

Российский университет дружбы народов

**Сердечно-сосудистая
система
лекция**

**в память о совместной работе с коллегой, профессионалом, чудесном
человеком-доцентом кафедры гистологии
ЛЕБЕДЕВОЙ Т.И.**

Кафедра анатомии человека

доц. НАУМЕЦ Л.В.

План лекции

1. Сердце - строение, функция
2. Круги кровообращения
3. Сердечный цикл
4. Закономерности распределения артерии
5. Микроциркуляторное русло
6. Закономерности распределения вен
7. Кровь

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ВКЛЮЧАЕТ:

- Кровеносный компартмент и лимфатический компартмент.
- Кровеносный компармент---кровеносная система, которая состоит из образований, по которым движется кровь. Это:
- сердце,
- кровеносные сосуды (артерии и вены),
- микроциркуляторное русло

■ Функции кровеносной системы.

- 1.Создание условий для обмена веществ между кровью и клетками органов.
- 2. Доставка тканям кислорода, питательных веществ и т.д.
- 3.Выведение продуктов метаболизма и доставка их органам выведения.
- 4.Нейрогуморальная регуляция.

■

Сердечно-сосудистая система

Сердце

Кровеносная система

Лимфатические сосуды

Артерии

Вены

Микроциркуляторное русло
(МЦР)

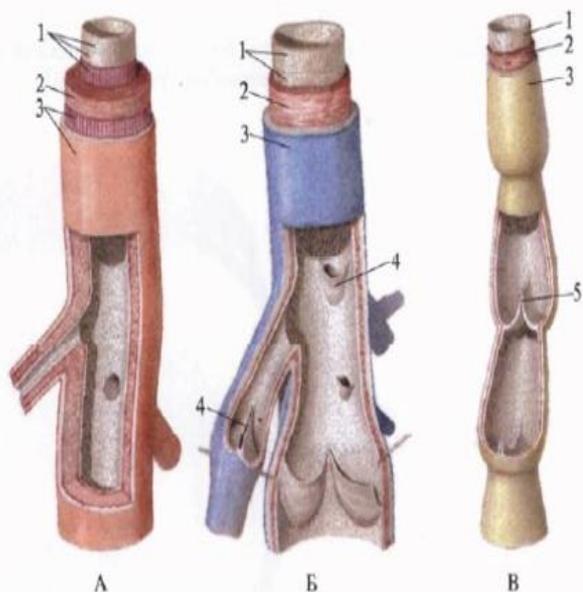


Рис. 695. Строение стенки артерии (А), вены (Б) и лимфатического сосуда В (схема).

1—внутренняя оболочка, tunica intima; 2—средняя оболочка, tunica media; 3—наружная оболочка, tunica externa; 4—венозный клапан, valvula venosa; 5—лимфатический клапан, valvula lymphatica.

FireAiD - все по
медицине.

СЕРДЦЕ

Сердце-центральный орган сосудистой системы, который направляет кровь в артериальные сосуды и обеспечивает ее возврат по венам. Каждую минуту через сердце проходит до 6 л крови.

Расположено сердце в грудной полости, в среднем средостении на уровне от 3 ребра до 5 межреберья, 2/3 сердца находится в левой половине грудной полости, 1/3 – в правой.

Сердце- полый мышечный орган имеет форму конуса. Верхушка сердца направлена вниз, влево, вперед.

