
ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО КРОВОТОКА

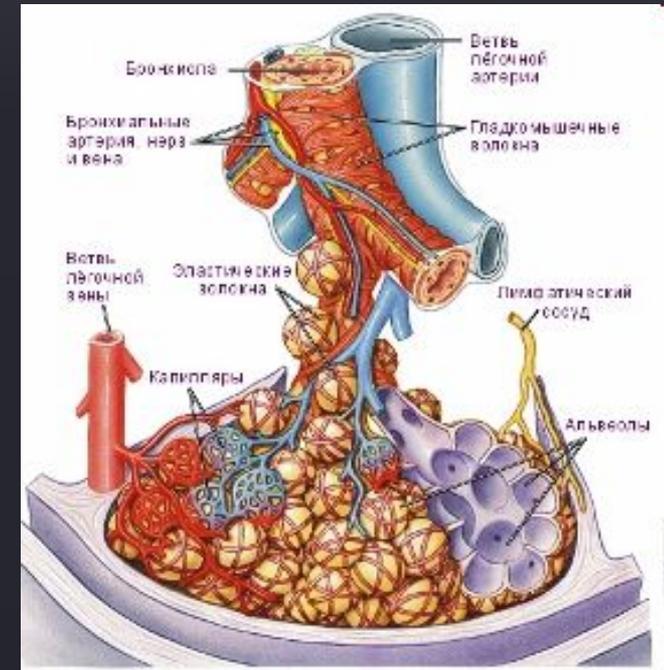
Кровообращение в легких

ОСОБЕННОСТИ:

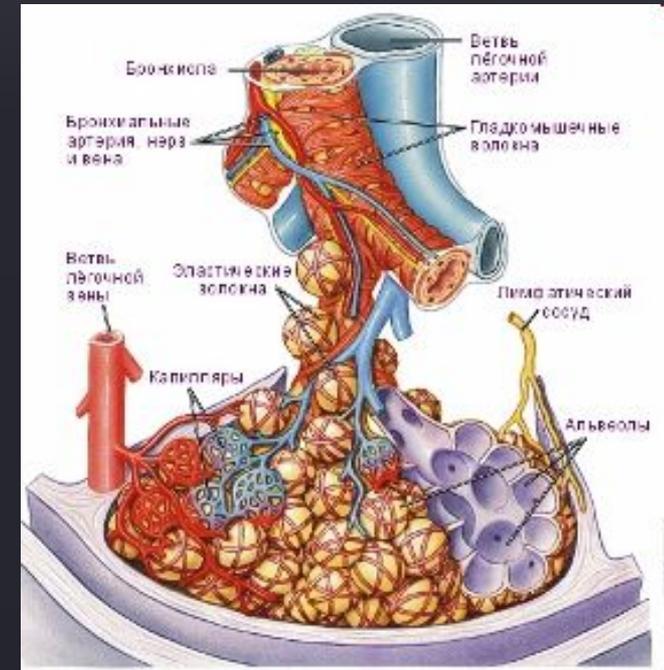
1. Легочные сосуды короче и имеют более тонкую стенку с меньшим мышечным слоем
2. У здорового человека давление в легочных сосудах относительно невелико (20 на 9 мм рт. ст., а среднее давление –13 мм рт.ст.)
3. Градиенты давления между артериями и капиллярами (6 мм рт. ст.) и между капиллярами и венами (1 мм рт.ст.) значительно ниже, чем в соответствующих отделах системного кровообращения.
4. В связи с этим сопротивление в легочных сосудах также невелико – оно примерно в 10 раз меньше общего периферического сопротивления.
5. Скорость распространения пульсовой волны в крупных легочных артериях составляет всего 1–2 м/с в связи с их относительно высокой растяжимостью.
6. Интенсивность кровообращения зависит от фазы дыхательного цикла: уменьшение на выдохе и увеличение на вдохе.

ОСОБЕННОСТИ КАПИЛЛЯРОВ МАЛОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ:

1. Капилляры малого круга кровообращения короче и шире по сравнению с капиллярами большого круга.
2. В этих капиллярах меньше сопротивление току крови, поэтому правый желудочек во время систолы развивает меньшую силу.
3. Сила правого желудочка создает меньшее давление в легочных артериях и, следовательно, в капиллярах малого круга.



4. В капиллярах малого круга практически нет перепада давления между артериальной и венозной частями капилляра.
5. В капиллярах малого круга не происходит обмена жидкости и растворенных в ней веществ с окружающими тканями.
6. В легочных капиллярах осуществляется только газообмен.



РЕГУЛЯЦИЯ ЛЕГОЧНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

1. Нервная регуляция легочного кровотока (ВНС)
2. Возбуждение барорецепторов каротидного синуса приводит к расслаблению легочных сосудов, а при раздражении хеморецепторов каротидных телец в результате гипоксии легочные сосуды суживаются.
3. Местная регуляция легочного кровотока. При снижении PO_2 (ниже 80%) или повышении PCO_2 возникает местное сужение сосудов легких (гипоксическая вазоконстрикция: ↓ кислород – блокируются K^+ -каналы – деполяризация – вход Ca^{++} – сокращение гладких мышц сосудов).
4. Адреналин, норадреналин, гистамин вызывают сужение легочных сосудов.

ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОГО КРОВотоКА

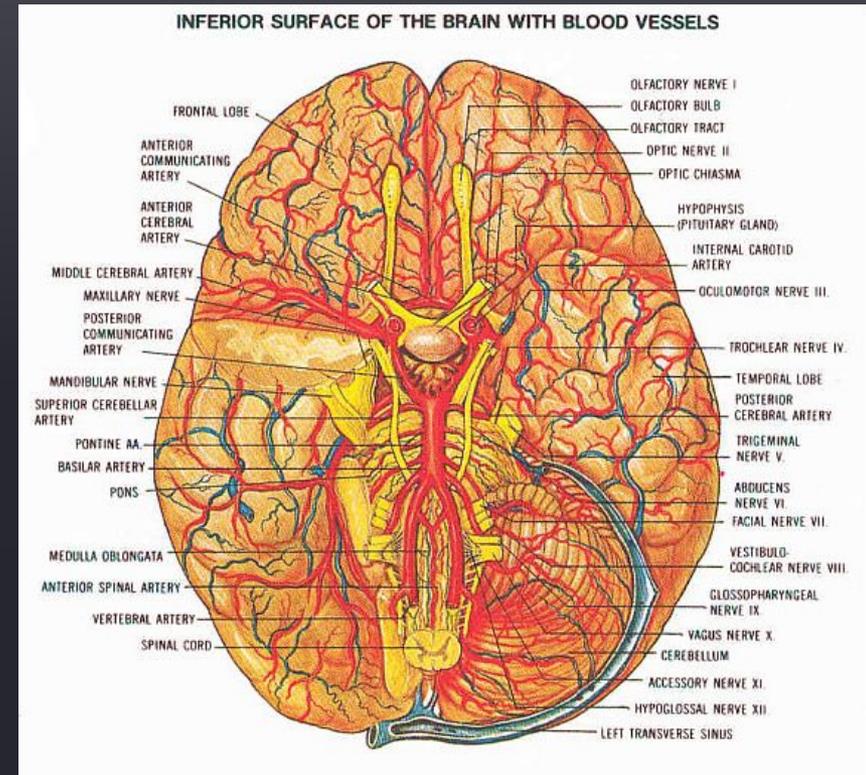
На головной мозг приходится 20% сердечного выброса

В среднем мозговой кровотока составляет 50–60 мл/100 г/мин.

Мозг потребляет 35 – 45 мл/100 г/мин кислорода и 115 г глюкозы в сутки.

Объем крови практически постоянен и составляет 75 мл.

Критическое значение мозгового кровотока, при котором в мозгу наступают необратимые изменения, - 18-20 мл/100 г/мин.



МОЗГОВЫЕ АРТЕРИИ – АРТЕРИИ МЫШЕЧНОГО ТИПА

Особенности их строения:

Значительно меньшая толщина стенок при более мощном развитии внутренней эластической мембраны, чем в артериях др. органов;

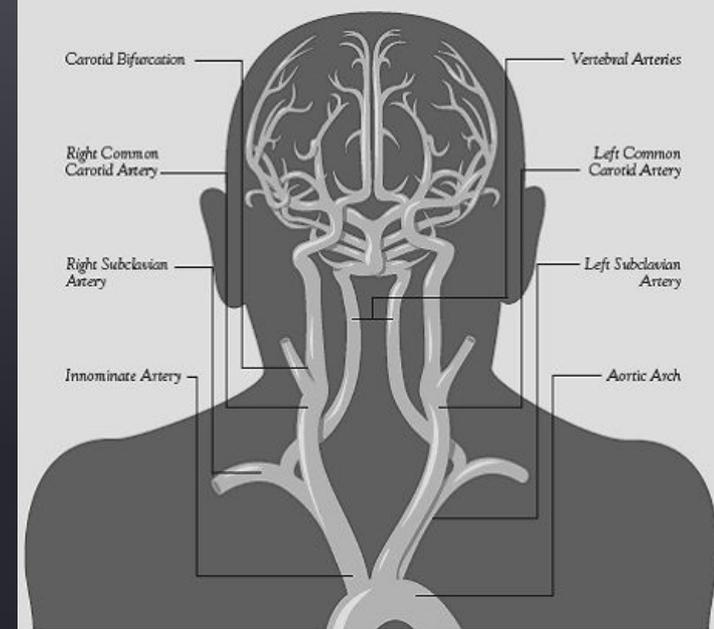
Наличие в области развилки артерий своеобразных мышечно-эластических образований – подушек ветвления, участвующих в регуляции мозгового кровообращения.



ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ:

1. Мозговые артерии имеют хорошо выраженную адренэргическую иннервацию.
2. Между артериолами и венулами нет артерио-венозных анастомозов.
3. Количество капилляров зависит от интенсивности метаболизма, поэтому в сером веществе капилляров значительно больше, чем в белом.
4. Капилляры находятся в открытом состоянии.
5. Кровь, оттекающая от мозга, поступает в вены, которые образуют синусы в твердой мозговой оболочке.
6. Вены имеют очень тонкую стенку, без мышечного слоя и эластических волокон.
7. Венозная система мозга, в отличие от других органов и тканей, не выполняет емкостной функции.

РЕГУЛЯЦИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ



Выделяют 4 регуляторных контура:

1. нейрогенный - вегетативная регуляция
2. метаболический - гуморальная регуляция
3. физический - регуляция в зависимости от уровня внутричерепного давления
4. миогенный - регуляция в зависимости от степени растяжения сосудов

