



РАЗВИТИЕ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ

ВЕНЫ

к.б.н. Коновалова С.Г

План

1

Развитие вен

2

Кровообращение плода

3

Венозные анастомозы

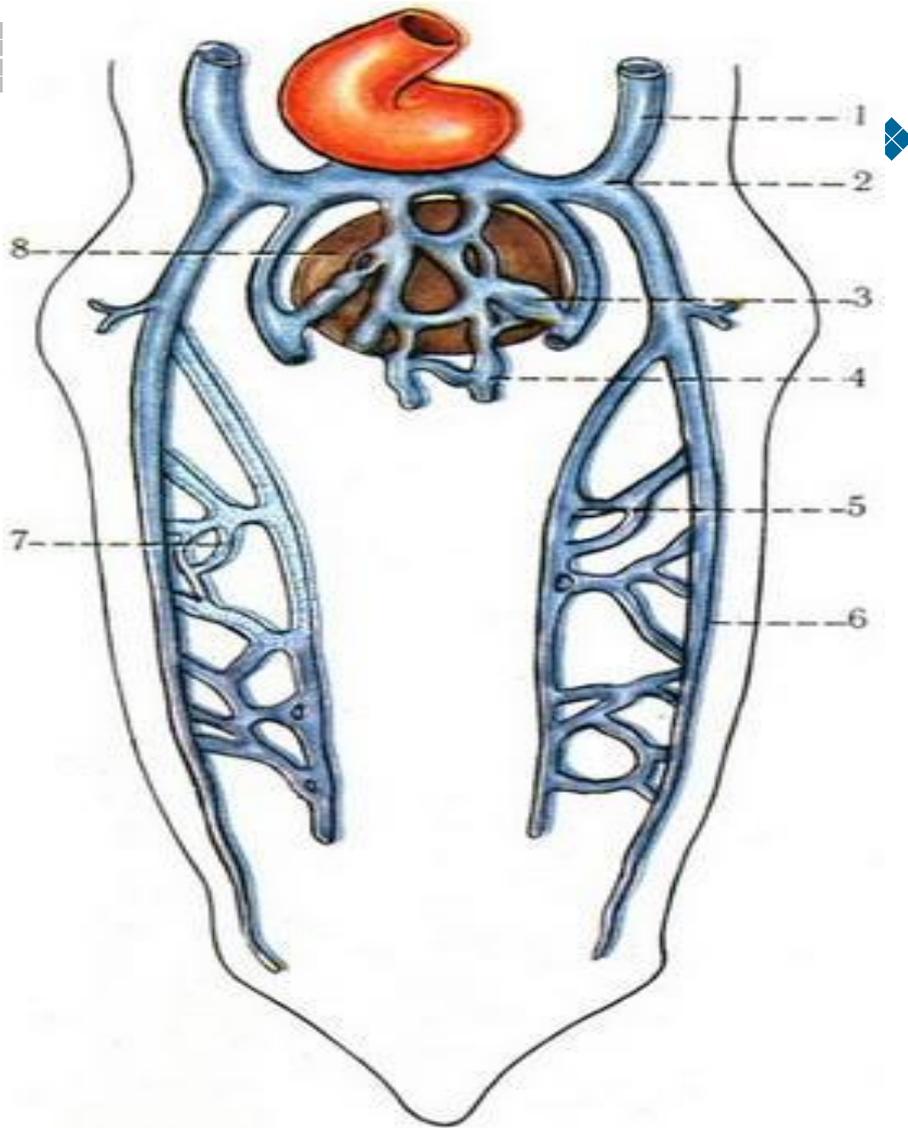
Развитие вен



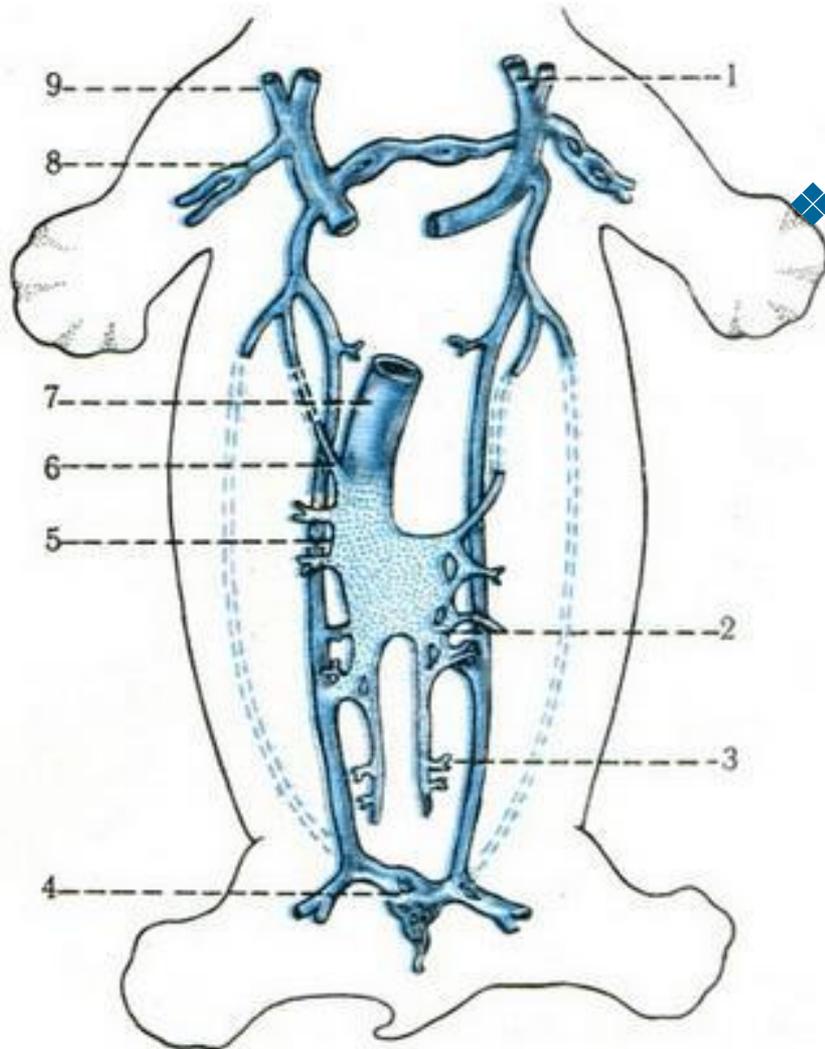
Развитие вен у эмбриона 4 недель (по McClur, Butler)
1 — передняя кардинальная вена; 2 — общая кардинальная вена; 3 — пупочная вена; 4 — желточно-брыжеечная вена; 5 — субкардинальная вена; 6 — задняя кардинальная вена; 7 — развивающееся субкардиальное сплетение в средней почке; 8 — печень.



В начале плацентарного кровообращения, когда сердце находится в шейной области и еще не разделено перегородками на венозную и артериальную половины, венозная система имеет сравнительно простое устройство.

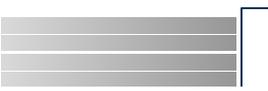


Вдоль тела зародыша проходят крупные вены: в области головы и шеи - **передние кардинальные вены (правая и левая) (1)** и в остальной части тела - **правая и левая задние кардинальные вены (6)**. Подходя к венозному синусу сердца, передние и задние кардинальные вены на каждой стороне сливаются, образуя **общие кардинальные вены (правую и левую) кювьеровы протоки (2)**, которые, имея вначале строго поперечный ход, впадают в венозный синус сердца.

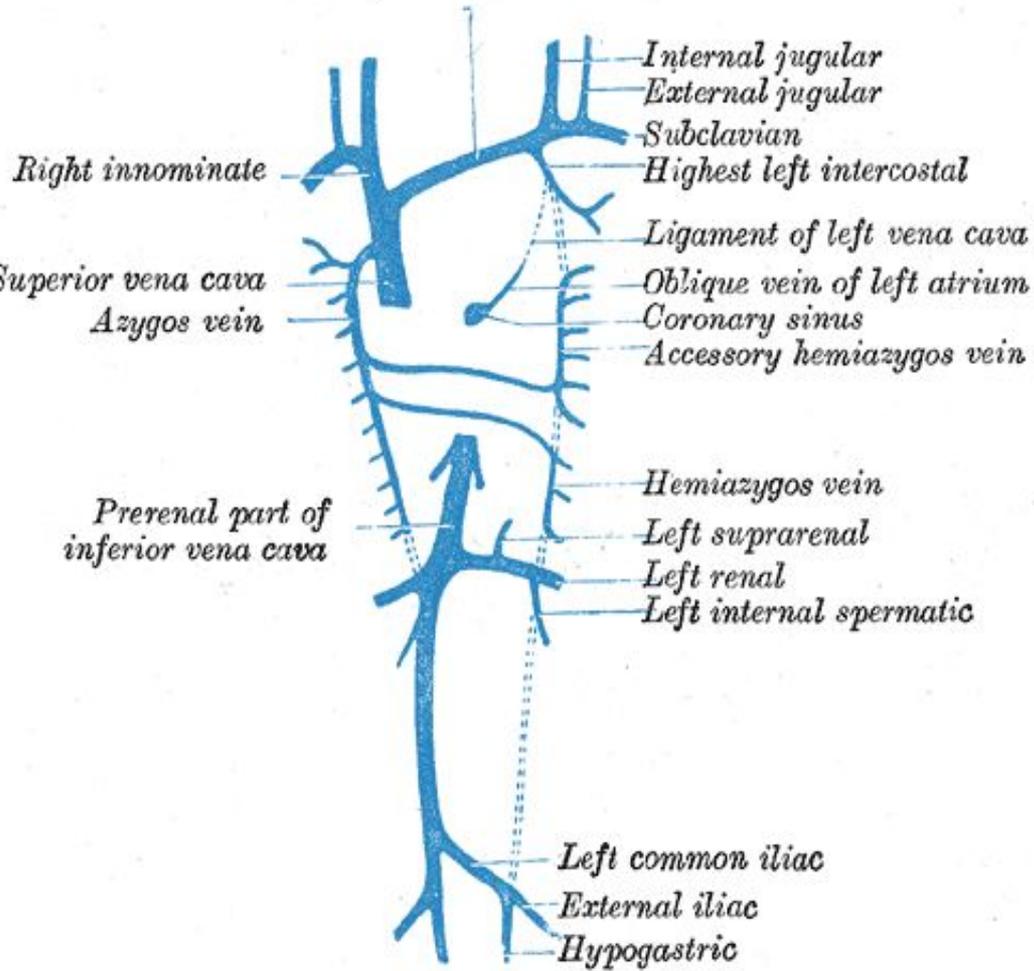


Наряду с парными кардинальными венами имеется еще один непарный венозный ствол - первичная *vena cava inferior* (7), которая в виде незначительного сосуда впадает также в венозный синус. Таким образом, на этой стадии развития в сердце впадают три венозных ствола: парные общие кардинальные вены и непарная первичная нижняя полая вена.

