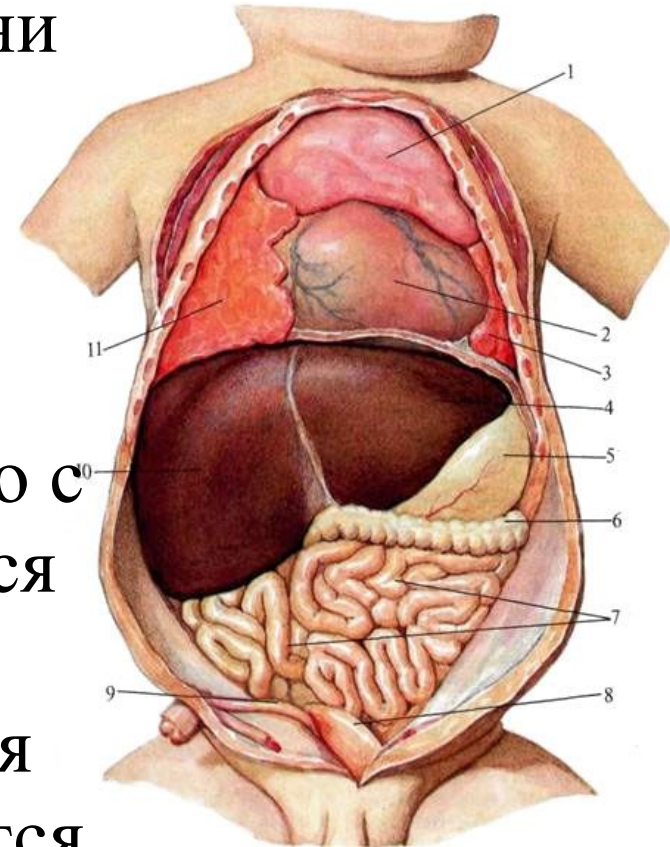
Особенности кровообращения плода

- В теле плода пупочная вена направляется к печени и перед вхождением в нее через широкий и короткий венозный (аранциев) проток отдает существенную часть крови в нижнюю полую вену, а затем соединяется со сравнительно плохо развитой воротной веной.