NO И ЕГО ИСТОЧНИКИ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

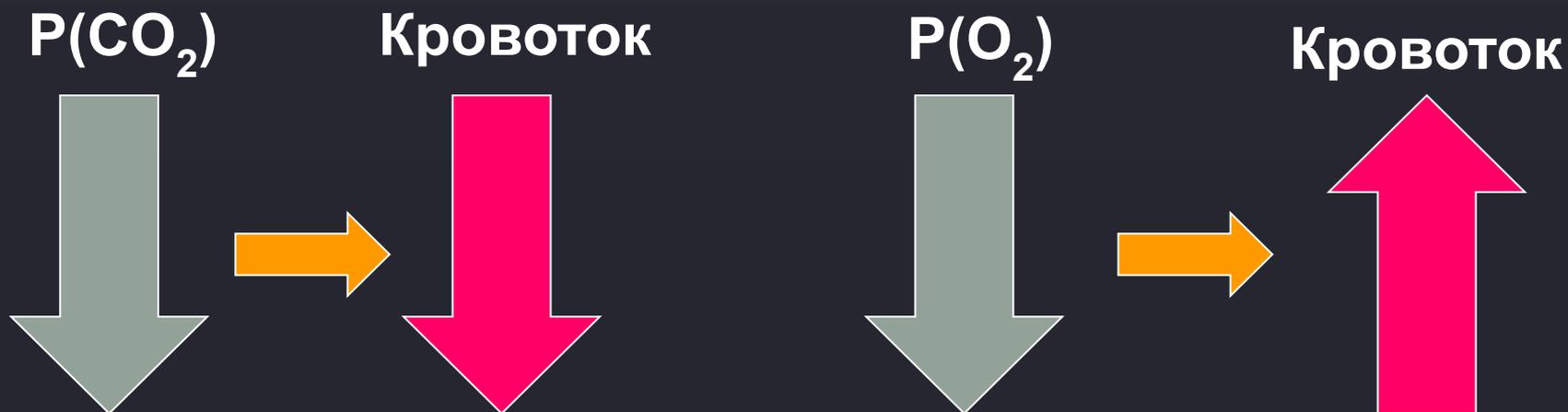
NO синтезируется NO-синтазой из L-Аргинина в клетках эндотелия. Существуют нейроны, способные синтезировать NO.

Обнаружены клетки глии, синтезирующие NO.

В полушариях головного мозга NO-синтаза обнаружена в 1% нейронов, локализованных в областях, связанных с обонянием и зрением.

В сером веществе описаны два сплетения нервных волокон, содержащих NO-синтазу - поверхностное и глубокое. В телах и окончаниях клеток этих сплетений накапливается NO.

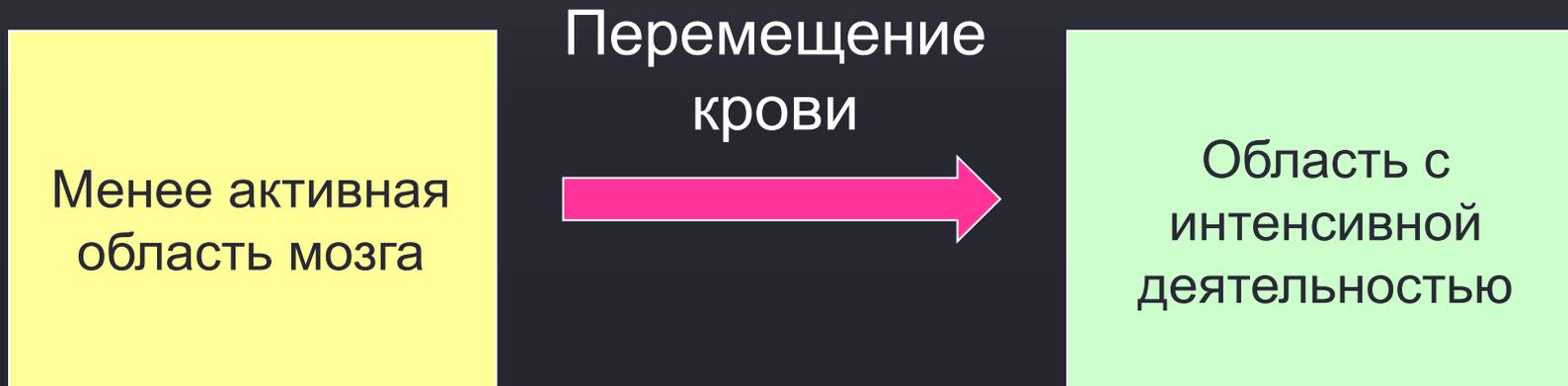
ИЗМЕНЕНИЕ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПРИ СДВИГАХ ГАЗОВОГО СОСТАВА КРОВИ



При изменении $P(\text{CO}_2)$ на 1 мм рт.ст. мозговой кровоток изменяется на 2 мл/100 г в мин (на 3-4%).

Суммарный мозговой кровоток начинает возрастать лишь при падении $P(\text{O}_2)$ ниже 30 мм рт.ст., а уменьшаться при росте содержания O_2 в окружающей организм среде более чем в 2-3 раза.