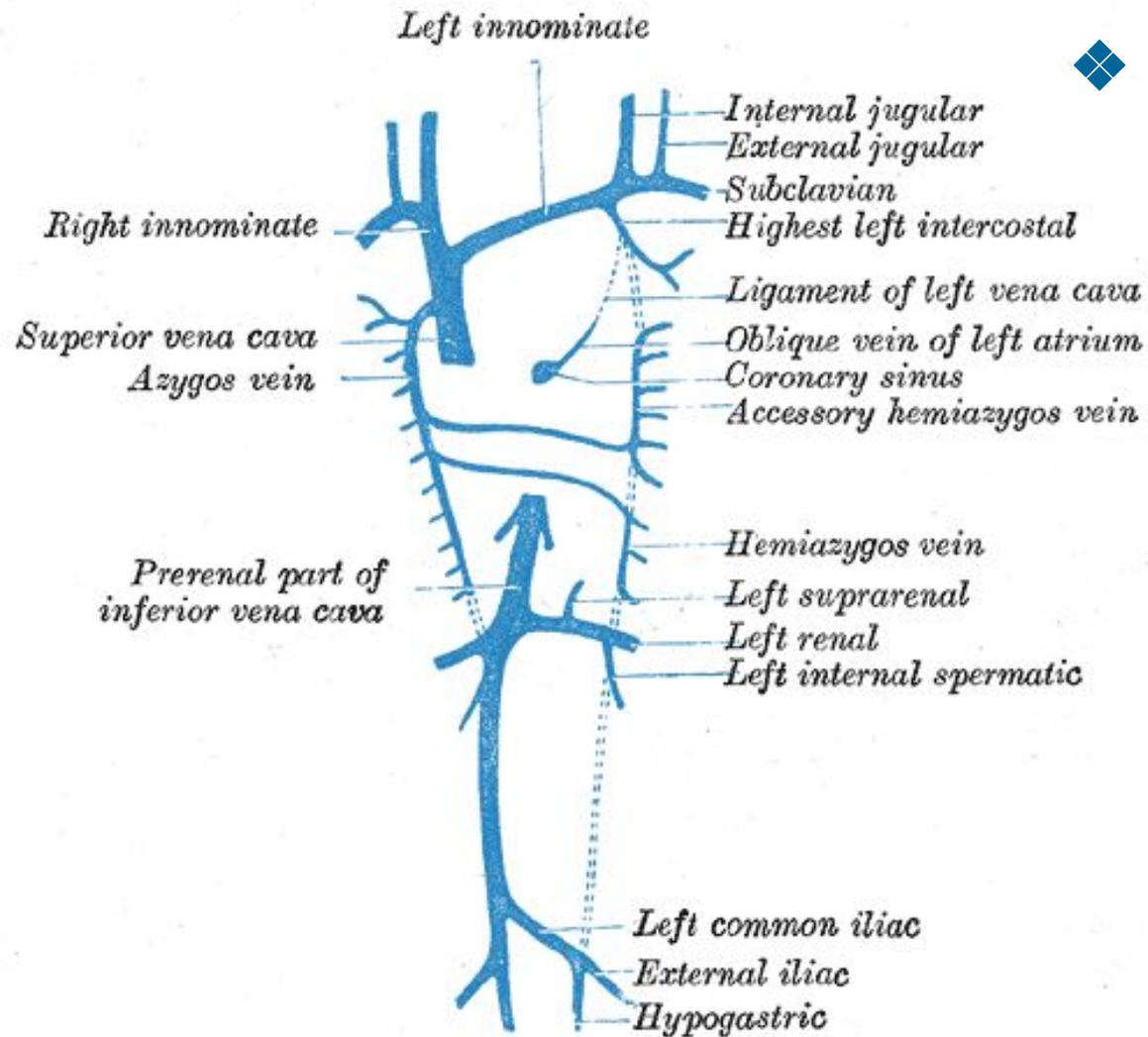
Образование субкардинального синуса и превращение его в нижнюю полую вену у эмбриона 7 недель (по Mellur, Batler)
 1 — плечеголовная вена; 2 — субкардинально-субкардинальный анастомоз; 3 — вена гонады; 4 — подвздошный анастомоз; 5 — межсубкардинальный анастомоз; 6 — субкардинальная вена; 7 — нижняя полая вена; 8 — подключичная вена; 9 — наружная яремная вена.



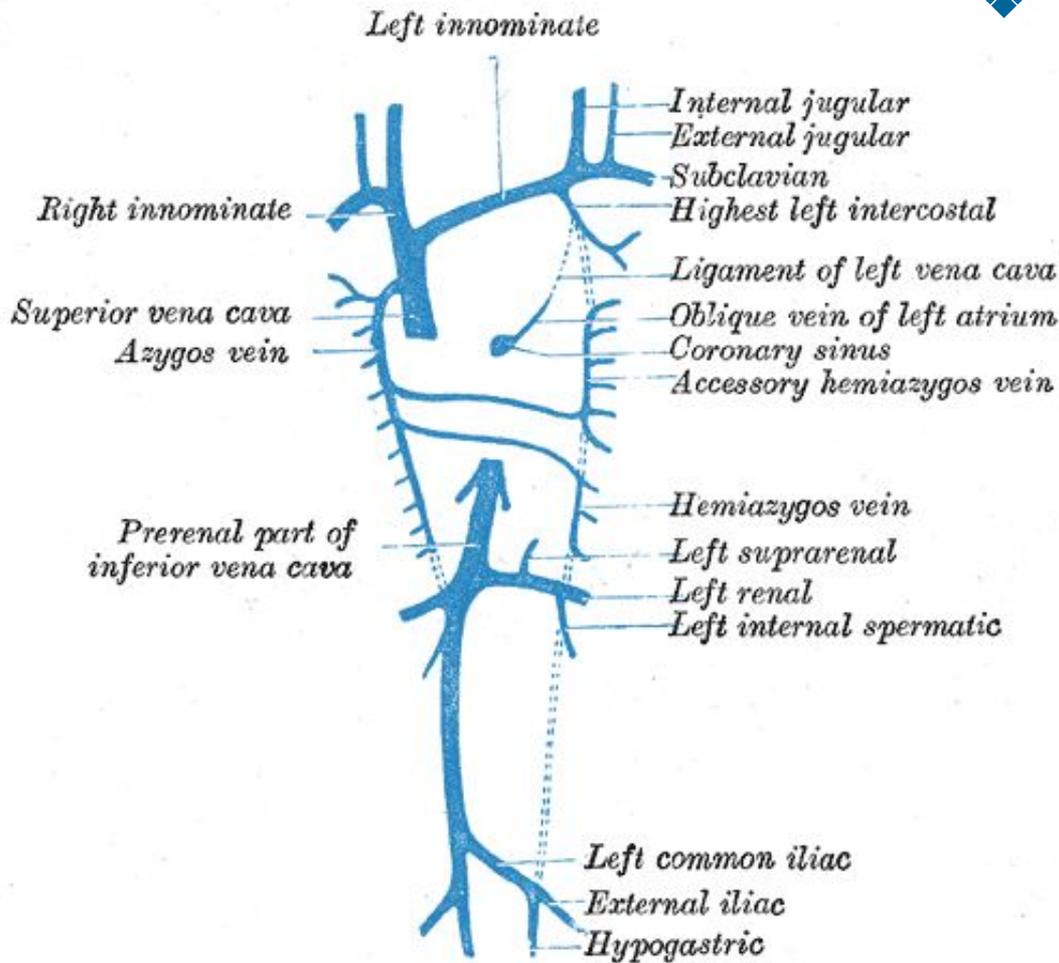
Left innominate



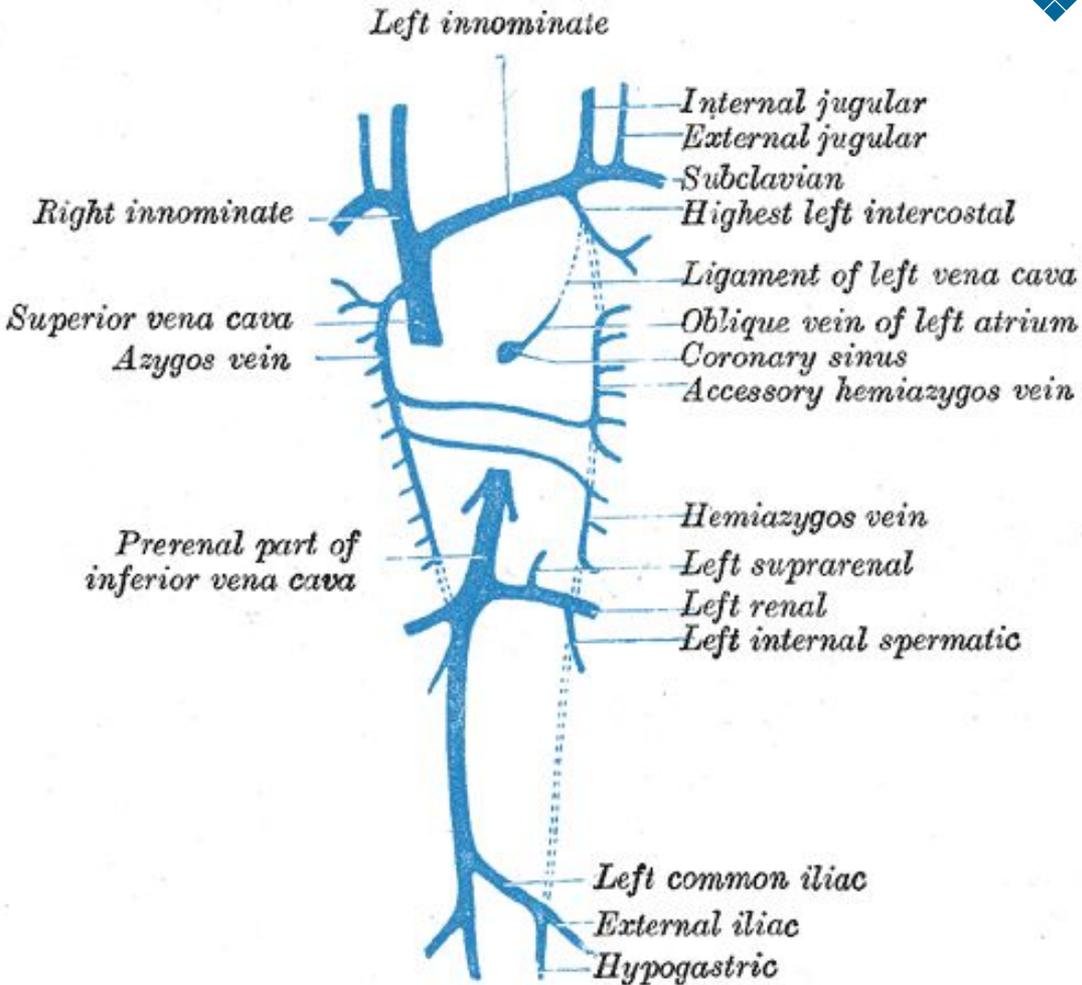
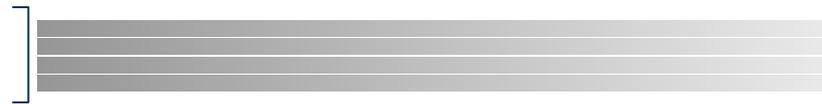
Дальнейшие изменения в расположении венных стволов связаны со смещением сердца из шейной области вниз и разделением его венной части на правое и левое предсердия. Благодаря тому, что после разделения сердца обе общие кардинальные вены оказываются впадающими в правое предсердие, кровяной ток в правой общей кардинальной вене оказывается в более благоприятных условиях. В связи с этим между правой и левой передними кардинальными венами появляется анастомоз, по которому кровь от головы стекает в правую общую кардинальную вену.



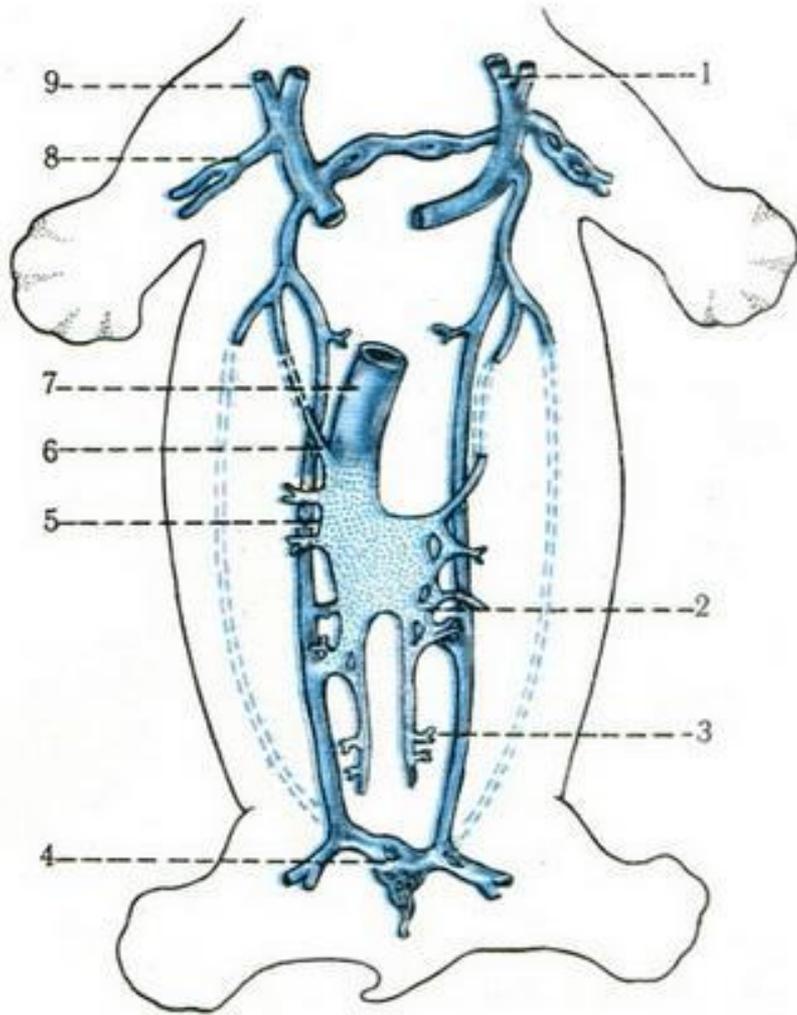
❖ Вследствие этого левая общая кардинальная вена перестает функционировать, ее стенки спадаются и она облитерируется, за исключением небольшой части, которая становится венечным синусом сердца, sinus coronarius cordis.