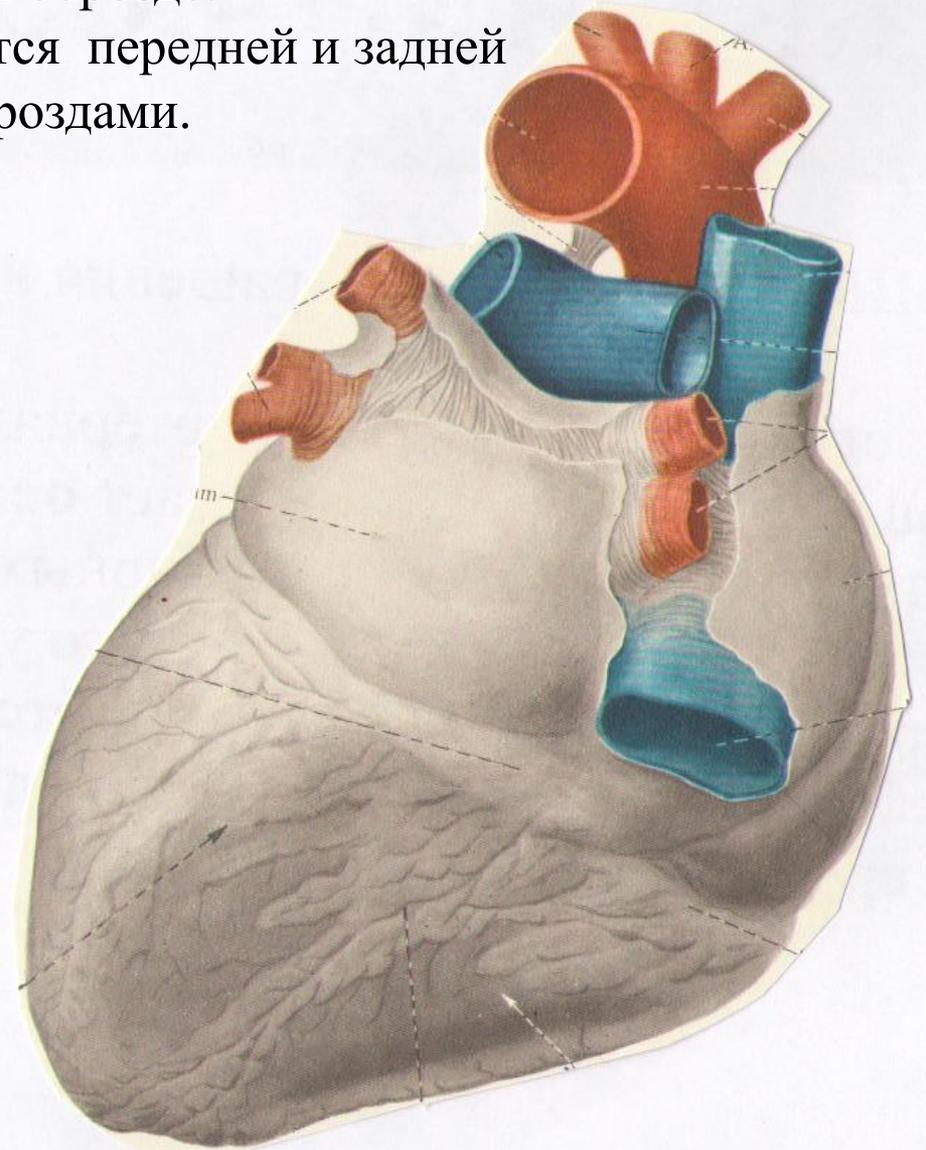
Сердце состоит из двух несообщающихся между собой половин: правой (венозной) и левой (артериальной). Каждая половина имеет две камеры: предсердие и желудочек.

Предсердия- камеры, принимающие кровь.

Из желудочков кровь поступает в крупные сосуды – аорту (из левого) и легочный ствол (из правого). Предсердия сообщаются с желудочками через предсердно-желудочковые отверстия.

Внешнее строение сердца

Граница между желудочками и предсердиями проходит по венечной борозде. Желудочки разделяются передней и задней межжелудочковой бороздами.

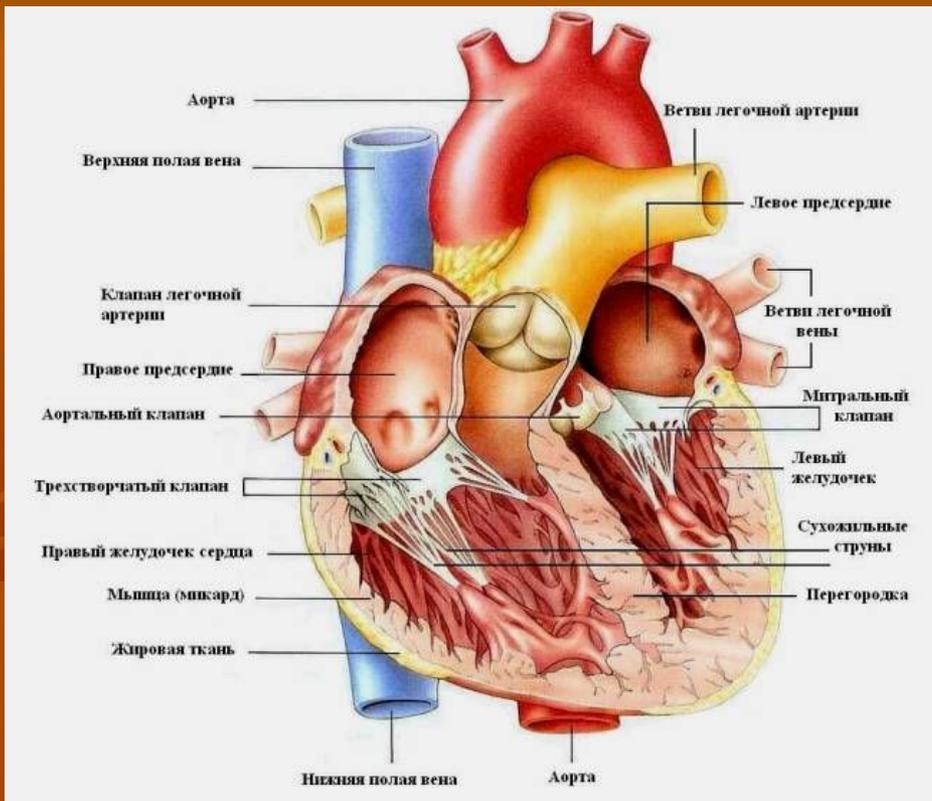


Строение стенки сердца.