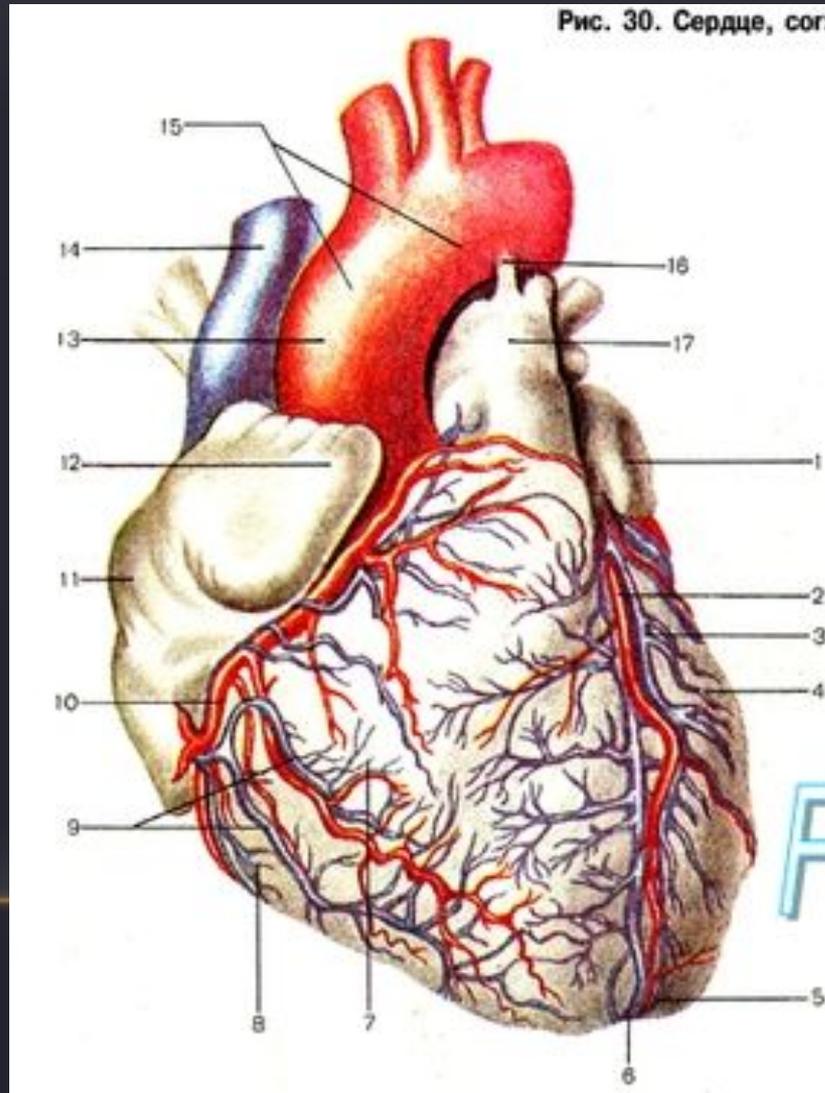
ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГИПЕРЕМИЯ



Перемещение происходит на фоне стабильного или, реже, несколько увеличенного кровотока в мозге в целом.

В зависимости от уровня функциональной активности нервной ткани ее кровоснабжение может изменяться в пределах от 30 до 180 мл/100г. в мин.

КОРОНАРНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ



В условиях покоя сердечный кровоток равен примерно 0,8–0,9 мл • г /мин, что для сердца массой примерно 300 г составляет около 250 мл/мин, или 4% общего сердечного выброса.

При максимальной нагрузке коронарный кровоток может возрасти в четыре–пять раз, т.е. до 1250 мл/мин.

На скорость коронарного кровотока влияют давление в аорте, частота сокращений сердца, вегетативные нервы, но наибольший эффект оказывают метаболические факторы.

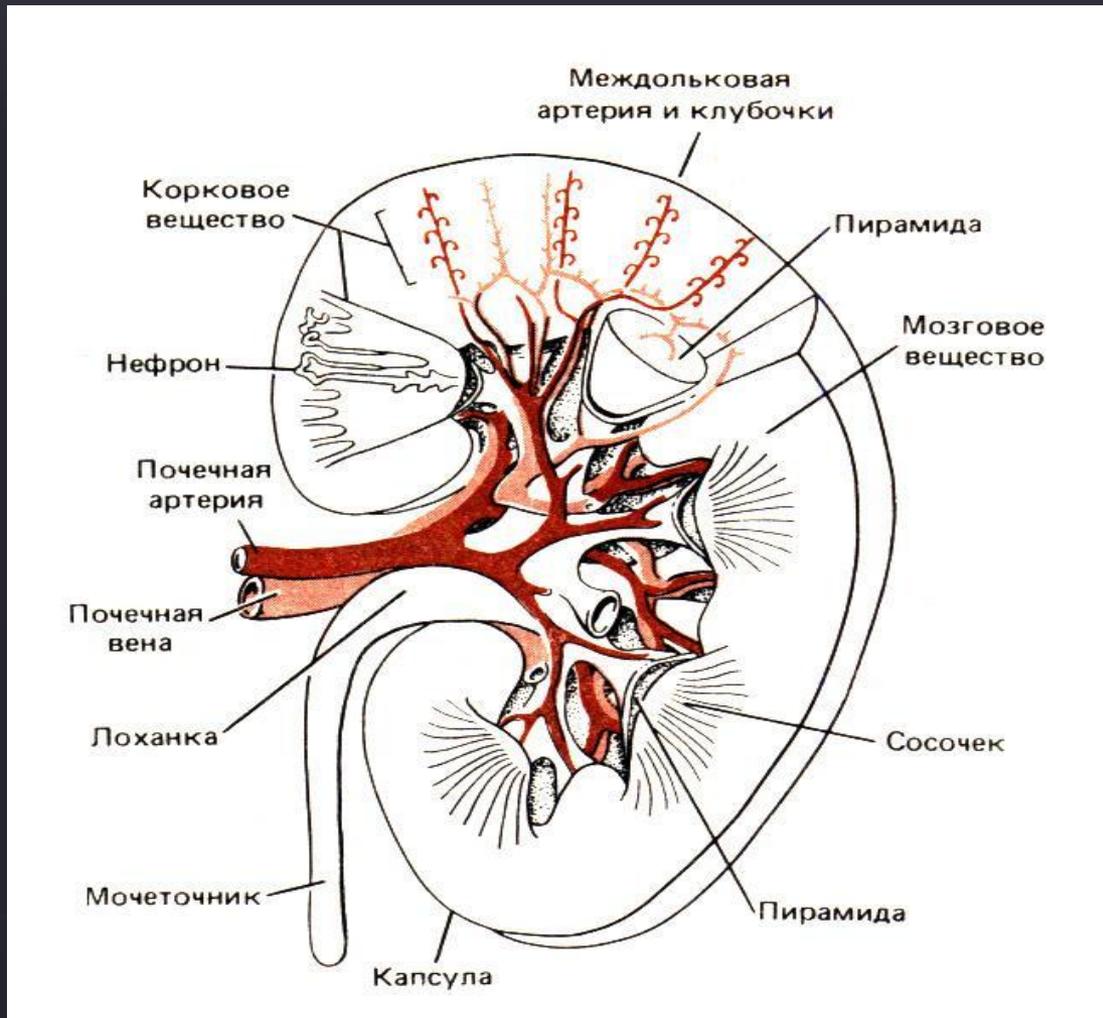
Для коронарных сосудов характерна выраженная ауторегуляция.