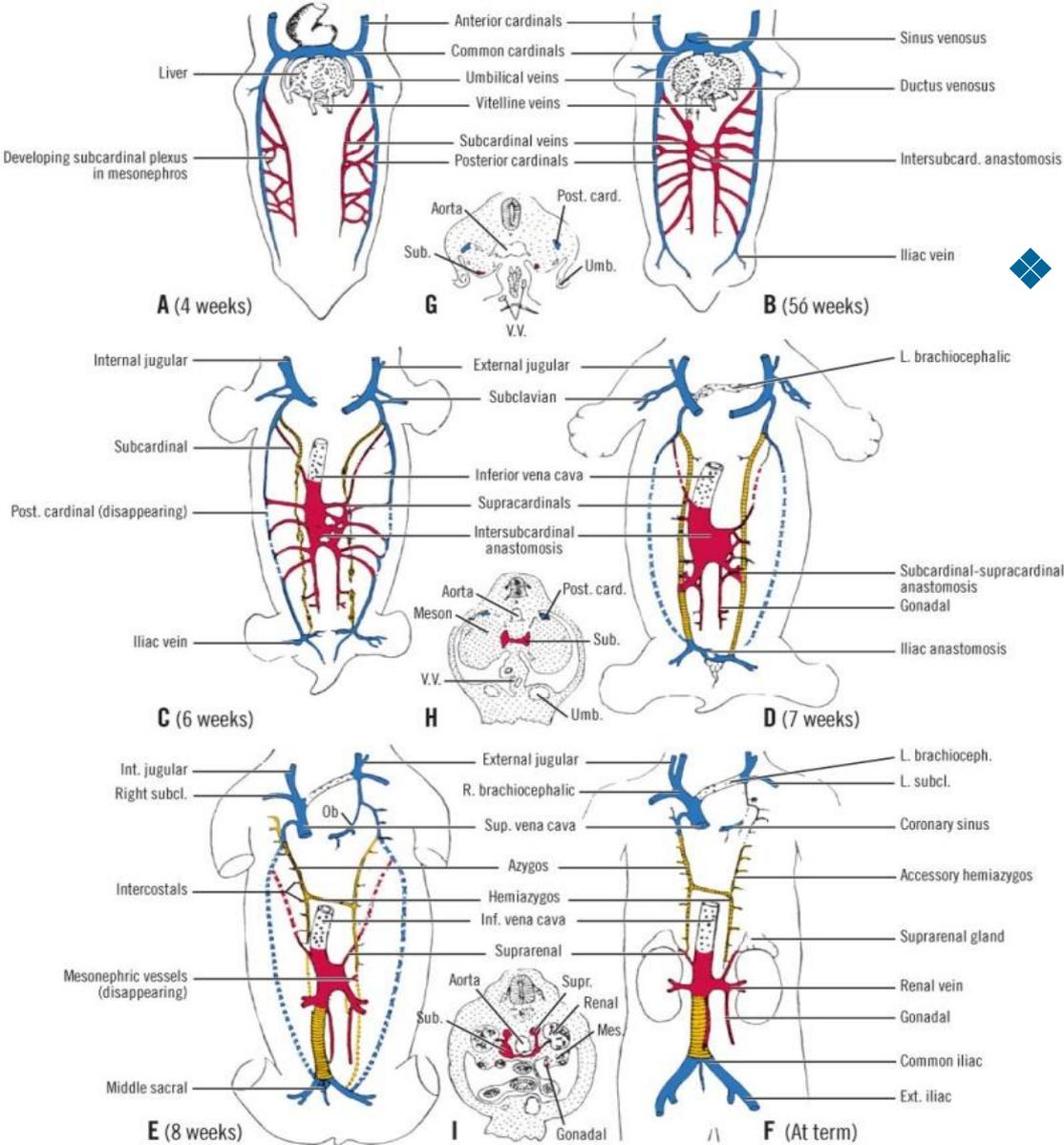
Анастомоз между передними кардинальными венами постепенно усиливается, превращаясь в vena brachiocephalica sinistra, а левая передняя кардинальная вена ниже отхождения анастомоза облитерируется.



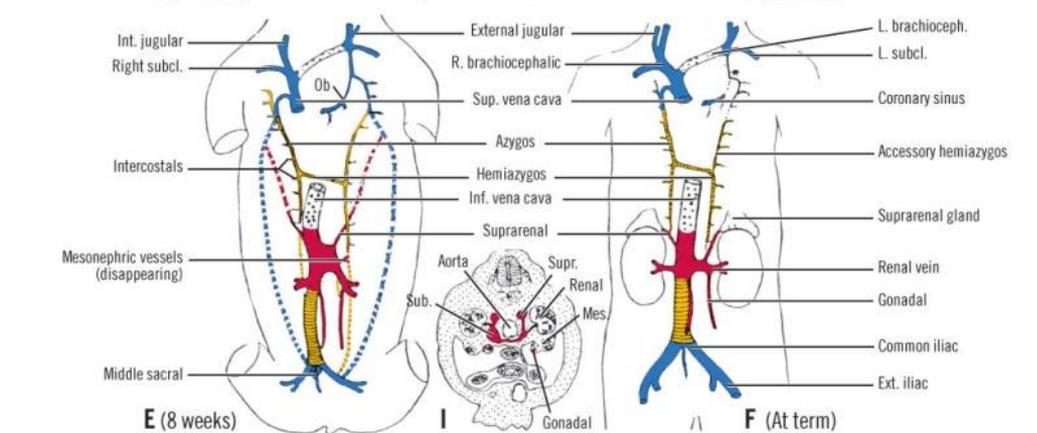
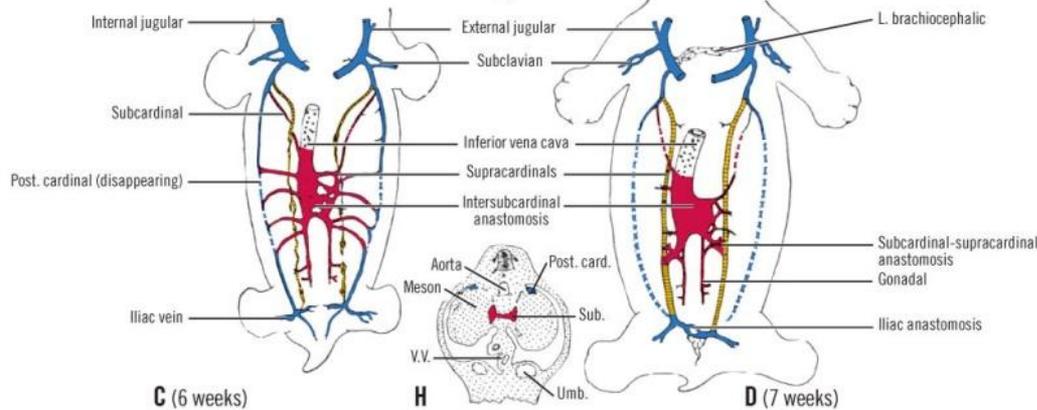
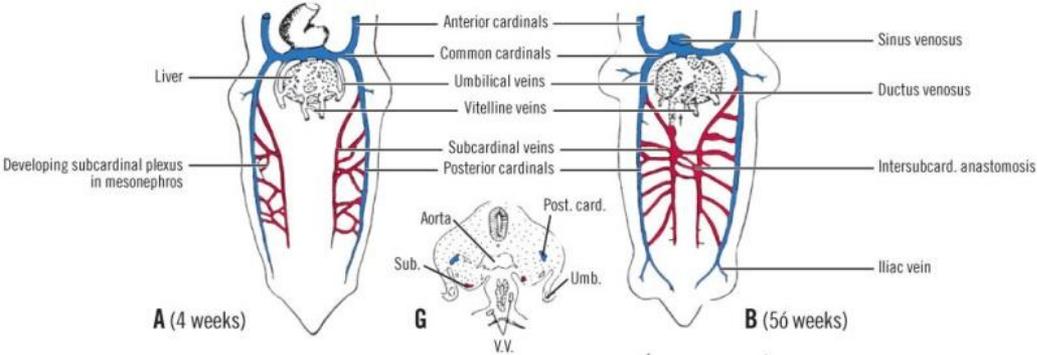
Из правой передней кардинальной вены образуются два сосуда: часть вены выше впадения анастомоза превращается в **vena brachiocephalica dextra**, а часть ниже его вместе с правой общей кардинальной веной преобразуется в **верхнюю полую вену**, собирающую, таким образом, кровь из всей краниальной половины тела. При недоразвитии описанного анастомоза возможна аномалия развития в виде двух верхних полых вен.



Образование **нижней полой вены** связано с появлением **анастомозов** между **нижними кардинальными венами**. Один **анастомоз**, расположенный в **подвздошной области (4)**, отводит кровь из **левой нижней конечности** в **правую заднюю кардинальную вену**; вследствие этого отрезок **левой задней кардинальной вены**, расположенный **выше анастомоза**, **редуцируется**, а **сам анастомоз превращается в левую общую подвздошную вену**.

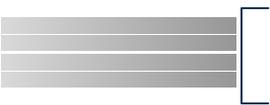


Правая задняя кардинальная вена на участке до впадения левой общей подвздошной преобразуется в правую общую подвздошную вену, а на протяжении от места слияния обеих подвздошных вен до впадения почечных вен развивается вторичную нижнюю полую вену.



Copyright ©2006 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Остальная часть вторичной нижней полой вены образуется из впадающей в сердце непарной первичной нижней полой вены, которая соединяется с правой нижней кардинальной венной в месте впадения почечных вен (здесь имеется 2-й анастомоз между кардинальными венами, который отводит кровь из левой почки). Таким образом, окончательно сформировавшаяся нижняя полая вена складывается из 2 частей: из правой задней кардинальной вены (до впадения почечных вен) и из первичной нижней полой вены (после ее впадения).