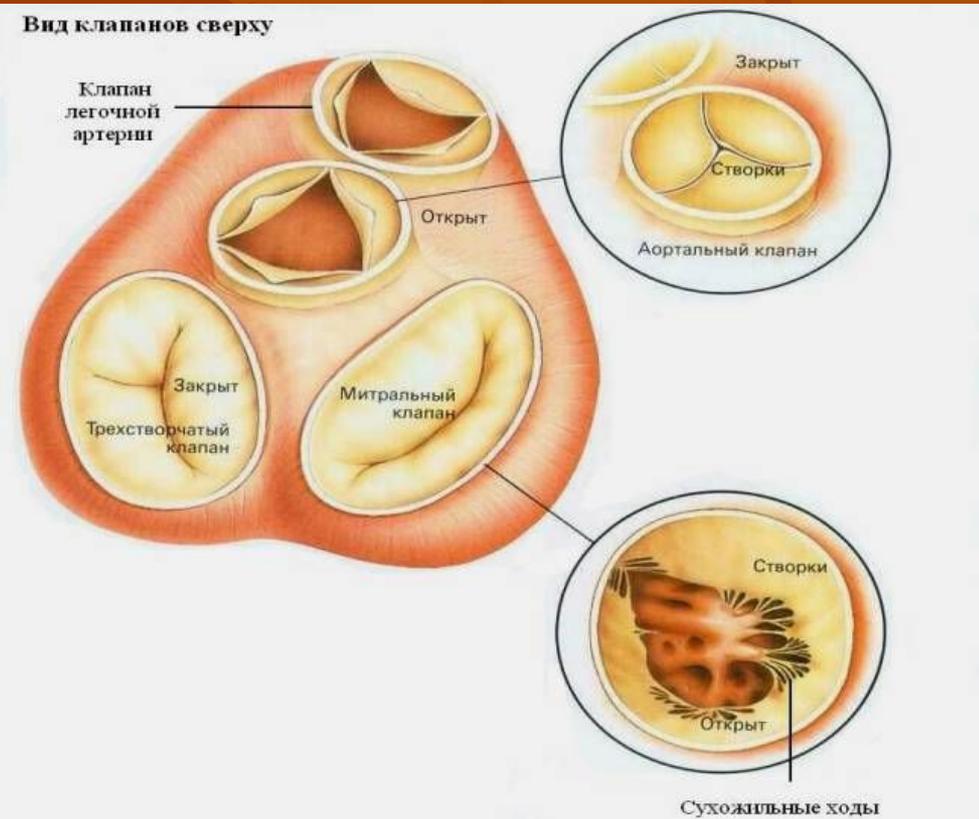
Внутренняя оболочка - эндокард, покрывая полости сердца, образует клапаны – полулунные- в устье отходящих от сердца сосудов и двухстворчатого –слева, трехстворчатого-справа клапанов в предсердно- желудочковых отверстиях. В области предсердно- желудочковых отверстий находится фиброзный скелет сердца- фиброзные кольца.

Средняя оболочка- миокард – поперечно- полосатая мышца. Однако, произвольное ее сокращение и некоторые особенности строения мышечных клеток (кардиомицитов) позволяют выделить сердечную мышечную ткань в отдельную группу.

Миокард предсердий и желудочков начинается отфиброзных колец, волокна его идут в разных направлениях, что создает возможность одновременных сокращений в предсердиях и желудочках.