ОСОБЕННОСТИ КОРОНАРНОГО КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ:

1. Коронарные артерии отходят от аорты, практически сразу же за полулунными клапанами, поэтому в них очень высокое давление крови, что обеспечивает в сердце интенсивное кровообращение.
2. Густая капиллярная сеть миокарда: число капилляров приближается к числу мышечных волокон.
3. Кровоснабжение сердечной мышцы осуществляется в основном во время диастолы, т. к. во время систолы артериолы и капилляры пережимаются сокращающимся миокардом.
4. Сосуды сердца имеют двойную иннервацию - симпатическую и парасимпатическую, но их влияния на коронарные сосуды противоположны влияниям на другие сосуды: симпатические нервные влияния расширяют коронарные сосуды, а парасимпатические - суживают.

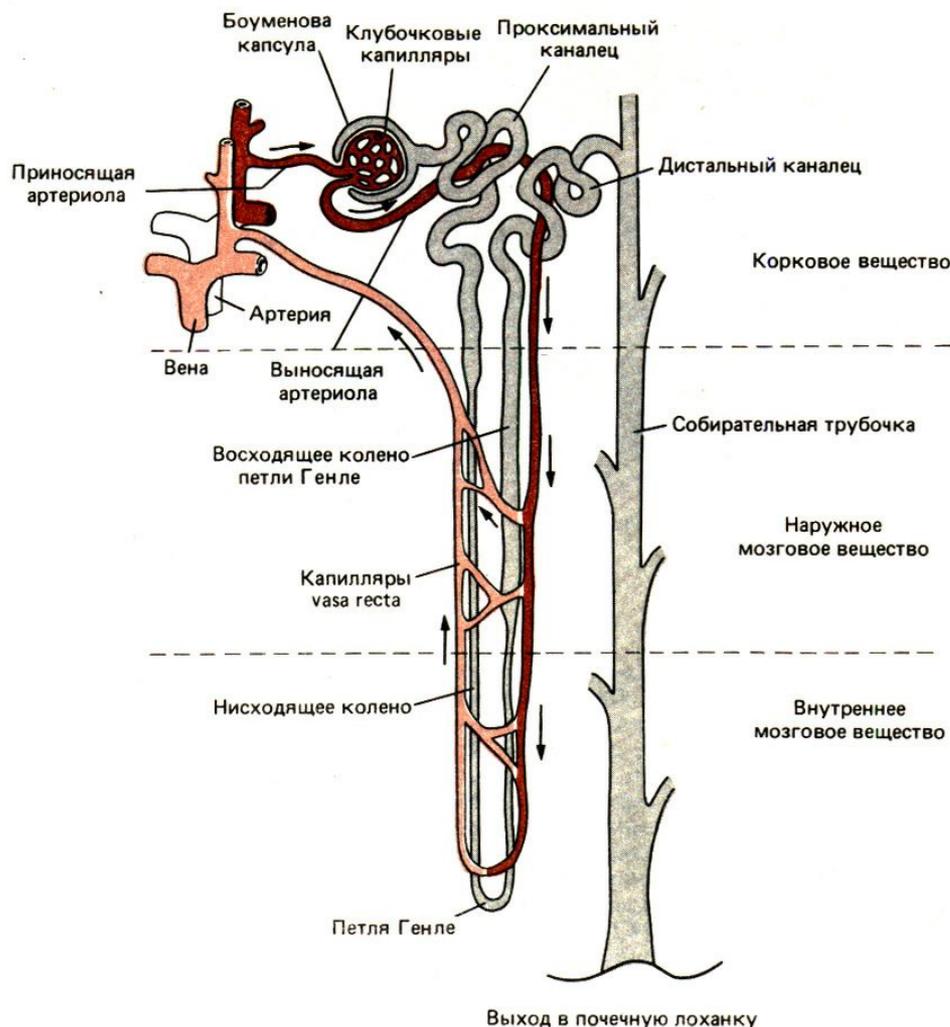
Кровообращение в почках

СТРОЕНИЕ ПОЧКИ



Масса обеих почек - 300 г = 0,4 % массы тела
Скорость кровотока = 1,2 л/мин = 25 % общего сердечного выброса