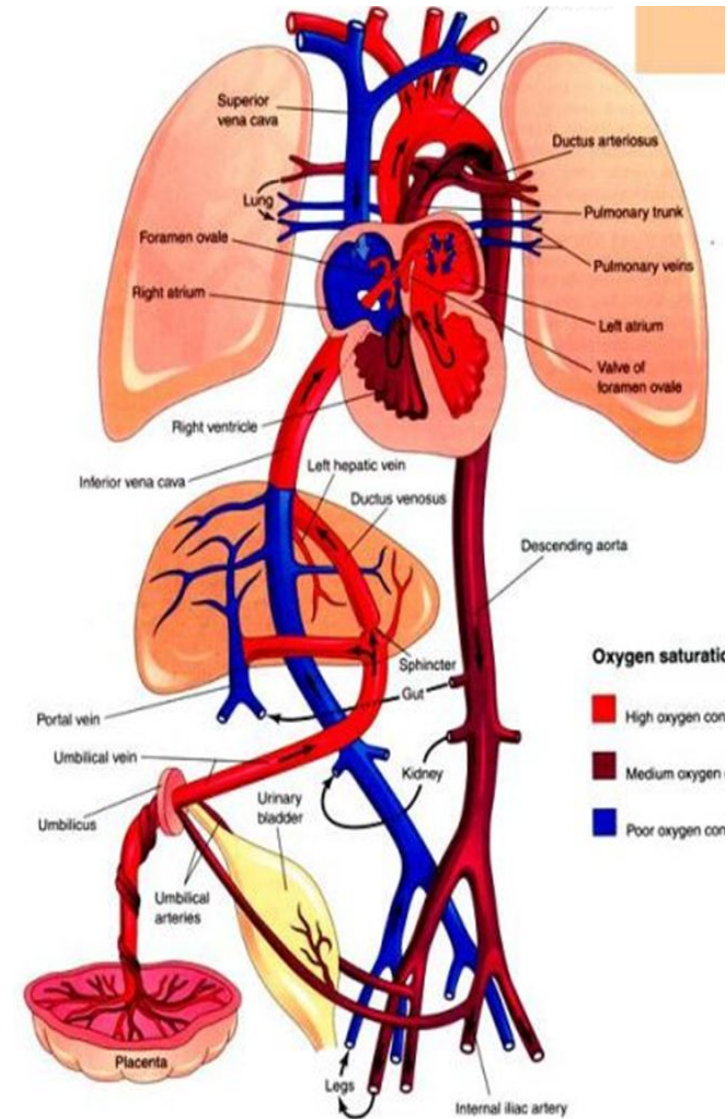
Особенности кровообращения плода

- Тот факт, что одна из ветвей пупочной вены доставляет печени через воротную вену чистую артериальную кровь, обуславливает **относительно большую величину печени**; последнее обстоятельство связано с **необходимой для развивающегося организма функцией кроветворения печени**, которая преобладает у плода и уменьшается после рождения.