Left innominate

Right innominate

Superior vena cava
Azygos vein

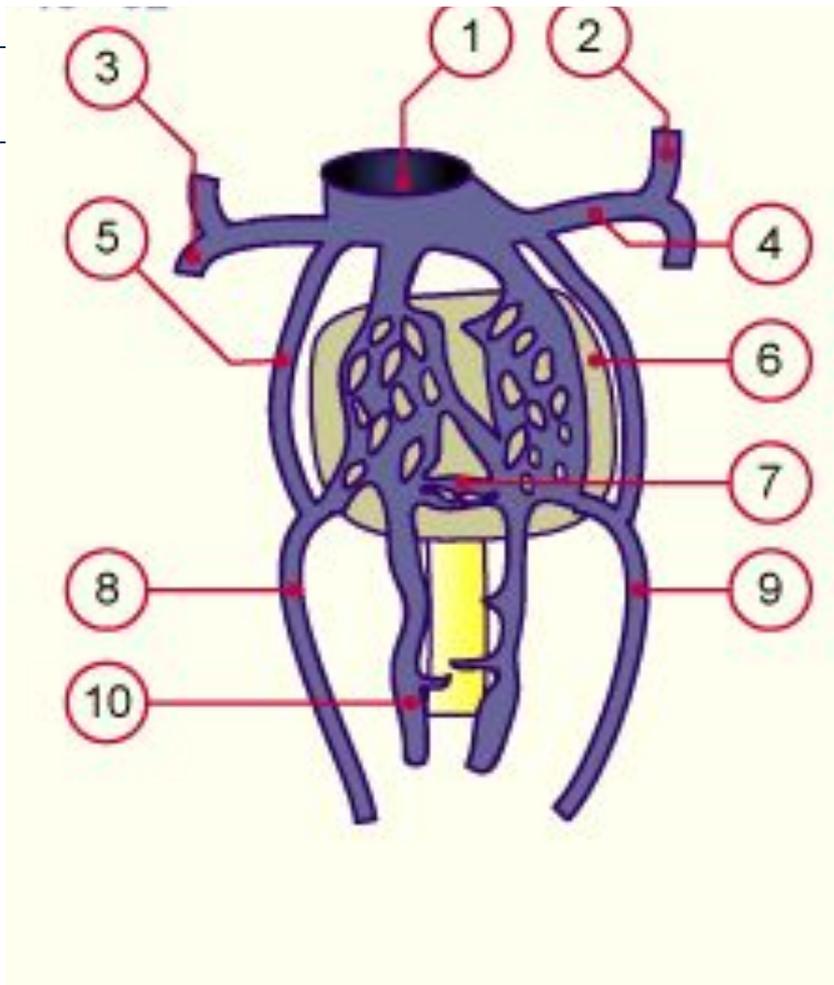
Prerenal part of inferior vena cava

Internal jugular
External jugular
Subclavian
Highest left intercostal
Ligament of left vena cava
Oblique vein of left atrium
Coronary sinus
Accessory hemiazygos vein

Hemiazygos vein
Left suprarenal
Left renal
Left internal spermatic

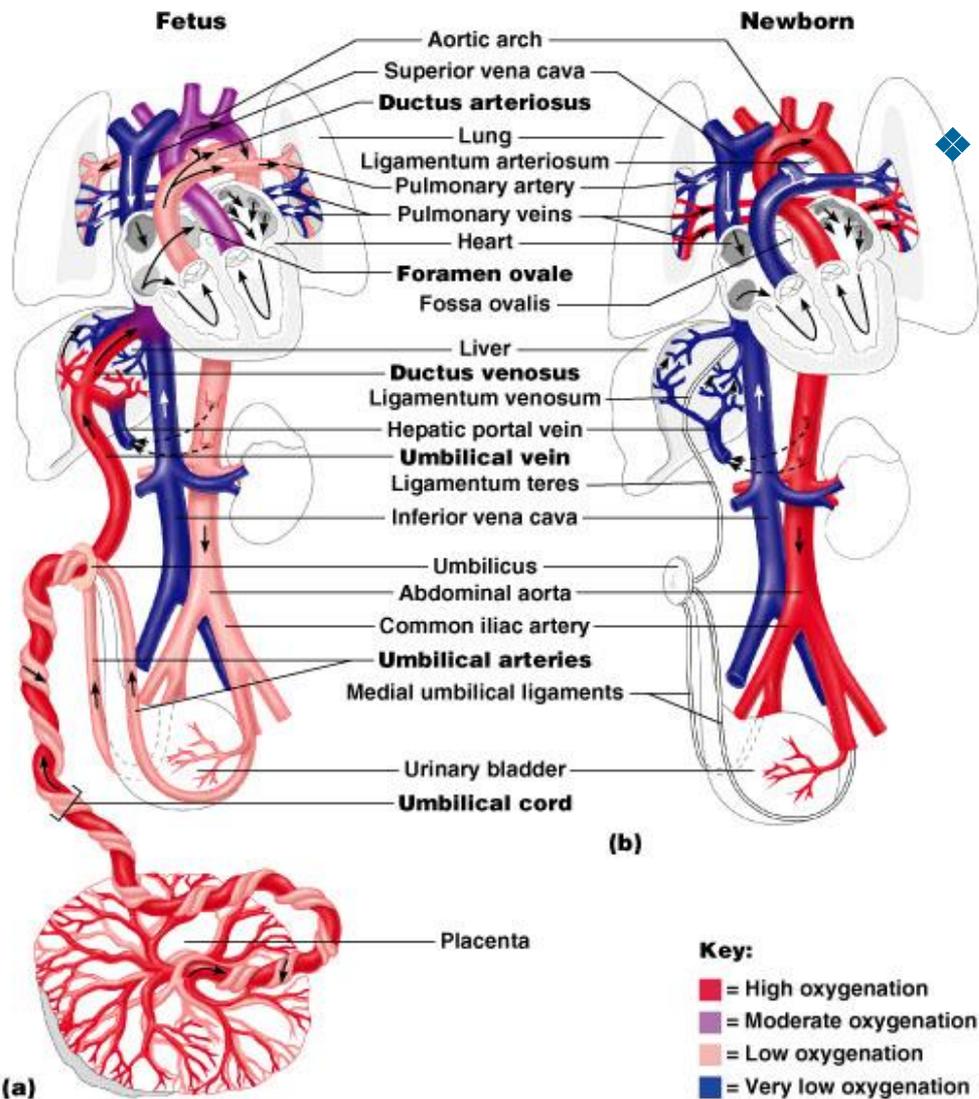
Left common iliac
External iliac
Hypogastric

Так как по **нижней полой вене** кровь отводится в сердце от всей каудальной половины тела, то значение **задних кардинальных вен** ослабеваает, они отстают в развитии и превращаются в **v. azygos** (правая задняя кардинальная вена) и в **v. hemiazygos** и **v. hemiazygos accessoria** (левая задняя кардинальная вена). **V. hemiazygos** впадает в **v. azygos** через **3-й анастомоз**, развивающийся в грудной области между бывшими задними кардинальными венами.



Воротная вена образуется в связи с превращением желточных вен, по которым кровь из желточного мешка приходит в печень. Правая *v. omphalomesentericae* на пространстве от впадения в них брыжеечной вены до ворот печени превращаются в воротную вену.

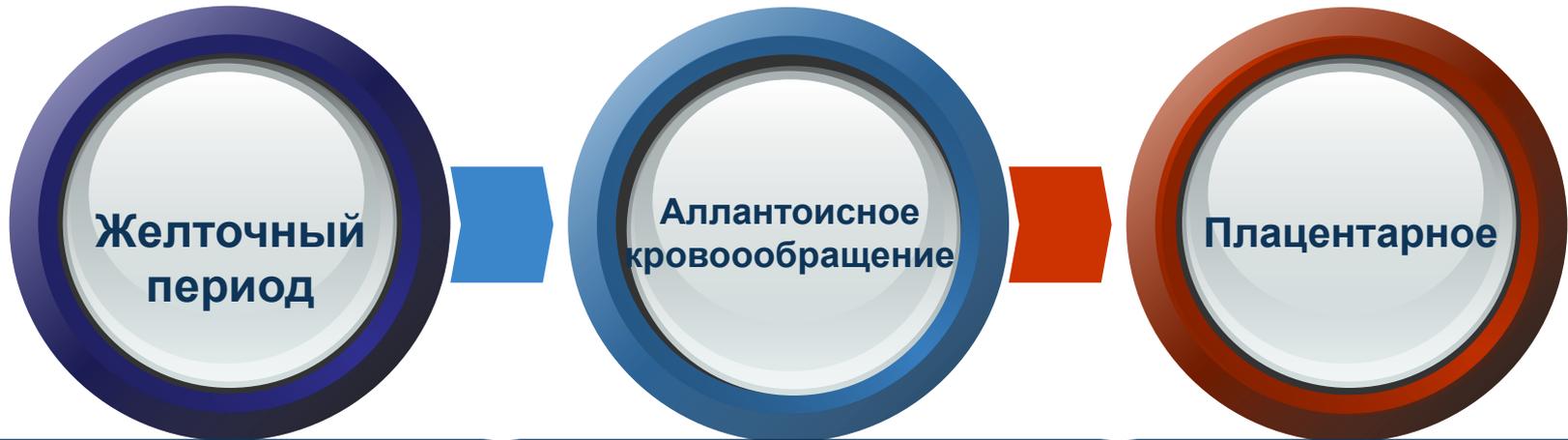
- 1) венозный синус; 2) верхняя кардинальна вена; 3) нижняя кардинальна вены; 4) левая обща кардинальная вена; 5) права пупочная вена печени; 6) печень; 7) анастомоз между левой и правой *omphalomesenteric* венами; 8) правая пупочная вена (передпеченочная часть); 9) левая пупочная вена; 10) правая *omphalomesenteric* вена; 11) пупочная вена (непарна);



При образовании **плацентарного кровообращения** появляющиеся пупочные вены вступают в непосредственное сообщение с **воротной веной**, а именно: **левая пупочная вена** открывается в левую ветвь воротной вены и таким образом несет кровь из плаценты в печень, а **правая пупочная вена облитерируется**. Часть крови, однако, идет, помимо печени, через анастомоз между левой ветвью воротной вены и конечным отрезком правой печеночной вены. Этот образовавшийся уже ранее **анастомоз** вместе с ростом зародыша, а следовательно, и увеличением крови, проходящей через пупочную вену, значительно расширяется и превращается в **ductus venosus**. После рождения он облитерируется в **lig. venosum**.

Кровообращение плода

В период внутриутробного развития кровообращение плода проходит три последовательные стадии: желточное, аллантаоисное и плацентарное.



Желточный
период

Аллантаоисное
кровообращение

Плацентарное

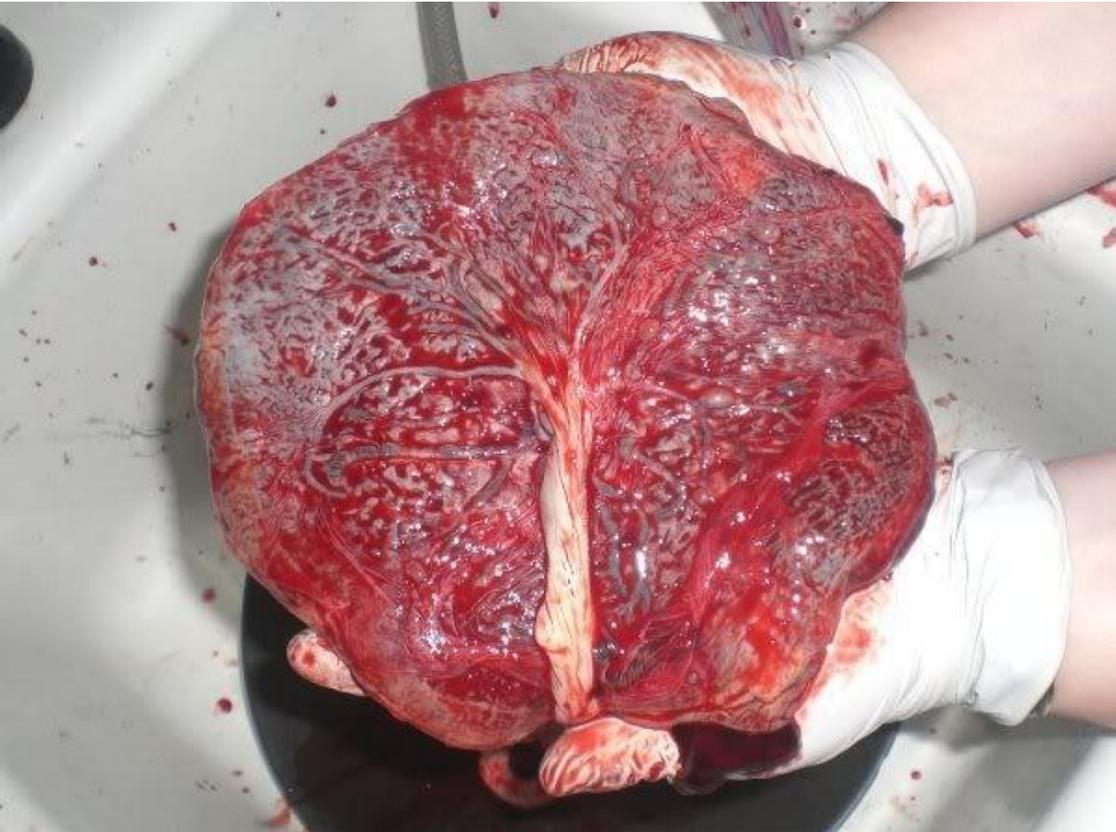
у человека очень короткий — от момента имплантации до 2-й недели жизни зародыша. Кислород и питательные вещества поступают к зародышу непосредственно через клетки трофобласта, которые в этот период эмбриогенеза еще не имеют сосудов. Значительная часть питательных веществ скапливается в желточном мешке, который имеет также собственные скудные запасы питательных веществ. Из желточного мешка кислород и необходимые питательные вещества по первичным кровеносным сосудам поступают к зародышу. Так осуществляется желточное кровообращение, присущее самым ранним этапам онтогенетического развития.