СТРУКТУРА НЕФРОНА



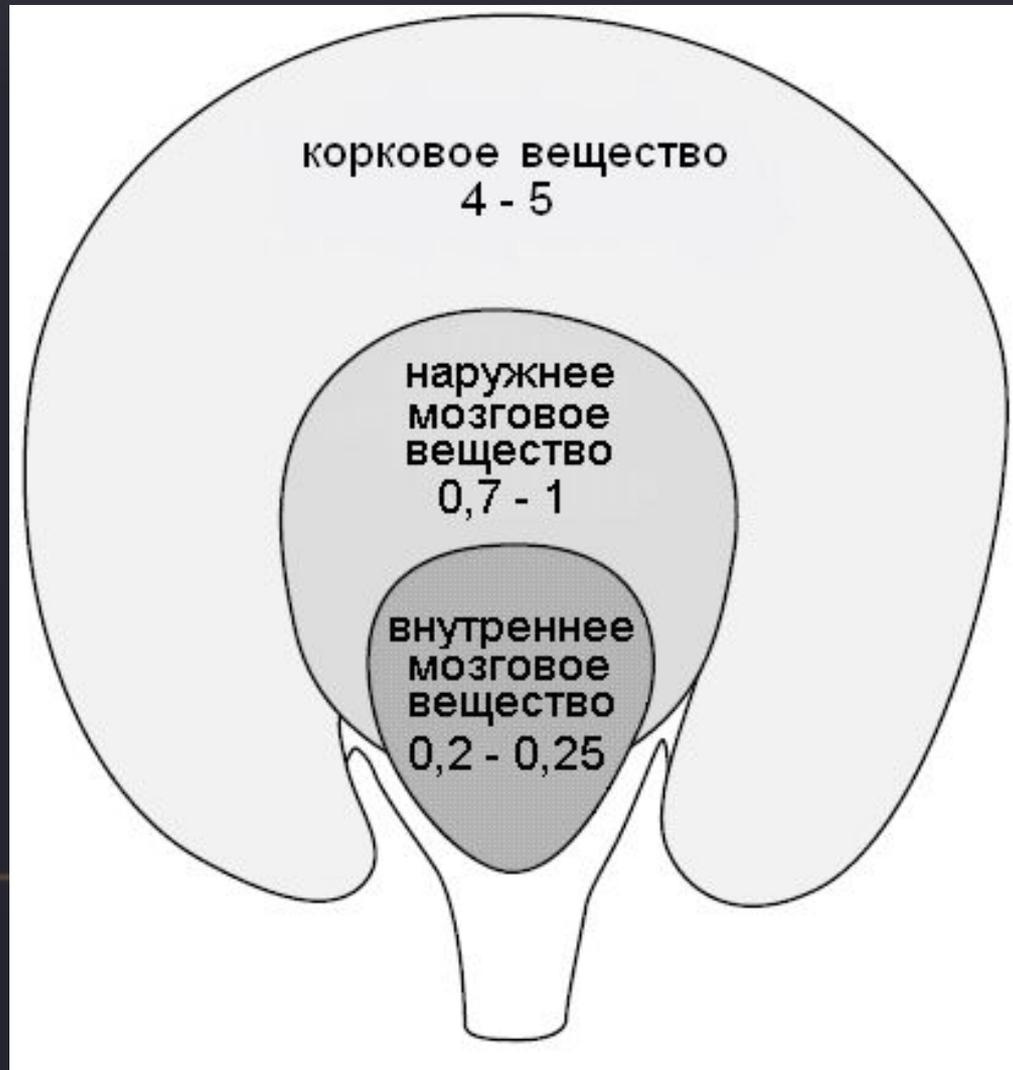
Основное уравнение для расчета кровотока через орган:

$$V_{\text{кровотока}} = dP/R$$

dP - разница между средним АД и венозным давлением в данном органе;

R - общее сосудистое сопротивление

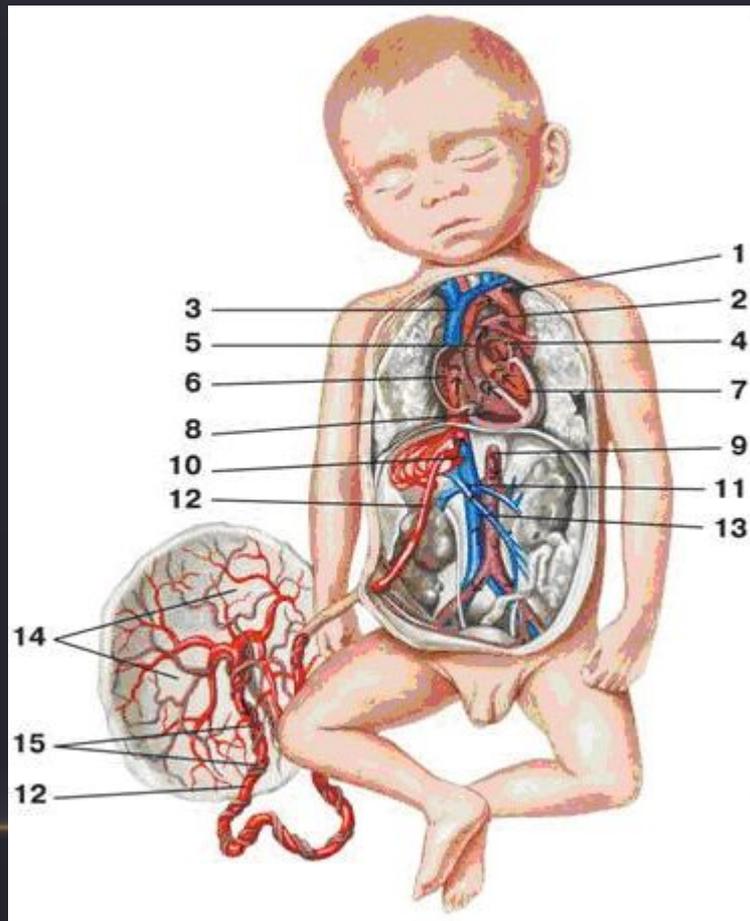
КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ ПОЧЕК (МЛ/МИН НА 1 Г ТКАНИ)



МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОЧЕЧНОГО КРОВотоКА:

1. Изменение тонуса сосудов почки при изменении давления в почечной артерии
2. Изменение соотношения тонуса приносящей и выносящей артерии
3. Уменьшение давления в почечных сосудах ниже 70 мм рт.ст. включает ренин-ангеотензин-альдостероновую систему
4. Снижение концентрирования мочи при повышении артериального давления (вследствие вымывания осмотически активных веществ из интерстиции)