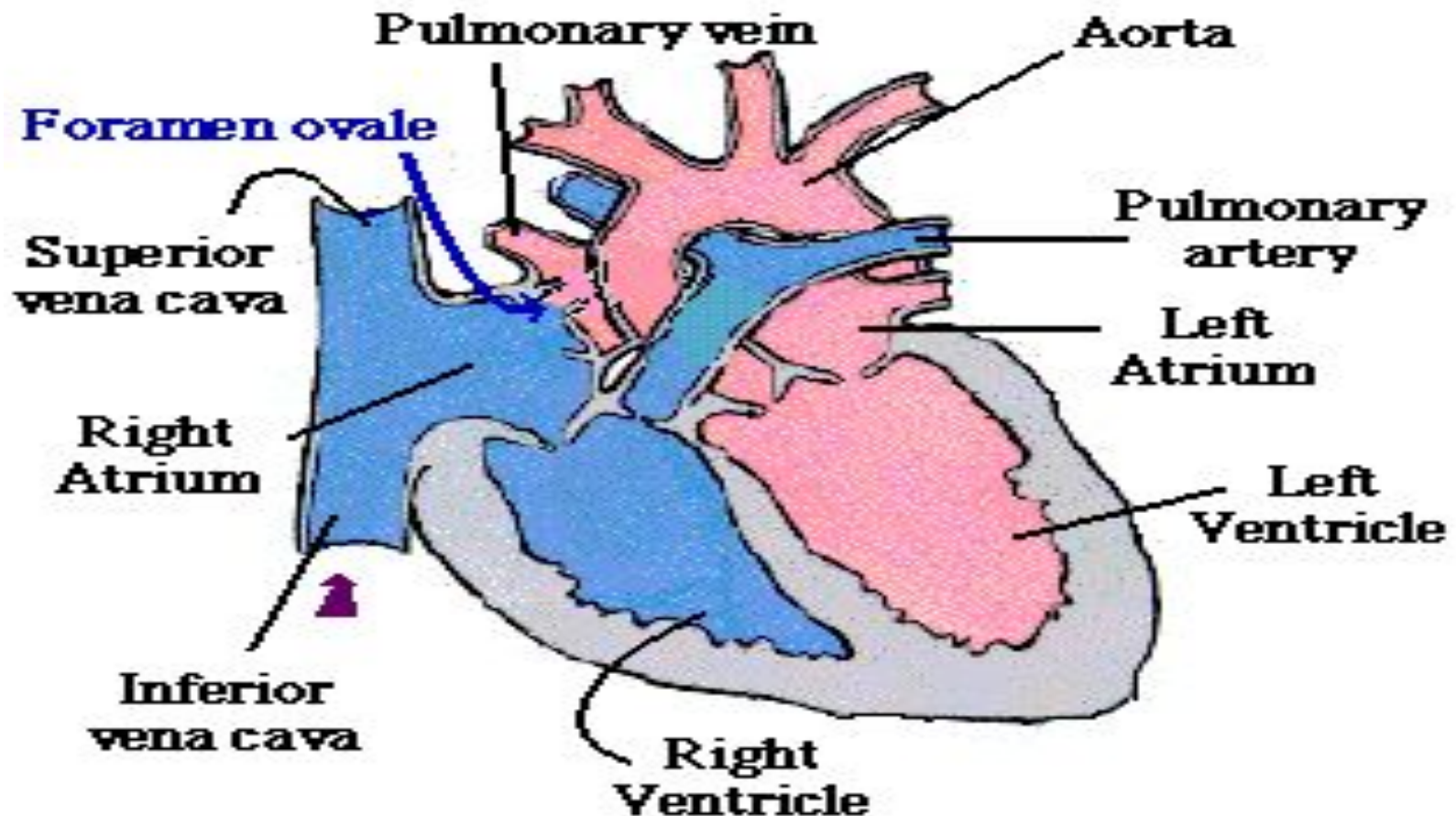


Особенности кровообращения плода

- Пройдя через печень, эта кровь поступает в нижнюю полую вену по системе возвратных печеночных вен. Смешанная в нижней полую вену кровь поступает в правое предсердие.
- Сюда же поступает и чисто венозная кровь из верхней полую вены, оттекающей из верхних областей тела.

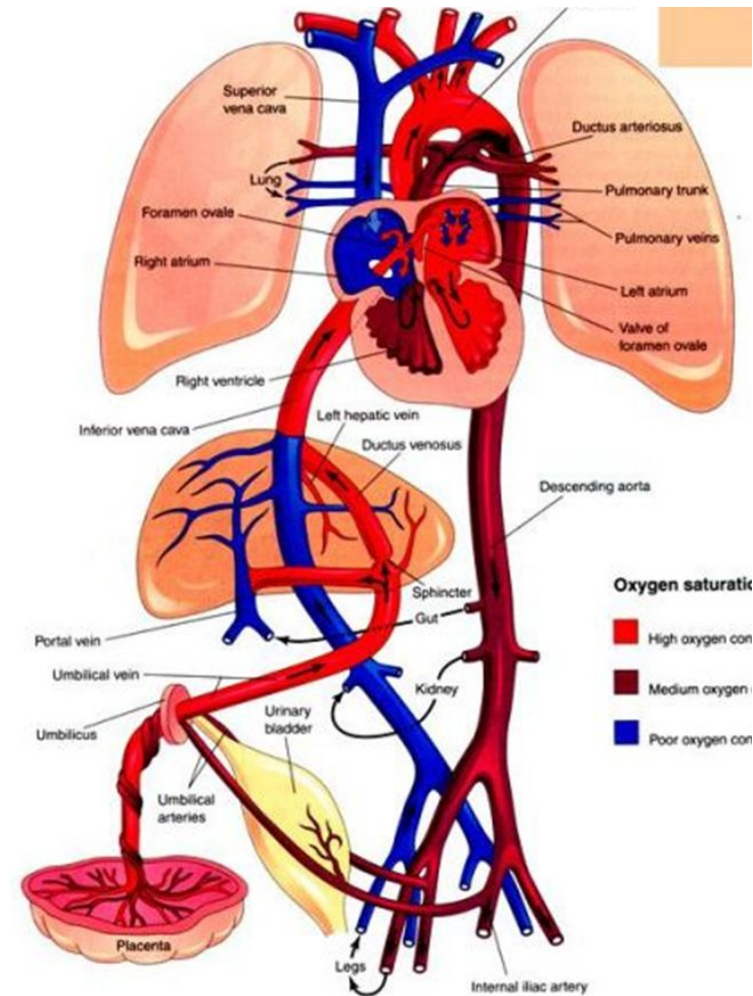


Из правого предсердия кровь попадает широко зияющее овальное отверстие, а затем в левое предсердие, где смешивается с венозной кровью, прошедшей через легкие.