Вид клапанов сверху



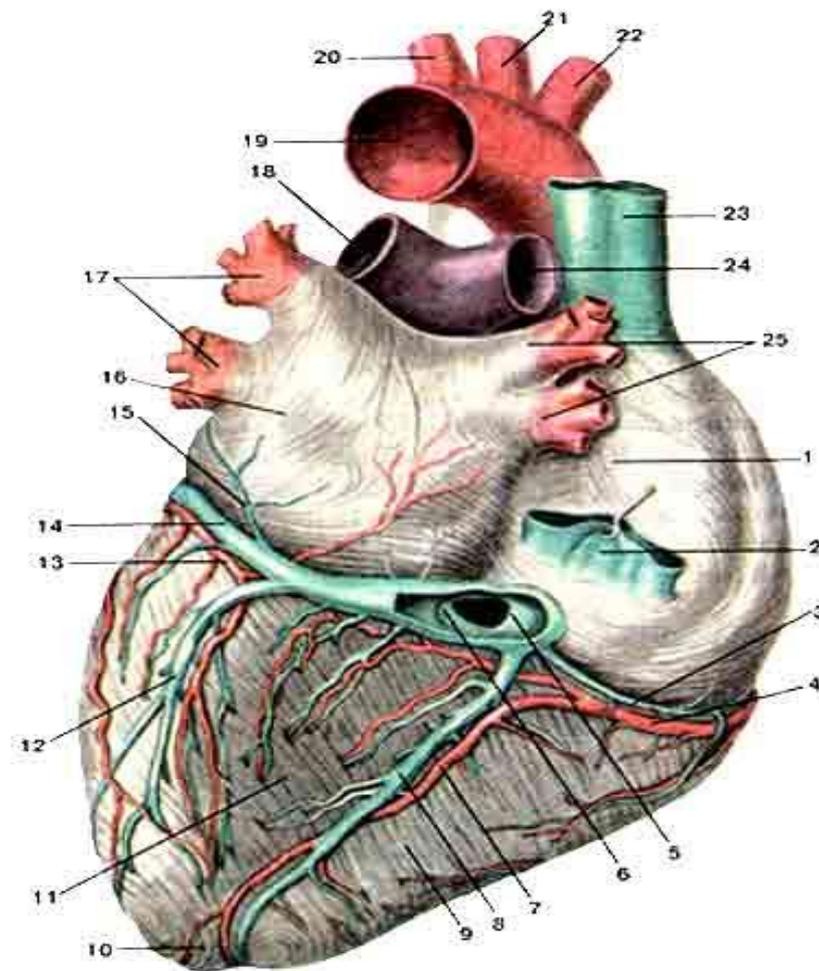
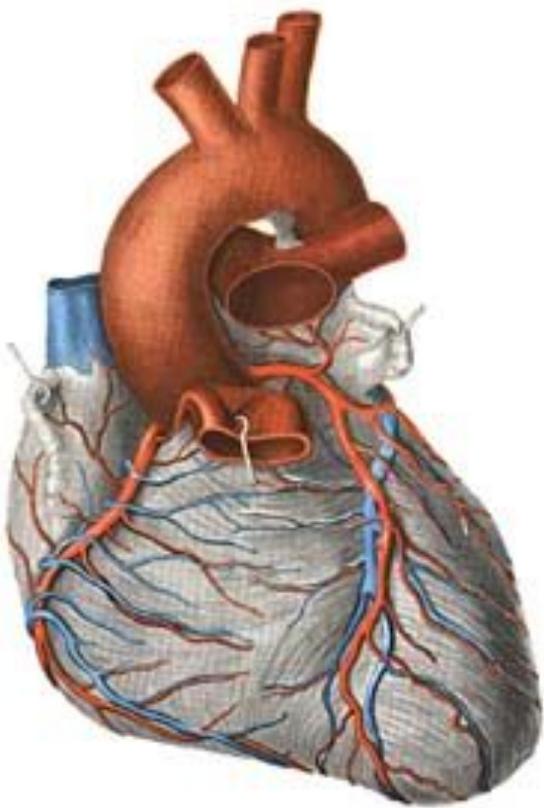
Миокард предсердий имеет 2 слоя .Наружный -общий для обоих предсердий
Внутренний слой образует в предсердиях гребенчатые мышцы.
Миокард желудочков имеет 3 слоя. Наружный - общий для обоих желудочков
Внутренний образует мышечные перекладки и сосочковые мышцы. От сосочковых
мышц к створкам предсердно- желудочковых клапанов отходят сухожильные нити.
Эти образования фиксируют створки клапанов и предотвращают их «проваливание» (пролапс) обратно в предсердие при повышении давления в желудочках.
Клапаны обеспечивают течение крови через сосуды только в одном направлении, не давая ей возможность возвращаться.
Миокард обеспечивает сокращением силу выброса крови из одной полости в другую, а затем за пределы сердца по артериальному руслу.

Миокард



Наружная оболочка — эпикард - серозная оболочка-висцеральный листок околосердечной сумки , который переходит в пристеночный ее листок-- серозный перикард. Перикард , окружая сердце со всех сторон , усиливается дополнительно снаружи фиброзной оболочкой. Между эпикардом и сердечным перикардом остается полость - околосердечная сумка. Давление в её полости ниже атмосферного.

Сосуды сердца



СЕРДЕЧНЫЙ ЦИКЛ -cardiac cycle .