КРОВООБРАЩЕНИЕ ПЛОДА



ПЛАЦЕНТАРНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ

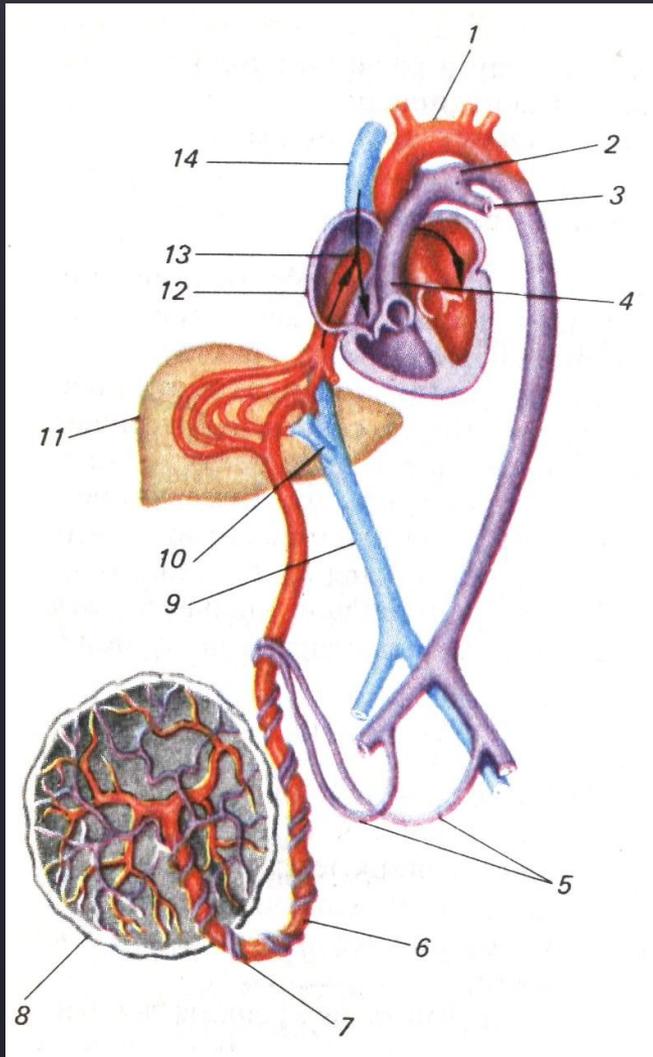
У плода плацента выполняет функцию легких, ЖКТ и почек.

Кровь матери свободно проникает в лакунарные межворсинчатые пространства, куда выдаются ворсинки хориона. В их капиллярах течет кровь плода, поглощающая в этой области кислород и отдающая CO_2 .

Транспорт кислорода облегчается благодаря повышенной кислородной ёмкости гемоглобина плода (HbP и HbF).

Плацентарный барьер обладает двусторонней проницаемостью для воды, электролитов и низкомолекулярных белков.

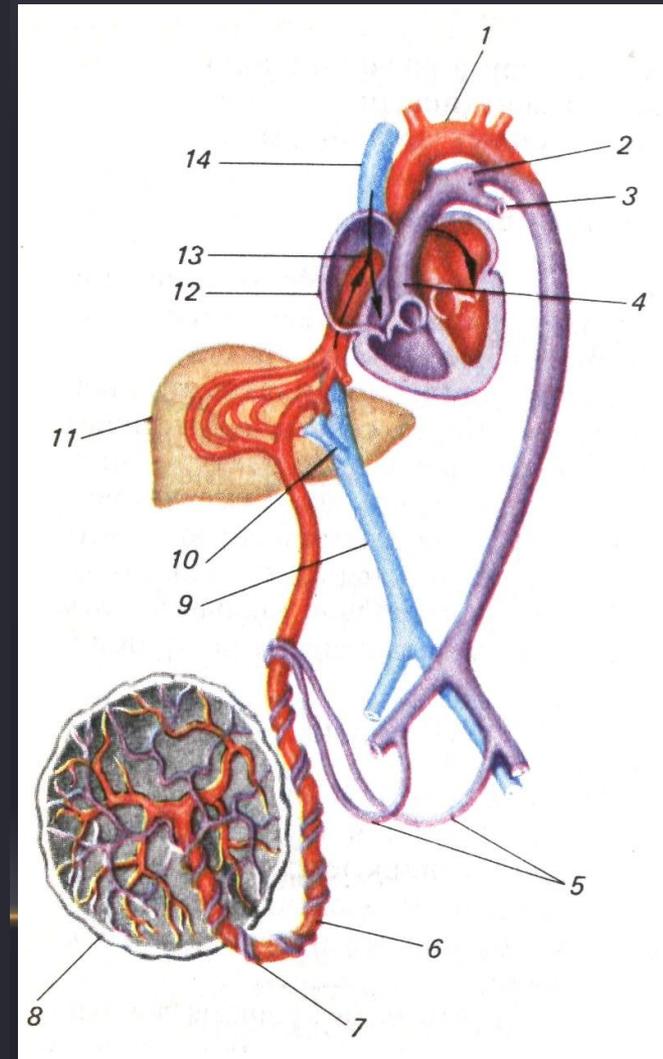
КРОВООБРАЩЕНИЕ ПЛОДА



- 1 — дуга аорты,
- 2 — артериальный (боталлов) проток,
- 3 — левая легочная артерия,
- 4 — легочный ствол,
- 5 — ветви от подвздошных артерий, переходящие в пупочные,
- 6 — плацентарная вена, несущая артериальную кровь,
- 7 — пупочные артерии от подвздошной артерии плода,
- 8 — плацента,
- 9 — каудальная полая вена,
- 10 — венозный (аранциев) проток,
- 11 — печень,
- 12 — правое предсердие,
- 13 — овальное отверстие в предсердиях,
- 14 — краниальная полая вена.

ОСОБЕННОСТИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПЛОДА :

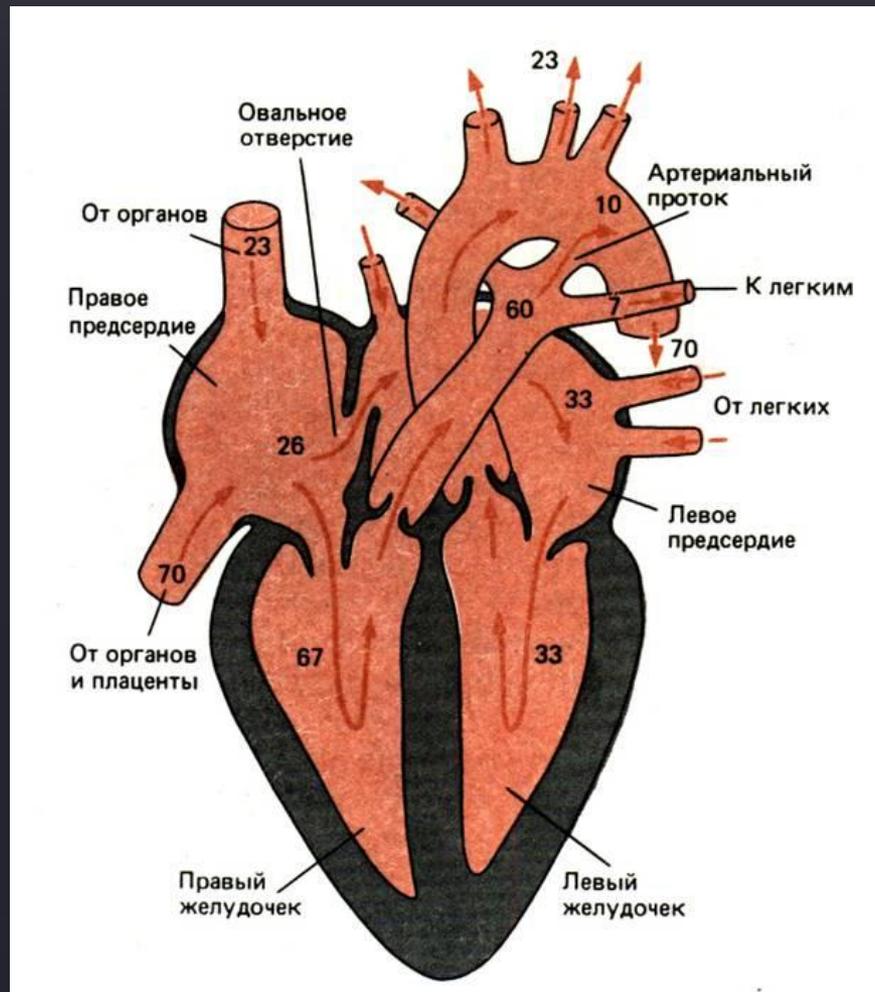
1. От плаценты кровь плода, не полностью насыщенная кислородом, оттекает через пупочную вену, проходящую в пуповине.
2. Отсюда большая часть крови поступает через венозный проток в нижнюю полую вену, где смешивается с дезоксигенированной кровью от нижних областей тела.
3. Меньшая часть крови оттекает в левую ветвь воротной вены, проходит через печень и печеночные вены и поступает в нижнюю полую вену.
4. По нижней полой вене в правое предсердие течет смешанная кровь, насыщение которой кислородом составляет 60–65%.
5. Почти вся эта кровь поступает через клапаны нижней полой вены непосредственно к овальному отверстию и через него в левое предсердие.



6. Из левого желудочка она выбрасывается в аорту и далее в большой круг кровообращения.
7. Кровь из верхней полой вены сначала поступает через правое предсердие и правый желудочек в легочный ствол.
8. Поскольку легкие находятся в спавшемся состоянии, сопротивление их сосудов велико и давление в легочном стволе в момент систолы временно превышает давление в аорте. Это приводит к тому, что большая часть крови из легочного ствола поступает через артериальный проток в аорту и лишь относительно небольшое ее количество протекает через капилляры легких, возвращаясь в левое предсердие через легочные вены.
9. Артериальный проток впадает в аорту дистальнее места ответвления артерий головы и верхних конечностей, поэтому эти части тела получают более насыщенную кислородом кровь из левого желудочка.

10. Часть крови поступает через две пупочные артерии (отходящие от подвздошных артерий) и пуповину в плаценту; оставшаяся часть крови снабжает нижние отделы туловища.
11. Поскольку предсердия сообщаются между собой посредством овального отверстия, а легочная артерия и аорта соединены артериальным протоком, желудочки в значительной степени функционируют параллельно. Такой «двойной желудочек» может перекачивать около 200–300 мл крови на 1 кг массы в минуту. 60% этого количества поступает к плаценте, а оставшаяся кровь (40%) омывает ткани плода. В конце беременности артериальное давление у плода составляет 60–70 мм рт. ст., а частота сокращений сердца–140/мин (120–160/мин).

ДВИЖЕНИЕ КРОВИ В СЕРДЦЕ ПЛОДА



Кровь, притекающая от плаценты, выбрасывается из правого предсердия в левое через овальное отверстие. Цифры соответствуют кровотоку через различные камеры и сосуды в процентах от суммарного выброса правого и левого желудочков.