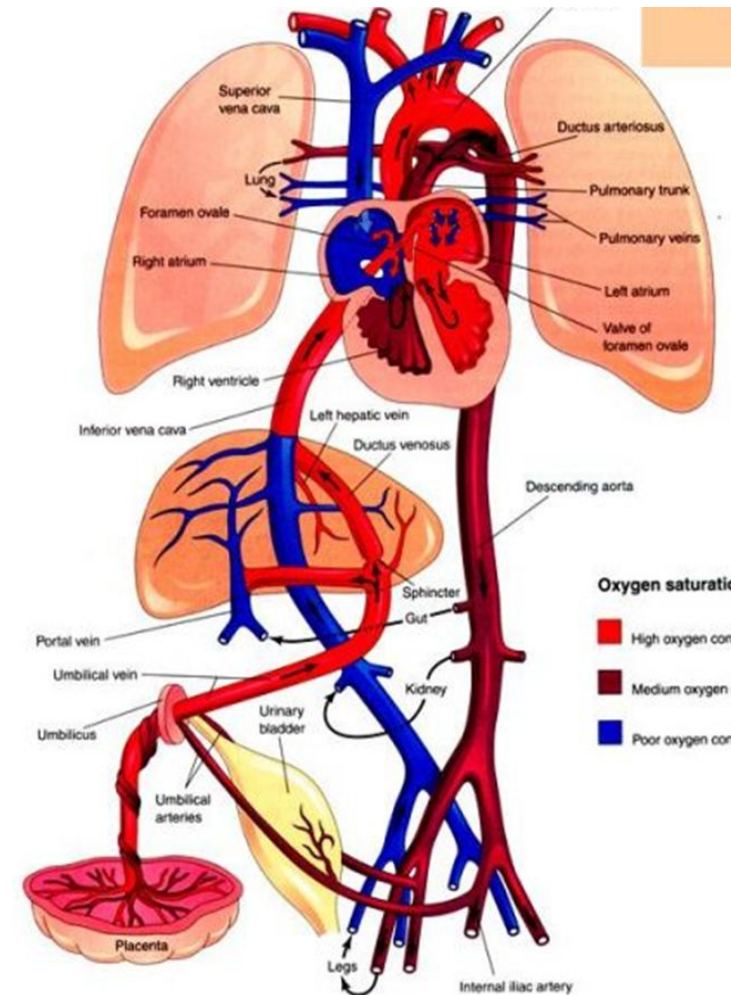
Особенности кровообращения плода

- Из правого предсердия смешанная кровь поступает в **левый желудочек и далее в аорту**, минуя нефункционирующий еще легочный круг кровообращения.
- В правое предсердие впадают, кроме нижней поллой вены, еще **верхняя полая вена**.