- Правая и левая половины сердца работают синхронно. Сердечный цикл включает :
- систолу желудочков-0,35секунд
- систолу предсердий- 0,15секунд
- общую диастолу- 0,3секунды

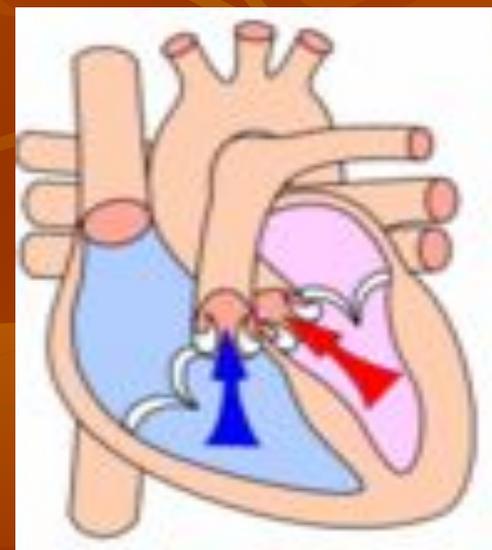
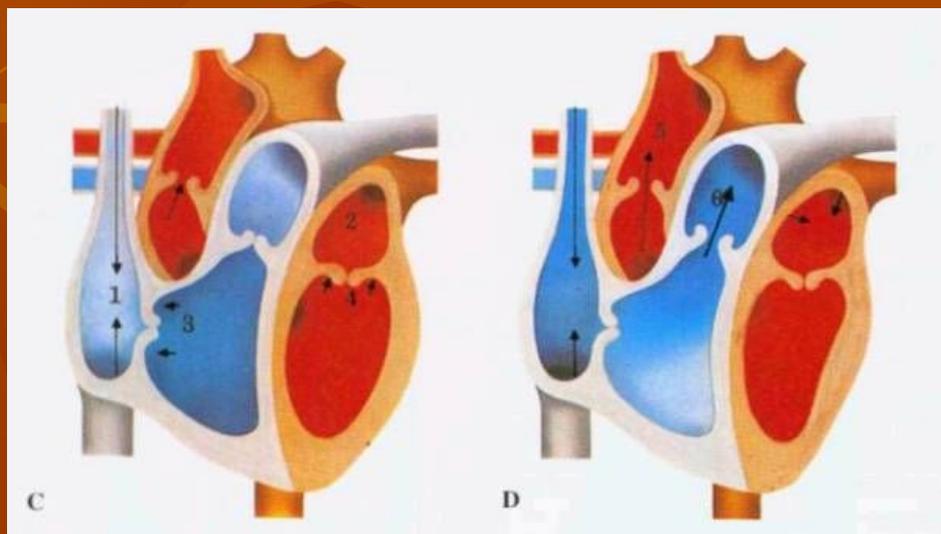
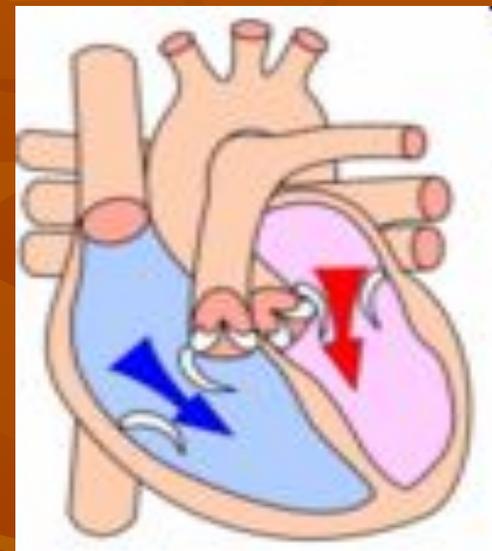
- Систола (сокращение)
- Диастола (расслабление)

- **Систола желудочков** -0,35секунд — период сокращения желудочков, что позволяет протолкнуть кровь в артериальное русло.
- Во время систолы желудочков давление в них становится выше давления в предсердиях, что приводит к закрытию предсердно- желудочковых клапанов. Давление в желудочках превышает давление в сосудах, в результате чего открываются клапаны аортальные и легочного ствола. Кровь поступает в артерии.
- Одновременно происходит расслабление стенки предсердий. Расслабленные предсердия заполняются кровью.
- **Систола предсердий**
- Давление в предсердиях повышается, кровь вливается в желудочки. Физиологическое значение предсердий состоит в роли промежуточного резервуара для крови, поступающей из вен во время систолы желудочков..
- Во время систолы предсердий- 0,15секунд-
- циркулярные мышцы предсердий пережимают вход нижней и верхней полых вен, что препятствует обратному току крови.
- Давление в предсердиях повышается, кровь вливается в желудочки..