начинает функционировать приблизительно с конца 8-й недели беременности и продолжается в течение 8 нед, т.е. до 15—16-й недели беременности. Аллантаоис, представляющий собой выпячивание первичной кишки, постепенно подрастает к бессосудистому трофобласту, неся вместе с собой фетальные сосуды. При соприкосновении аллантаоиса с трофобластом фетальные сосуды врастают в бессосудистые ворсины трофобласта, и хорион становится сосудистым. Установление аллантаоидного кровообращения является качественно новой ступенью внутриутробного развития эмбриона, поскольку оно дает возможность более широкого транспорта кислорода и необходимых питательных веществ от матери к плоду.

Оно начинается на 3—4-м месяце беременности и достигает расцвета в конце беременности. Формирование плацентарного кровообращения сопровождается развитием плода и всех функций плаценты (дыхательной, выделительной, транспортной, обменной, барьерной, эндокринной и др.). Именно при гемохориальном типе плацентации возможен наиболее полный и адекватный обмен между организмами матери и плода, а также осуществление адаптационных реакций системы мать—плод.

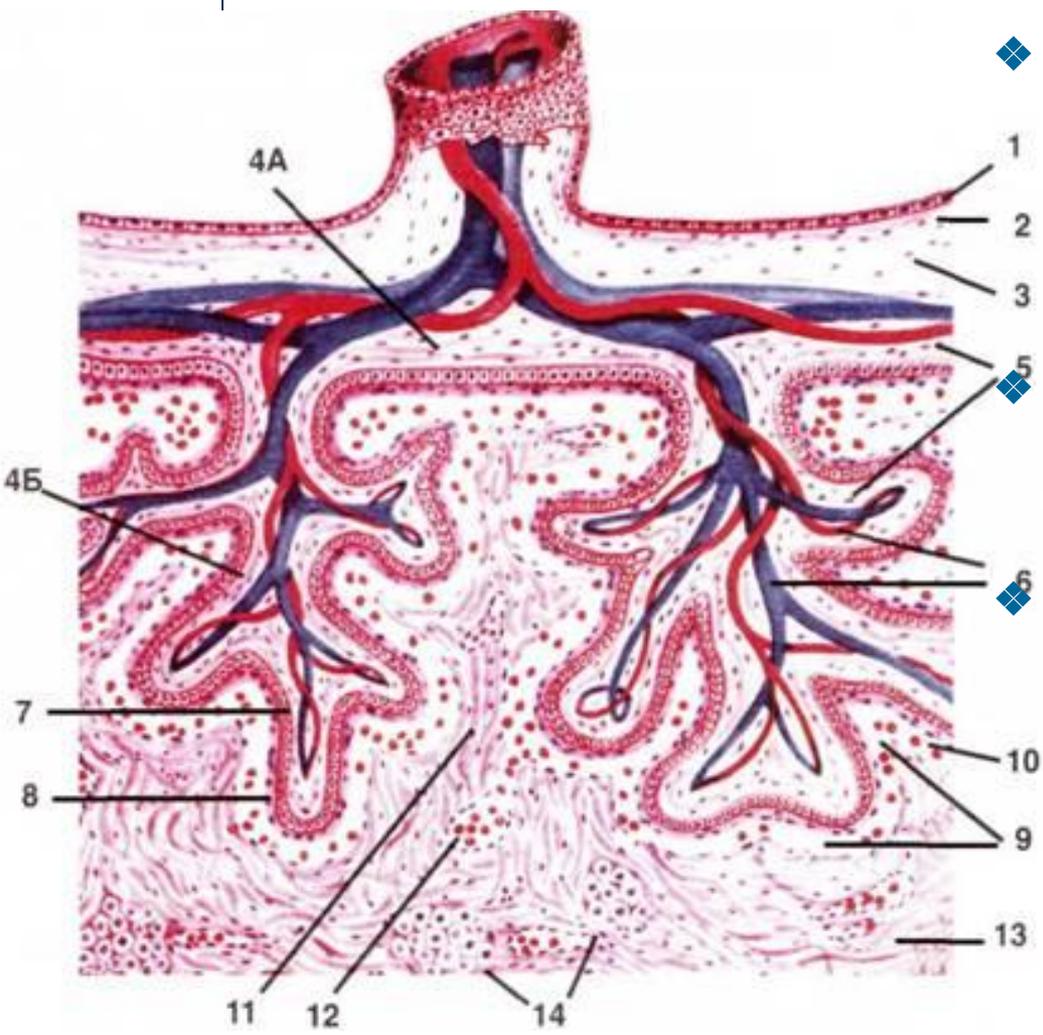


- ❖ В **антенатальном** периоде нормальные темпы становления зародившегося организма происходят в тесной связи с материнским в рамках **единой функциональной системы мать - плацента - плод**

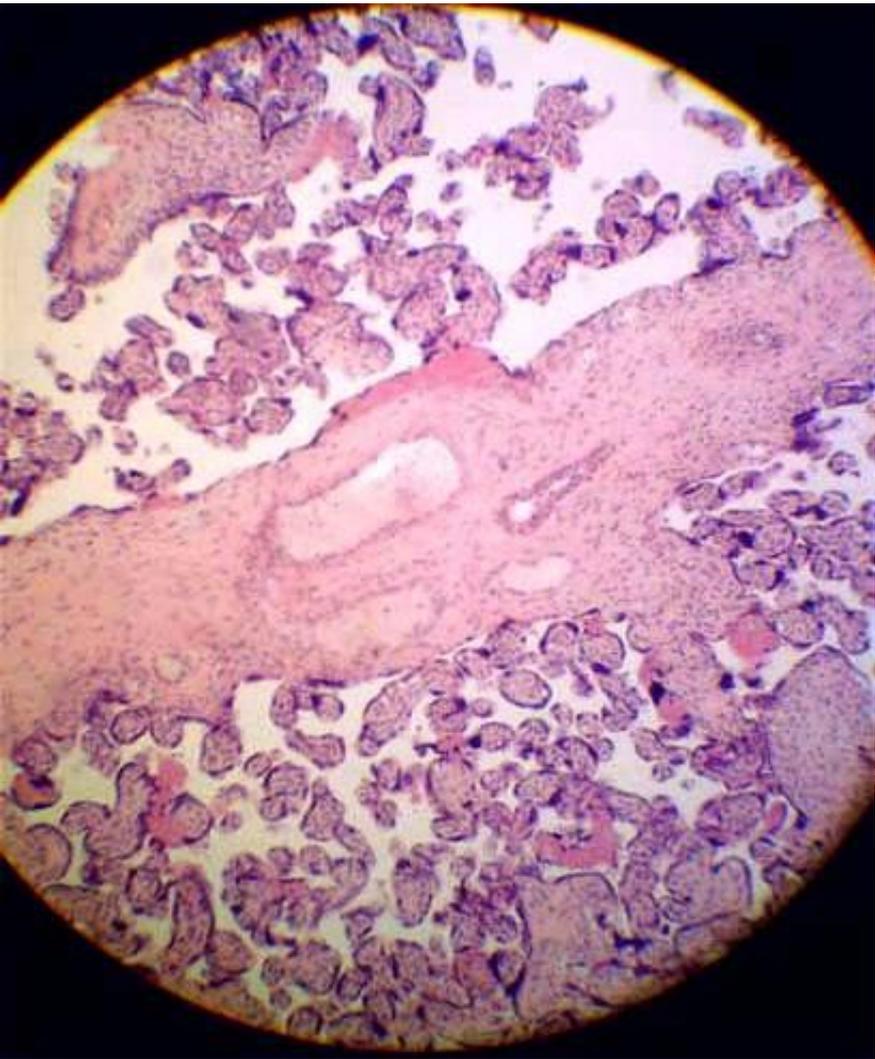


Плацента известна еще с древних времен, но с 1559 года Реальдус Колумбус предложил использовать термин «плацента». В основе прикрепления (плацентации), лежит погружение вторичных ворсинок хориона в стенку матки. В результате и образуется особый орган - плацента, имеющая зародышевую часть

(ворсинки хориона) и материнская часть (более или менее измененная стенка матки). Плацента человека относится к гемохориальному типу, при котором осуществляется наиболее тесная вязь между кровью матери и плода. Плацента чрезвычайно своеобразный и в некоторых отношениях поистине уникальный орган. Его основные свойства:



- ◆ 1). П. - провизорный, временный орган, существование которого ограничено внутриутробным периодом. Здесь можно отметить, через нее осуществляется питание и газообмен плода.
- ◆ 2). П.- динамический орган, который растет и развивается, в нем протекают процессы дифференцировки и созревания.
- ◆ 3). П.- пограничный орган. Он расположен на границе генетически чужеродных организмов матери и плода. В образовании данного органа принимает участие два генетически разных организма, т.е. плацента - гетерогенный орган. Другого такого органа в природе нет. Трансплантационный иммунитет и иммунологическая толерантность.



4). П.- деиннервированный орган. В нем отсутствуют лимфатические сосуды. Отсутствие иннервации делает плаценту уникальной в плане механизмов регуляции и интеграции выполняемых ею функций.

5). П. - имеет две системы кровообращения (материнскую и плодную).

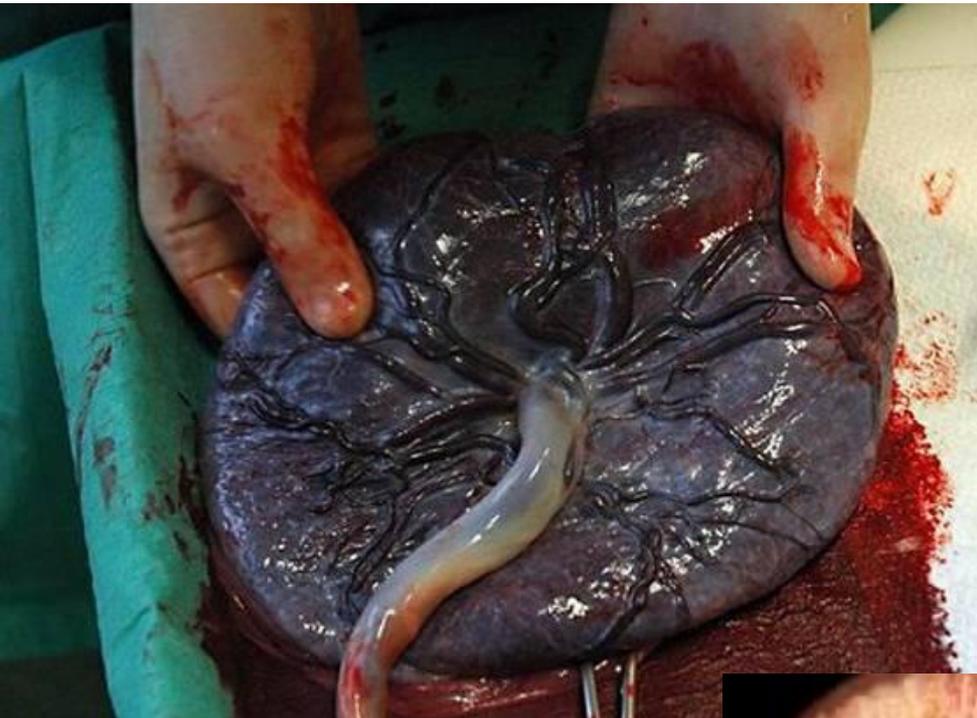
6). П.- имеет дольчатое строение. Каждая долька (плацентон) состоит из плодной части - котиледона (разветвление ворсин, производных одной стволовой ворсины, крепящейся к хориальной пластинке) и соответствующего участка с питающими данный котиледон утероплацентарными сосудами.

7). П. - гетероморфна по внутренней структуре.