Особенности кровообращения плода

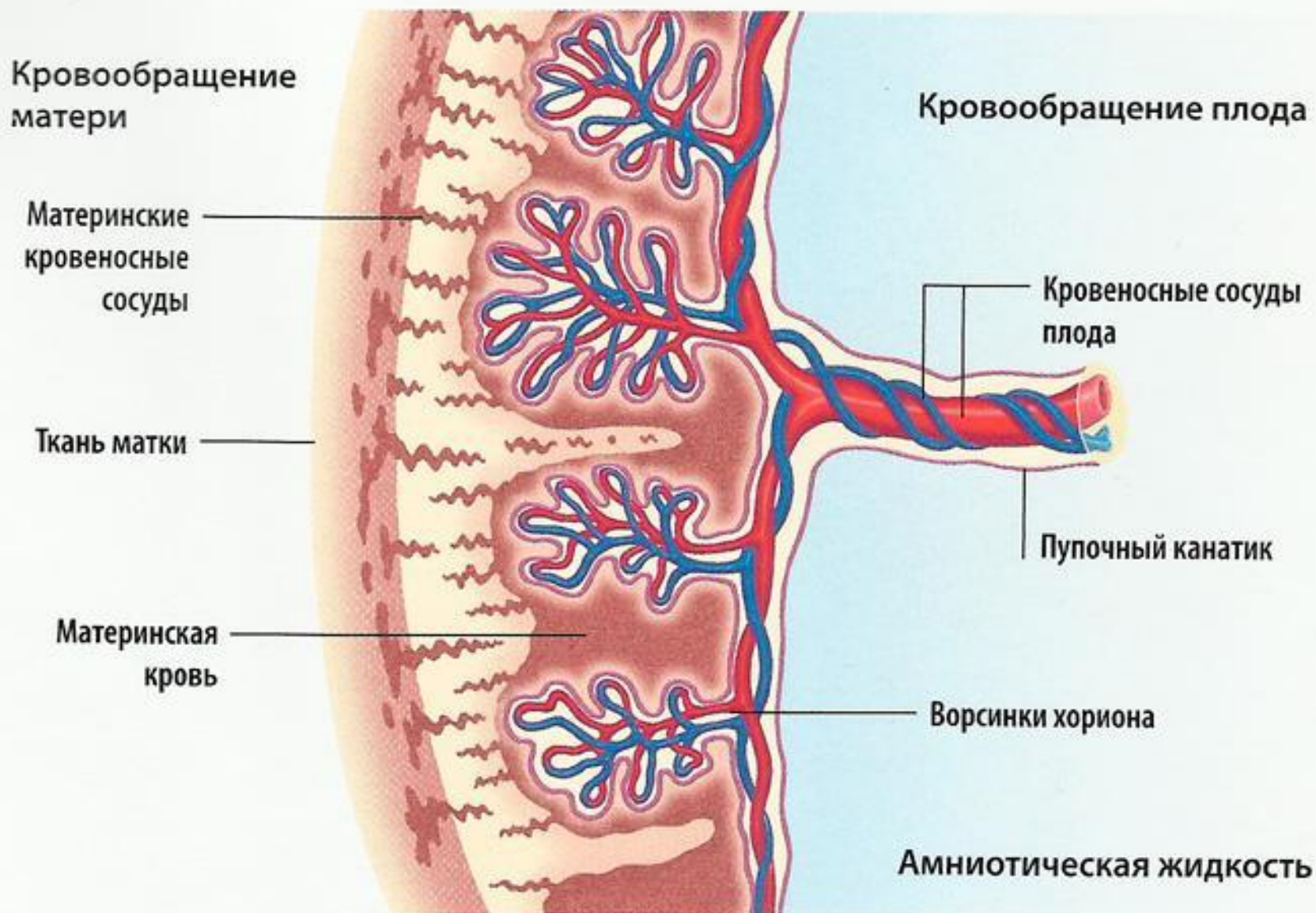
- Венозная кровь, поступающая в верхнюю полую вену от верхней половины тела, далее попадает в **правый желудочек, а из последнего в легочный ствол.**
- Большая часть крови из **легочного ствола**, учитывая нефункционирующий малый круг кровообращения, через **артериальный проток переходит в нисходящую аорту** и оттуда к внутренним органам и нижним конечностям плода.



Плацентарное кровообращение

- Кровь **нисходящей аорты** (венозная) обедненная кислородом и богатая углекислым газом, по двум пупочным артериям **возвращается в плаценту**, где эти сосуды делятся.
- В результате ветвления сосудов кровь плода попадает в капилляры ворсин хориона и насыщается кислородом.
- **При этом кровоток матери и плода отделены друг от друга.**

СФОРМИРОВАВШАЯСЯ ПЛАЦЕНТА



Плацентарное кровообращение

- Переход газов крови, питательных веществ, продуктов метаболизма из материнской крови в капилляры плода и обратно осуществляется в момент контакта ворсин хориона, содержащих стенку кровеносного капилляра плода с кровью матери, которая омывает ворсины через **плацентарный барьер** - уникальной мембраной, которая способна избирательно пропускать одни вещества, и задерживать другие, вредные вещества.

Плацентарное кровообращение

- При нормально функционирующей плаценте **кровь матери и плода никогда не смешивается** — этим объясняется возможное различие групп крови и резус-фактора матери и плода.
- Однако через плацентарный барьер сравнительно легко проникают в кровоток плода достаточно большое количество лекарственных препаратов, никотин, алкоголь, наркотические вещества, пестициды, другие токсические химические вещества, а также целый ряд возбудителей инфекционных заболеваний.

Особенности кровообращения плода

- Несмотря на то, что вообще по сосудам плода течет **смешанная кровь** (за исключением пупочной вены и артериального протока до его впадения в нижнюю полую вену), качество ее ниже места артериального протока значительно ухудшается.
 - Следовательно, **верхняя часть тела (голова)** получает кровь, более богатую кислородом и питательными веществами.



Особенности кровообращения плода

- Нижняя же половина тела питается хуже, чем верхняя, и отстает в своем развитии. Этим объясняются относительно малые размеры таза и нижних конечностей новорожденного.