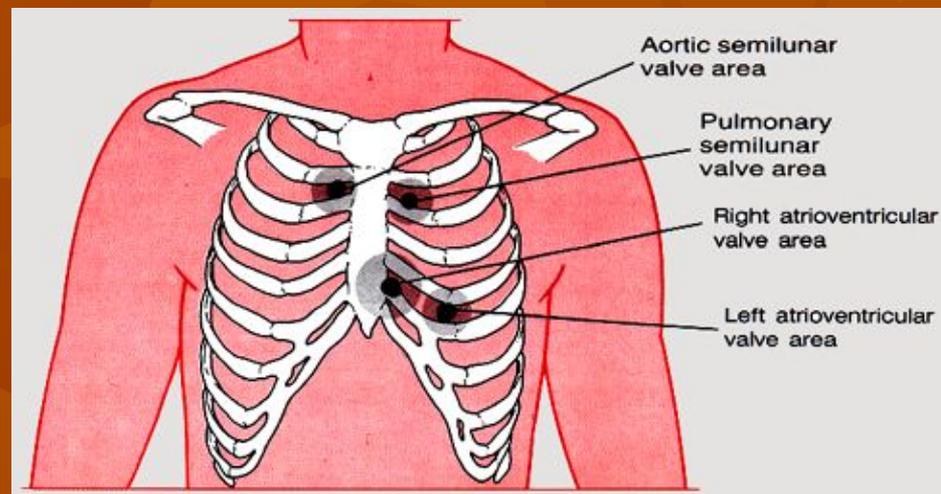
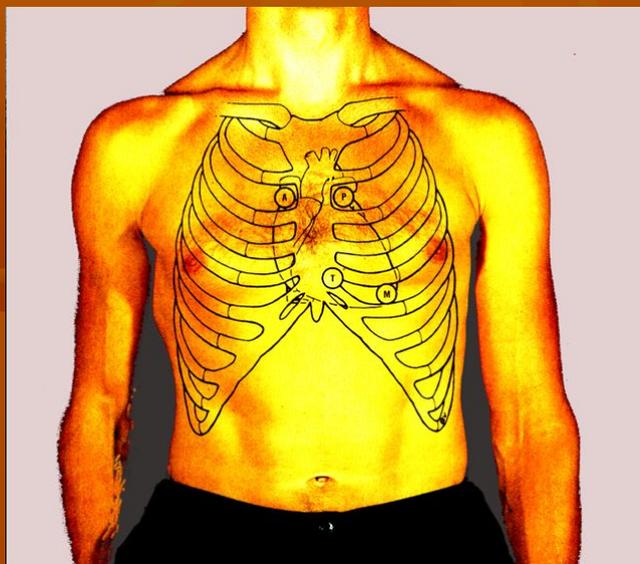
Фаза диастолы — период времени в течение которого сердце расслабляется для приема крови. В целом характеризуется снижением давления в полости желудочков, закрытием полулунных клапанов и открытием предсердно-желудочковых клапанов с продвижением крови в желудочки.

При нормальной частоте сердечных сокращений вклад сокращения предсердий невелик (около 8 %), так как за относительно длинную диастолу уже успевает наполнить желудочки. Однако, с увеличением частоты сокращений, в основном снижается длительность диастолы и вклад систолы предсердий в наполнение желудочков становится весьма существенным