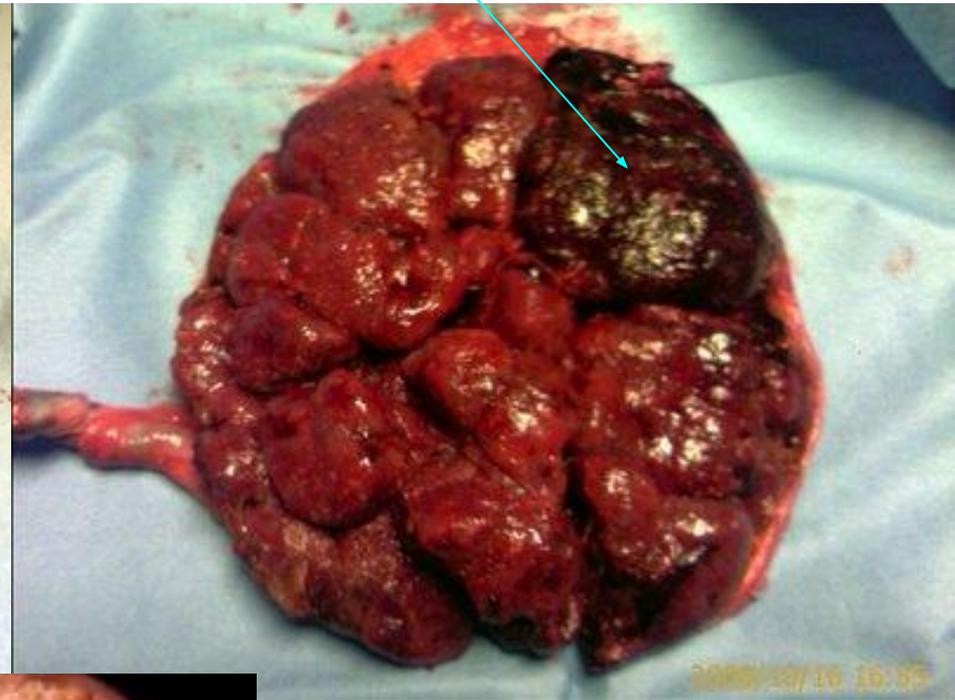
8). П.- полифункциональный орган, она выполняет транспортную, эндокринную, иммунологическую, защитную и др. функции.

Плацента

Инфаркт долики



Плодная поверхность

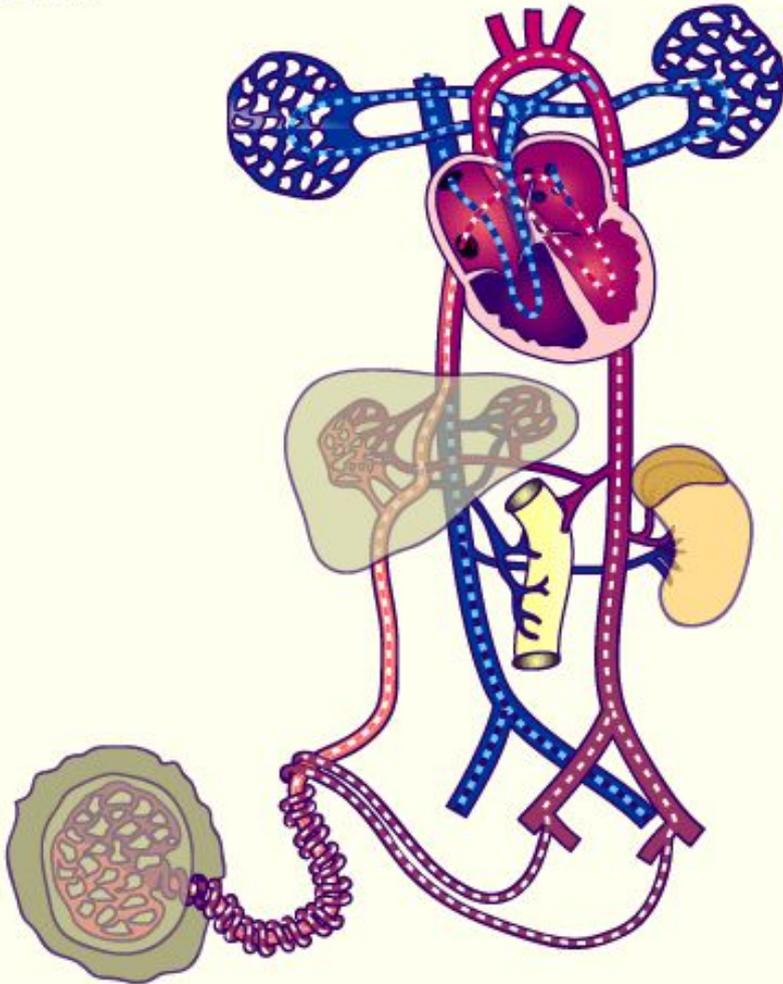


Материнская поверхность



Кровообращение плода

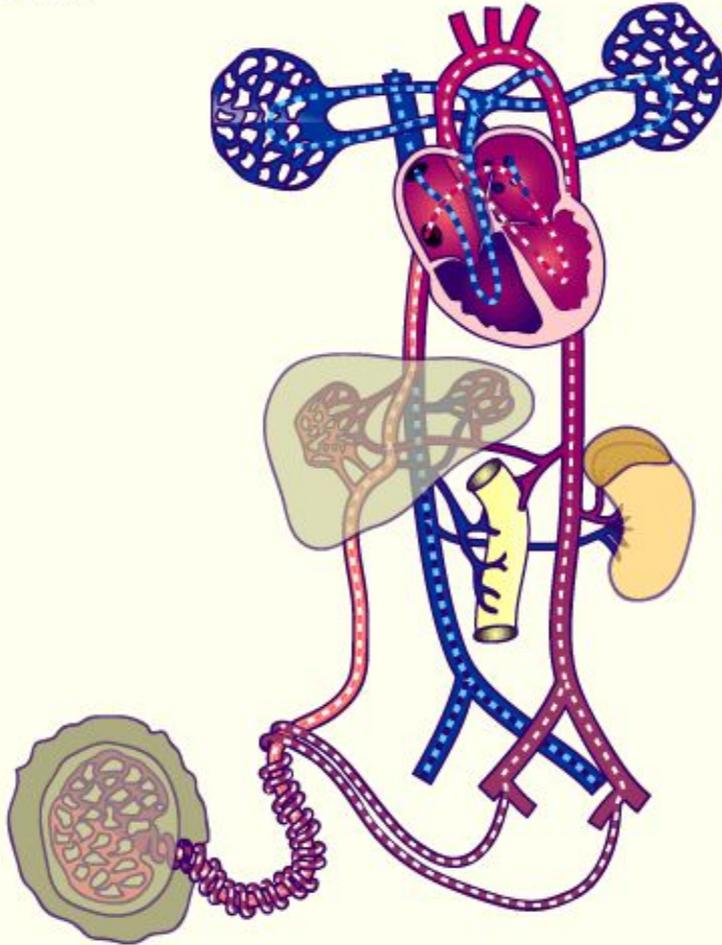
before birth



называется плацентарным кровообращением и имеет свои особенности. Они связаны с тем, что в период внутриутробного развития дыхательная называется плацентарным кровообращением и имеет свои особенности. Они связаны с тем, что в период внутриутробного развития дыхательная и пищеварительная системы полностью не функционируют и плод вынужден получать все необходимые для жизни и развития вещества с кровью матери, то есть питаться смешанной артериально-венозной кровью.

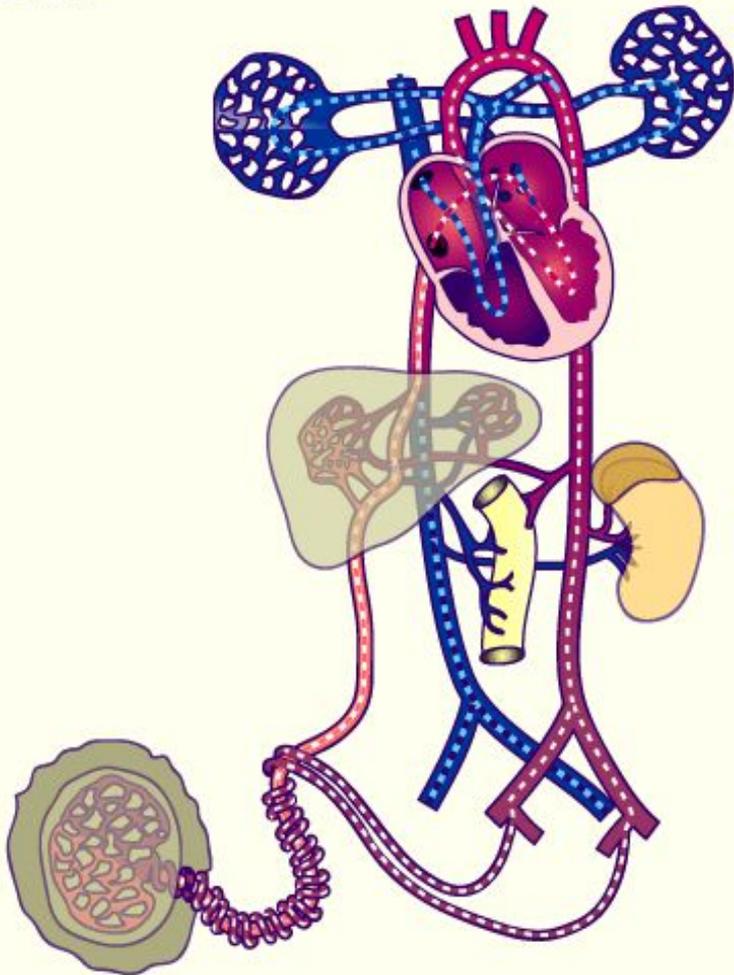
Кровообращение плода

before birth



Кровь матери поступает к плаценте (placenta), которая соединяется с пупочной веной (v. umbilicalis). Пупочная вена является частью пупочного канатика (пуповины). Попадая в тело плода, она дает две ветви, одна из которых впадает в воротную вену, другая — в венозный проток (ductus venosus), а тот, в свою очередь, — в нижнюю полую вену. Кровь из нижней части тела зародыша смешивается с артериальной кровью из плаценты и по нижней полой вене поступает в правое предсердие. Основная часть этой крови через овальное отверстие межпредсердной стенки поступает непосредственно в левое предсердие, не попадая в малый круг кровообращения, а затем направляется в левый желудочек и аорту. Меньшая часть смешанной крови через правое предсердно-желудочковое отверстие идет в правый желудочек.

before birth



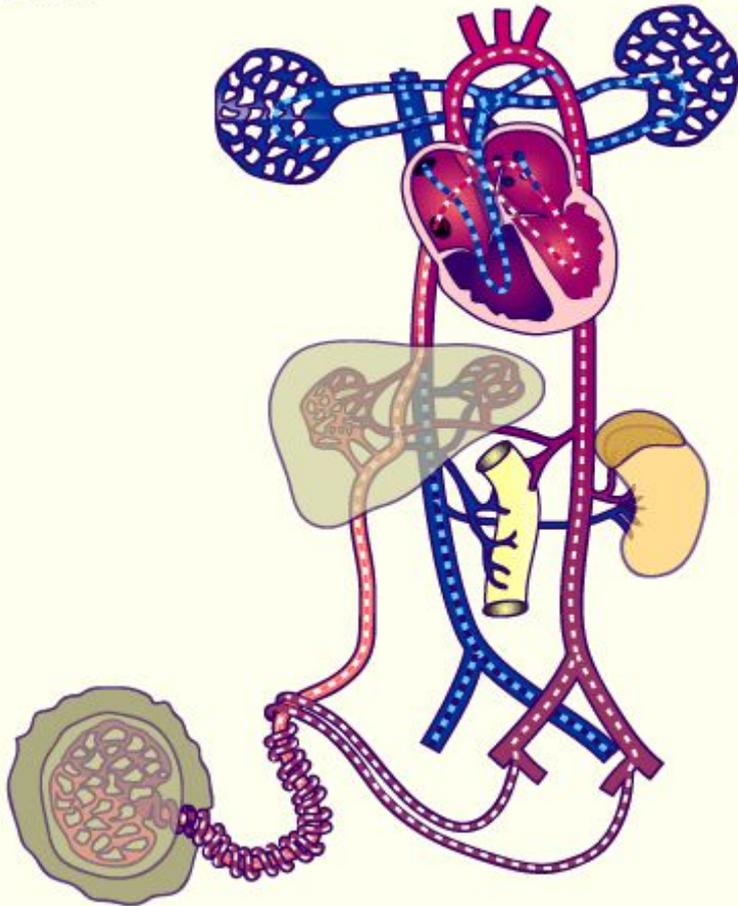
Верхняя полая вена несет только венозную кровь, собирая ее из верхней части тела зародыша и отдавая в правое предсердие. Из правого предсердия кровь поступает в правый желудочек, а оттуда — в легочный ствол. **Легочный ствол** соединяется с аортой артериальным протоком (**ductus arteriosus**), по которому кровь направляется к дуге аорты. **Артериальный проток** несет большую часть крови, поскольку легочные артерии зародыша развиты слабо. Аорта принимает смешанную кровь и отдает своим ветвям, которые распространяют ее по всему телу плода. От брюшной аорты отходят две пупочные артерии (**aa. umbilicales**), по которым часть крови из тела зародыша попадает в плаценту, где происходит ее очищение от углекислоты и продуктов обмена. **Чистая артериальная кровь по пупочной вене снова попадает в тело плода.**



В момент рождения, после перерезания пуповины, связь плода с телом матери нарушается, и после первого вдоха легкие и их сосуды расправляются, что приводит к началу функционирования малого круга кровообращения. В левой половине сердца ребенка повышается давление, пупочные вены и артерии запустевают, овальное отверстие закрывается заслонкой, в результате чего прекращается сообщение между предсердиями. Позднее овальное отверстие, венозный и артериальные протоки полностью зарастают, и устанавливается кровообращение, свойственное организму взрослого человека.