Ни одна из тканей плода, за исключением печени, не снабжается кровью, насыщенной O_2 более, чем на 60%-65%.

Адаптация плода к условиям относительной гипоксии

- **увеличение дыхательной поверхности плаценты**
- **увеличение скорости кровотока**
- **нарастание содержания НЬ и эритроцитов в крови
плода**
- **наличие НЬ F, обладающего более значительным
сродством к кислороду**
- **относительно низкая потребность тканей плода в
кислороде**

Особенности кровообращения плода

**ЧСС плода с 12-13 недели-составляет 150-160
сокращений в минуту**

При нормальном течении беременности этот ритм исключительно устойчив, но при патологии может резко замедляться или ускоряться.

КРОВООБРАЩЕНИЕ НОВОРОЖДЕННОГО



- ❑ Плод переходит из одной среды (полость матки с ее относительно постоянными условиями) в другую (внешний мир с его меняющимися условиями), в результате изменяется обмен веществ, способы питания и дыхания.
- ❑ При рождении происходит резкий переход от плацентарного кровообращения к легочному.

- С первым вдохом расправляются и расширяются спавшиеся сосуды легких, сопротивление в малом круге снижается сразу до сопротивления в большом кругу.

- С началом дыхания и легочного кровообращения повышается давление в предсердиях (особенно левом), перегородка прижимается к краю отверстия и сброс крови из правого предсердия в левое прекращается.

Перестройка системы кровообращения

- С началом легочного дыхания кровотоков через легкие возрастает примерно в 5 раз. Через легкие начинает проходить весь объем сердечного выброса (во внутриутробном периоде только 10%).

Перестройка системы кровообращения

- Вследствие **уменьшения сопротивления в легочном русле**, увеличения притока крови в левое предсердие, уменьшения давления в нижней поллой вене происходит перераспределение давления в предсердиях и шунт через овальное окно - **сообщение между правым и левым предсердиями** - перестает функционировать в ближайшие **3-5 часов** после рождения ребенка.

Перестройка системы кровообращения

- Раньше всего (в первые месяцы постнатальной жизни) функционально закрывается **артериальный (боталлов) проток** - сообщение между аортой и **легочной артерией**, благодаря сокращению гладких мышц стенки сосуда.

Перестройка системы кровообращения

- У здоровых доношенных новорожденных артериальный проток, как правило, закрывается к **концу первых-вторых суток жизни**, но в ряде случаев может функционировать в течение нескольких дней.
- У недоношенных новорожденных функциональное закрытие артериального протока может происходить в более поздние сроки.
- Позже (у 90% детей примерно к **2 мес.**) происходит его **полная облитерация**.

Перестройка системы кровообращения

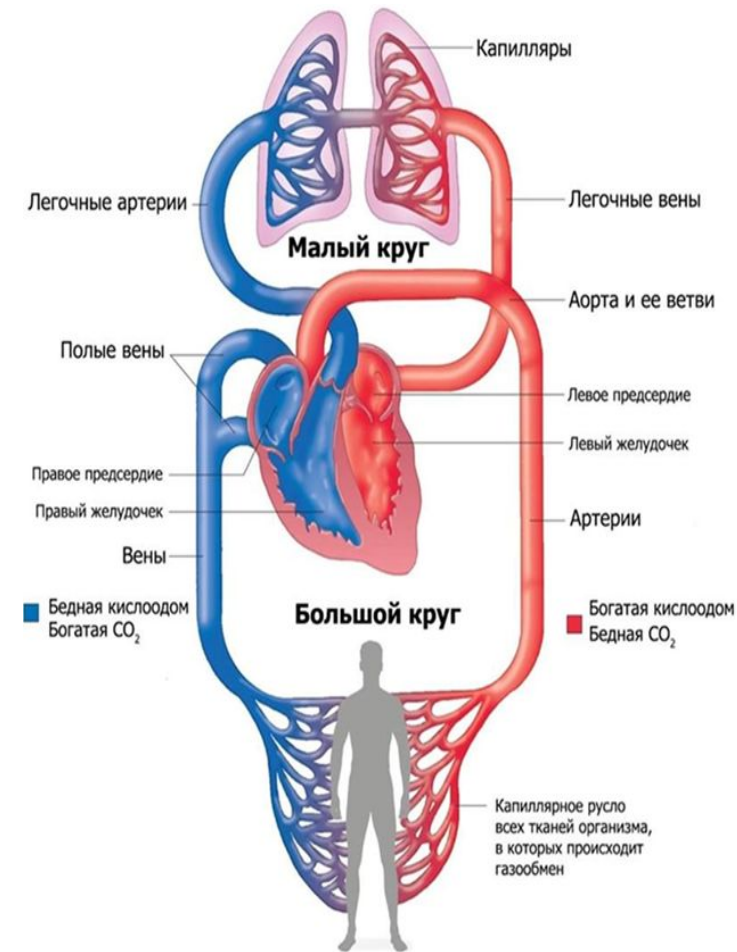
- Пупочная вена с **аранциевым протоком** (венозным протоком) - сообщение между пупочной веной и нижней поллой веной превращается в круглую связку печени.