Сердечный цикл



СКЕЛЕТОТОПИЯ СЕРДЦА. АУСКУЛЬТАЦИЯ



Кровеносная система. АРТЕРИИ

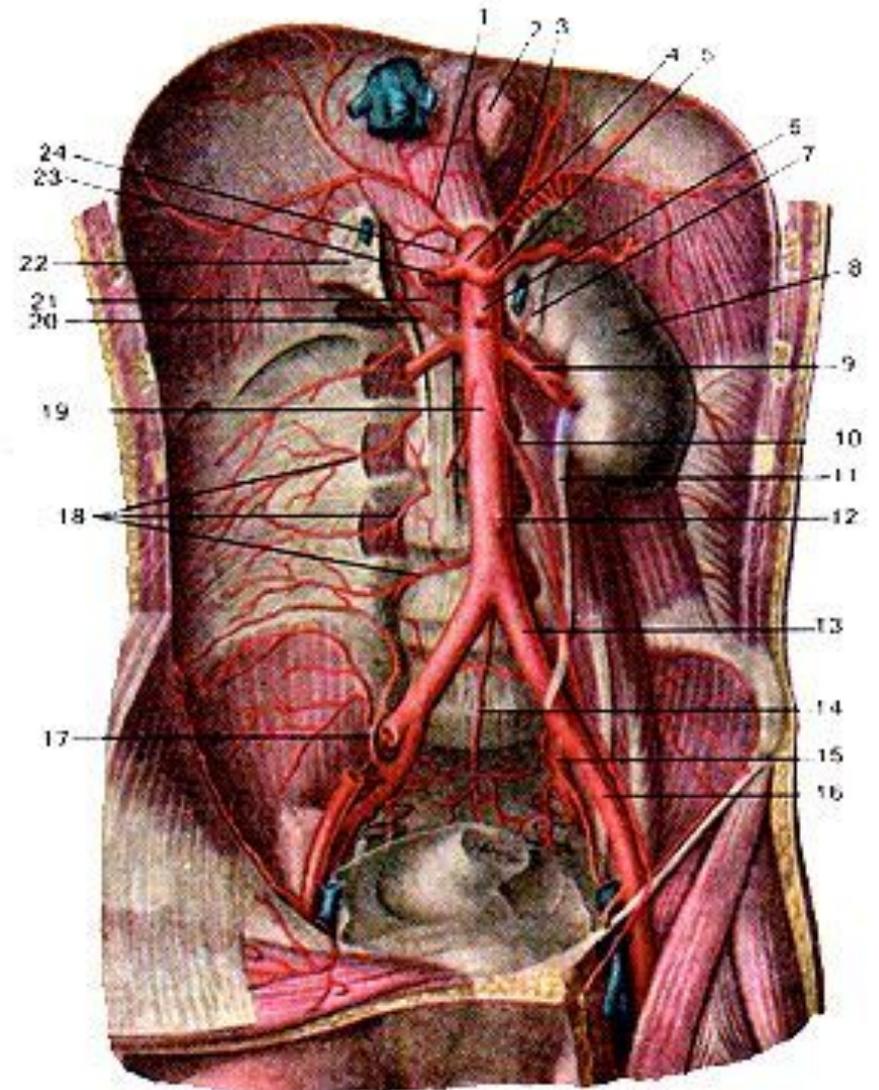
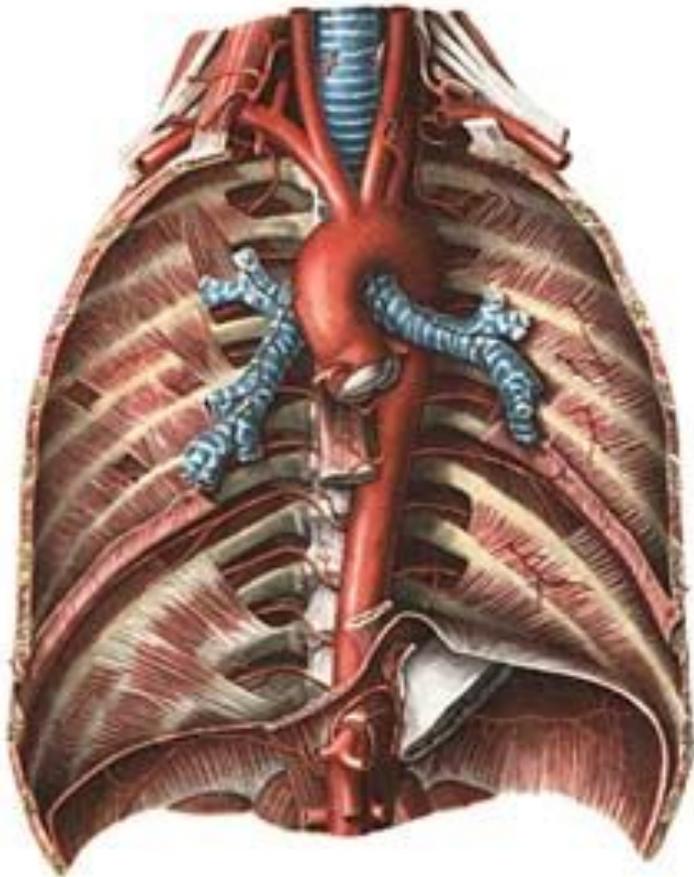
- АРТЕРИИ– кровеносные сосуды, несущие кровь, обогащенную
- кислородом от сердца ко всем органам и тканям. Исключением является
- лёгочный ствол, который несет венозную кровь от сердца в легкие.

Строение стенки сосудов



1. Внутренняя оболочка-эндотелий сосудов с эластической мембраной.
2. Средняя оболочка
 - 2.1 Эластическая-только волокнистая соединительная ткань (аорта, легочный ствол).
 - 2.2 Смешанная (эластическая и мышечная оболочки)- крупные артерии (сонные, подключичные)
 - 2.3 Мышечная-крупные экстраорганные артерии, внутриорганные сосуды, обеспечивающие обменные процессы.
3. Наружная оболочка-большое количество волокнистых эластических волокон.

Аорт а



Закономерности распределения артерий.