**Таким образом:
Сердечно-сосудистую систему
плода отличает
функционирование следующих
трех образований**

before birth



- ◆ а. Кровь плода обогащается кислородом в плаценте, а затем поступает в пупочные вены.
- ◆ (1) Часть оксигенированной крови питает печень и через печеночные вены поступает в нижнюю полую вену.
- ◆ (2) Другая часть устремляется в венозный проток, впадающий в нижнюю полую вену.
- ◆ б. Вместе с кровью из нижней половины тела этот поток вливается в правое предсердие.
- ◆ (1) Две трети притекающей крови шунтируется через овальное отверстие в левое предсердие, левый желудочек и восходящую аорту.
- ◆ (2) Остальная часть смешивается с венозной кровью, притекающей из верхней половины тела, и попадает в правый желудочек и легочную артерию. Менее 10% этой крови притекает к легким, а остальная часть из-за высокого легочного и низкого системного сосудистого сопротивления поступает через
- ◆ с. открытый артериальный проток в нисходящую аорту.



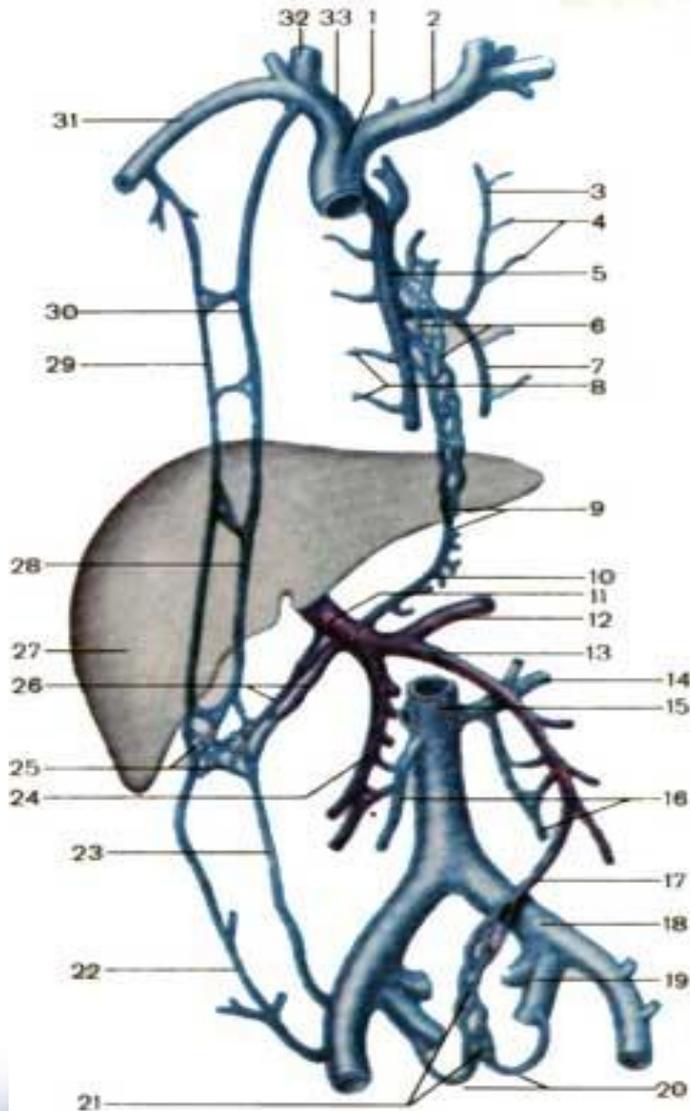
**Венозные
анастомозы**

кава-кавальные

кава-портальные

Кава-кавальные:

- ◆ **V. epigastrica superior (28), thoracoepigastrica (29) + v. epigastrica inferior (23), v. superficialis (22).**

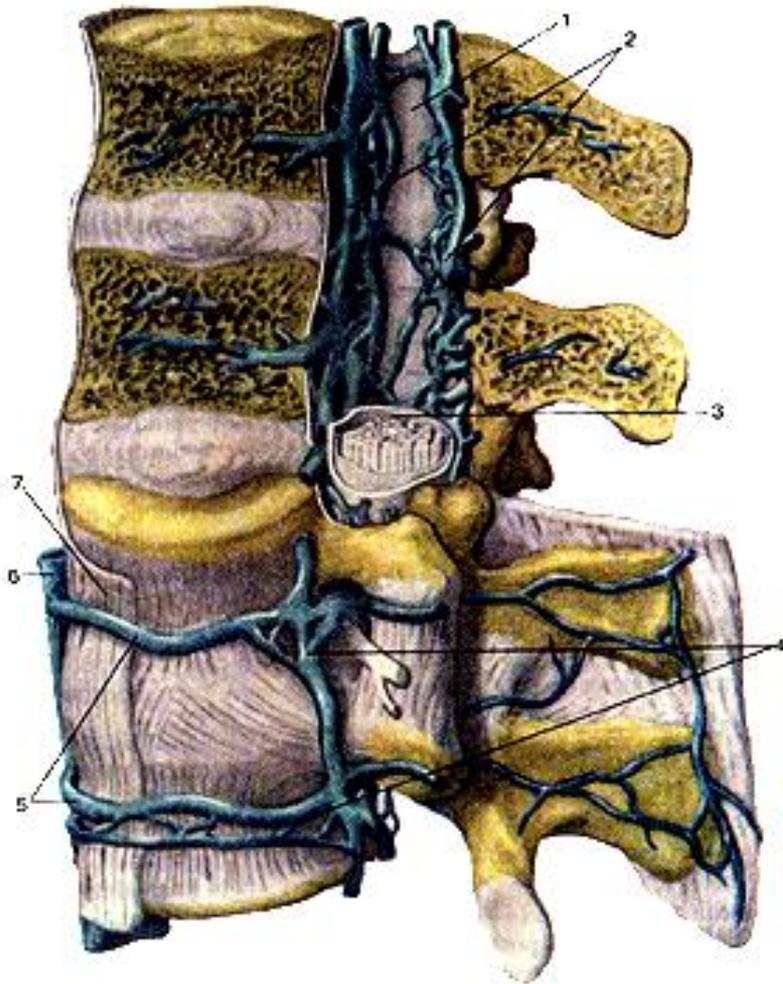




]

- ❖ **lumbales ascendens** → **V. azygos, hemiazygos, + vv.. lumbales dexter et sinister.**

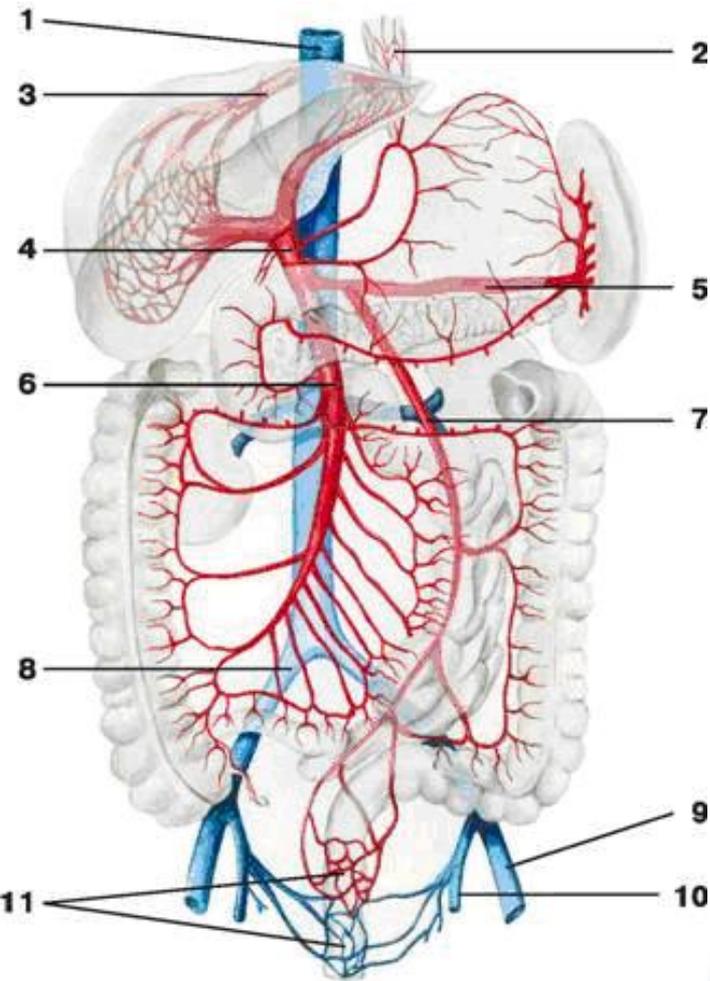
- ❖ **Rr.. spinales → vv.. intercostales + rr.. spinales → vv.. lumbales.**



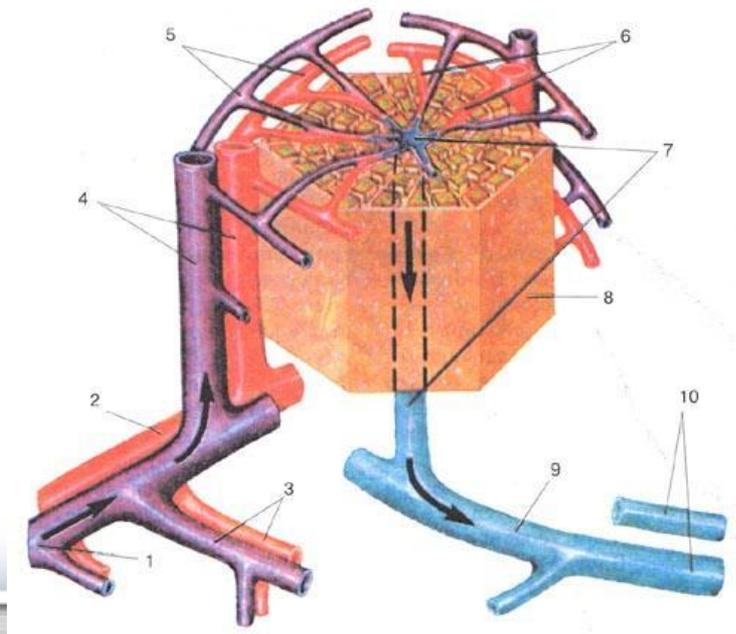
❖ **Plexus venosus
 venbraiis externus et
 plexus venosus
 venebraiis interinus →
 Rr.. spinales → vv..
 intercostales +**