Перестройка системы кровообращения

- Примерно в 3 мес. происходит его функциональное закрытие имеющимся клапаном, затем клапан прирастает к краям овального окна, и формируется целостная межпредсердная перегородка.
- Полное закрытие овального окна обычно происходит к концу первого года жизни, но примерно у 50% детей и 10—25% взрослых в межпредсердной перегородке обнаруживают отверстие, пропускающее тонкий зонд, что не оказывает существенного влияния на гемодинамику.

ПЕРЕМОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ В ПОСТНЕОНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

- **Заккрытие фетальных сосудов.**
- **Переключение работы правого и левого сердца из параллельных в последовательно работающие насосы.**
- **Включение сосудистого русла легочного круга кровообращения.**
- **Рост сердечного выброса и системного сосудистого давления.**

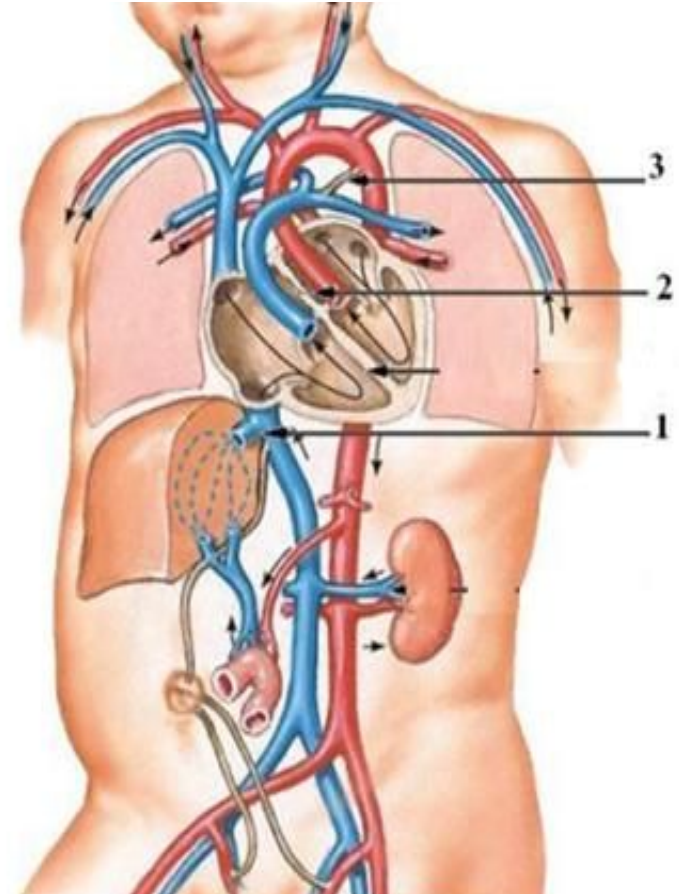


Перестройка системы кровообращения

- **Заккрытие фетальных отверстий**

(артериального протока и овального окна) приводит к тому, что малый и большой круги кровообращения начинают функционировать отдельно.

- **Кровообращение начинает осуществляться по взрослому типу.**



Спасибо за внимание!