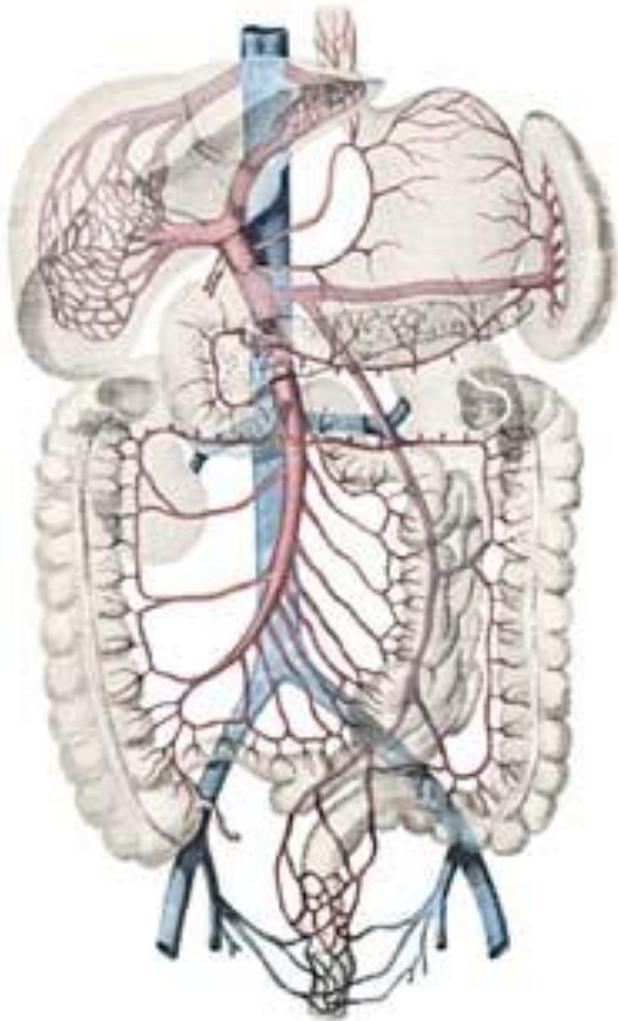
**Plexus venosus
 venbraiis externus et
 plexus venosus
 venebraiis interinus →
 rr.. spinales → vv..
 lumbales.**

Порто - кавальные

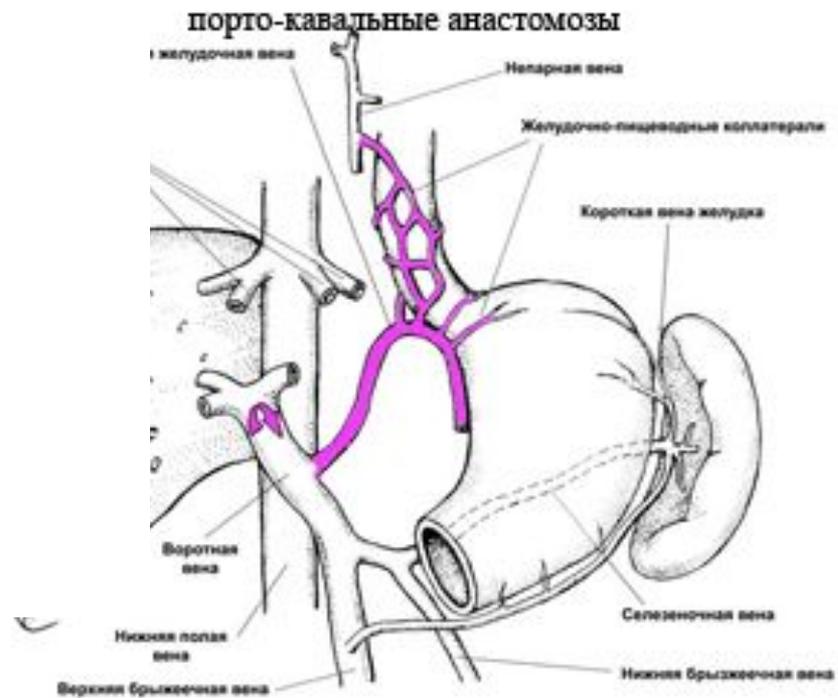


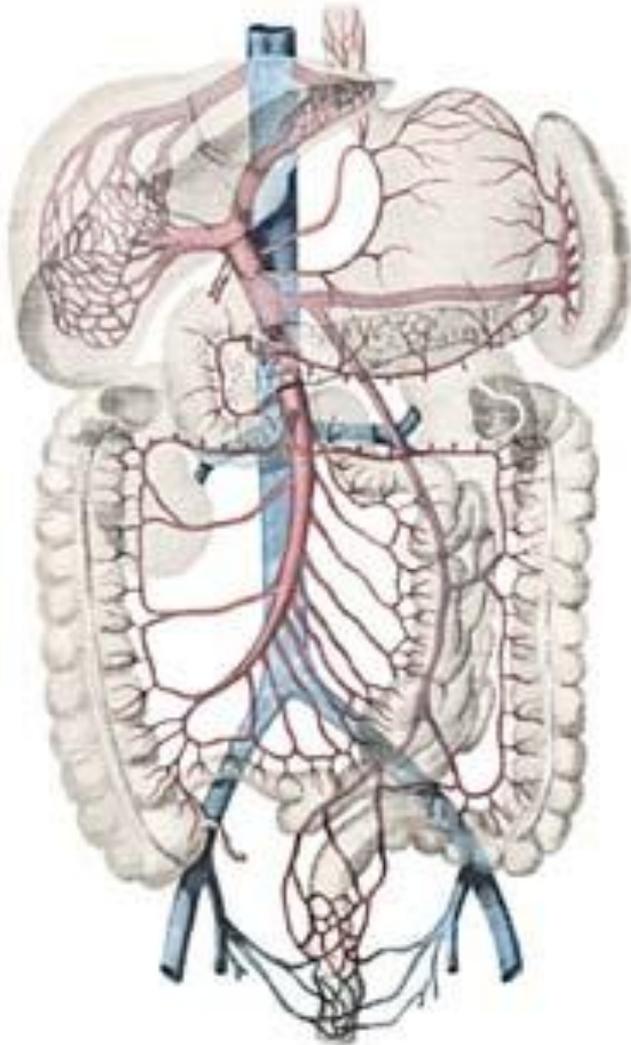
◆ **Посредством печеночной дольки: V. portae → vv. interlobulares → sinusoid → v. centralis → v. cava inferior**





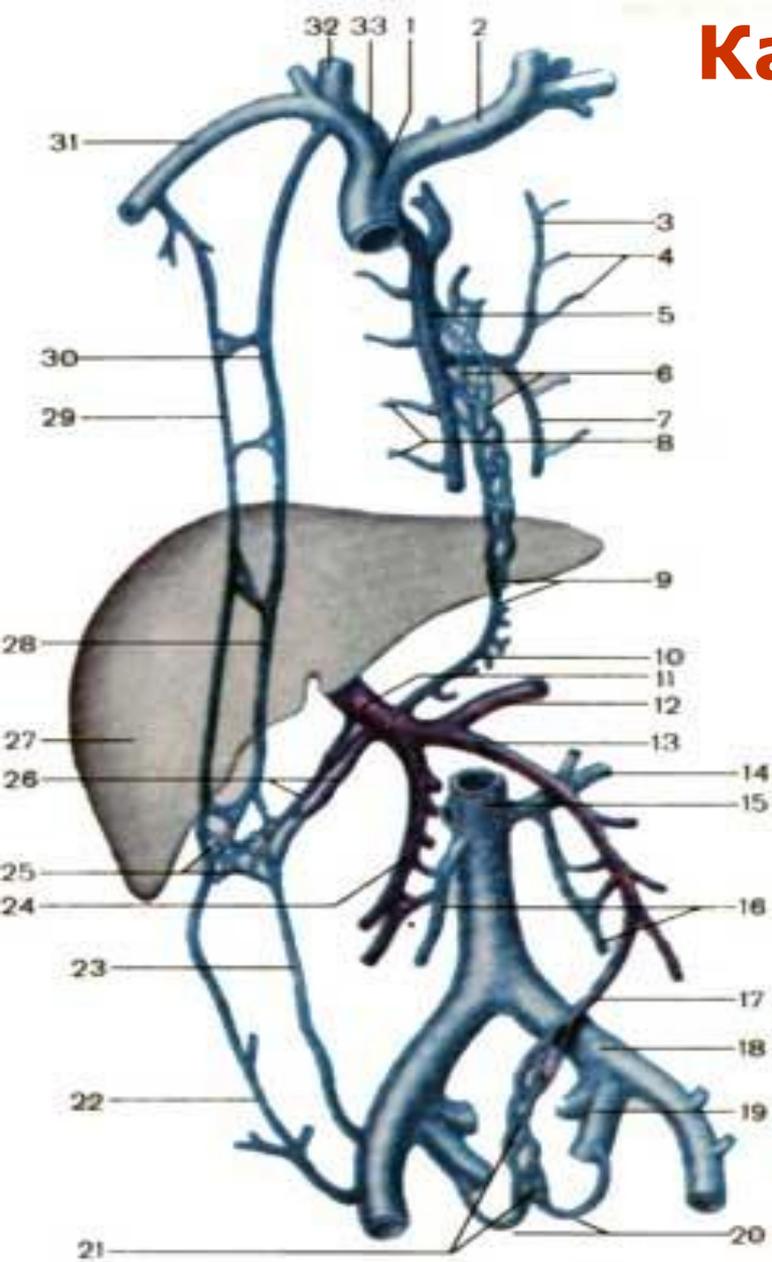
◆ Vv.. esophageus + v. gastrica sinistra.





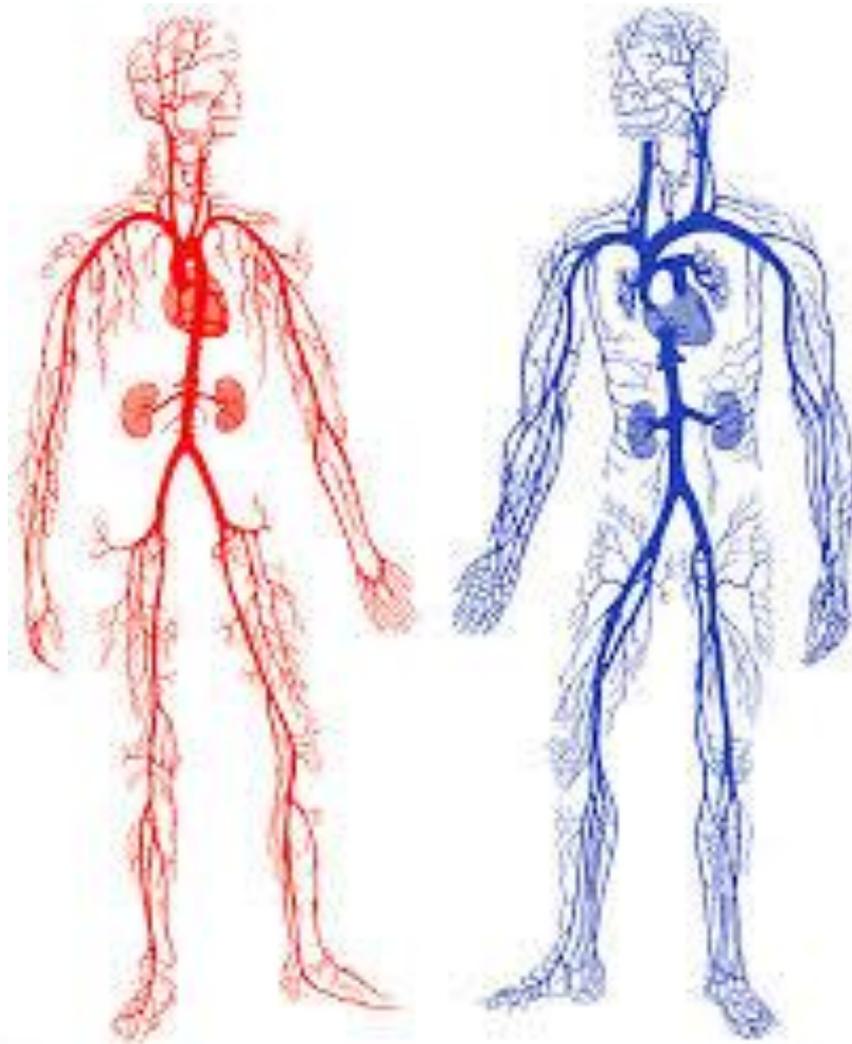
- ◆ **V. rectalis media et inferior + v. rectalis superior.**

Кава-кава-портальные:



- ❖ V. epigastrica superior + vv.. paraumbilicales.
- ❖ V. epigastrica inferior + vv.. paraumbilicales.





- Общая протяженность всех сосудов нашего тела насчитывает порядка **150 тыс. км**, а их площадь приблизительно составляет **7000 м²**, что равняется площади **10** футбольных полей. На каждый квадратный сантиметр мышечной ткани приходится от **3000** до **5000** капилляров и более. Из этих сосудов постоянно функционируют лишь **10%**, остальные "отдыхают", являясь закрытыми. Они подключаются к работе лишь во время выполнения человеком движений, связанных с очень большими физическими нагрузками.



Thank You !