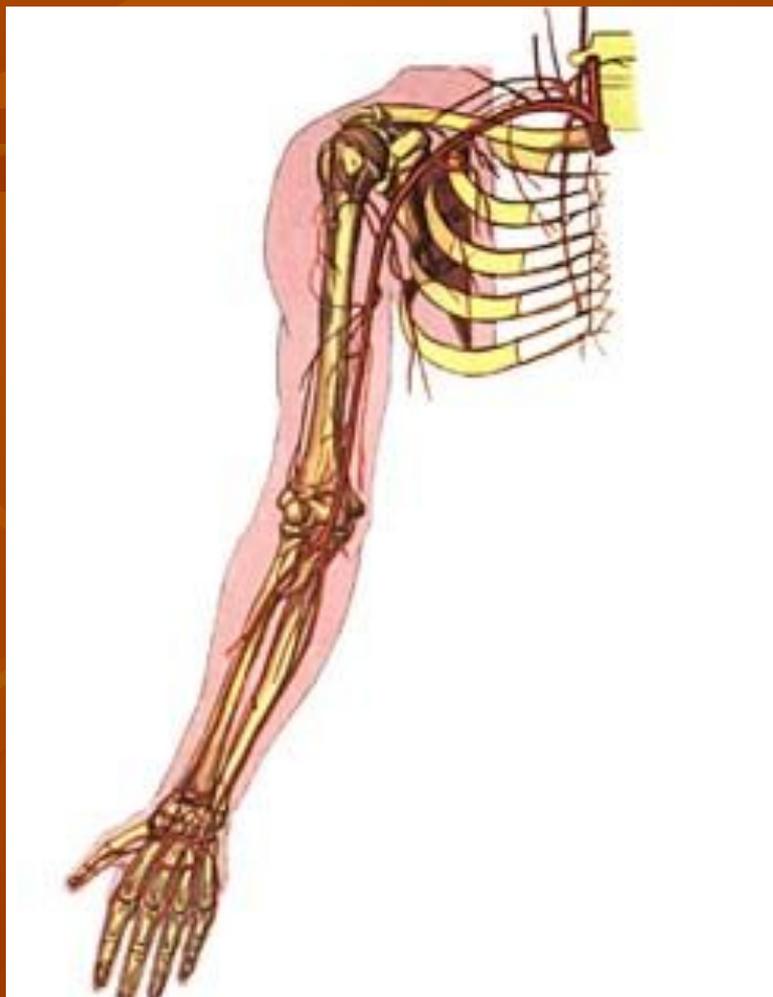
- 1. Связь с развитием
 - Орган получает кровоснабжение от источника, связанного с местом его закладки (половые железы, диафрагма)
- 2. Связь со скелетом.
 - Сохраняется метамерия в распределении артерий в области туловища. На конечностях распределение основных стволов соответствует костной основе.
 - Крупные артериальные стволы лежат на сгибательной поверхности глубоко между мышцами.
- 3..Связь с местоположением органа.
 - Артерии входят в орган по пути кратчайшего расстояния.
- 4..Связь с функцией органа.
 - Железы внутренней секреции получают артерии из нескольких крупных источников (поджелудочная железа, щитовидная железа, надпочечники).
 - Органы, меняющие свой объем, кровоснабжаются несколькими сосудами, образующими между собой анастомозы в виде дуг, колец, аркад (органы пищеварительной трубки).
 - Паренхиматозные органы (печень, почки, селезенка) кровоснабжаются по одной экстраорганной артерии, которая делится на несколько ветвей в воротах органа.
 - В печени, почках наблюдается особый вид распределения интраорганных ветвей- чудесная сеть.
 - На конечностях создаются артериальные сети вокруг суставов в зависимости от их строения.
 - Ц.Н.С.,Сердце , кровоснабжаются несколькими крупными артериями, образующими основной круг ,горизонтальные и вертикальные кольца-анастомозы

Связь с развитием – орган получает кровоснабжение от источника, связанного с местом его закладки (половые железы, диафрагма)

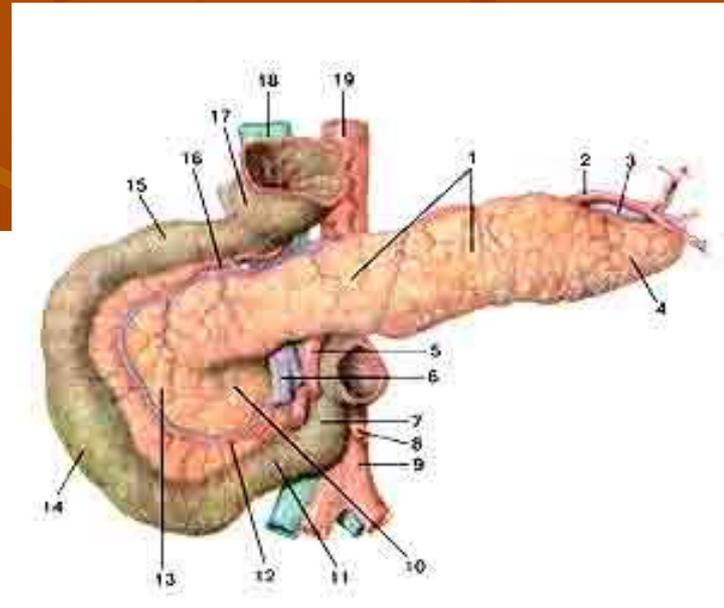
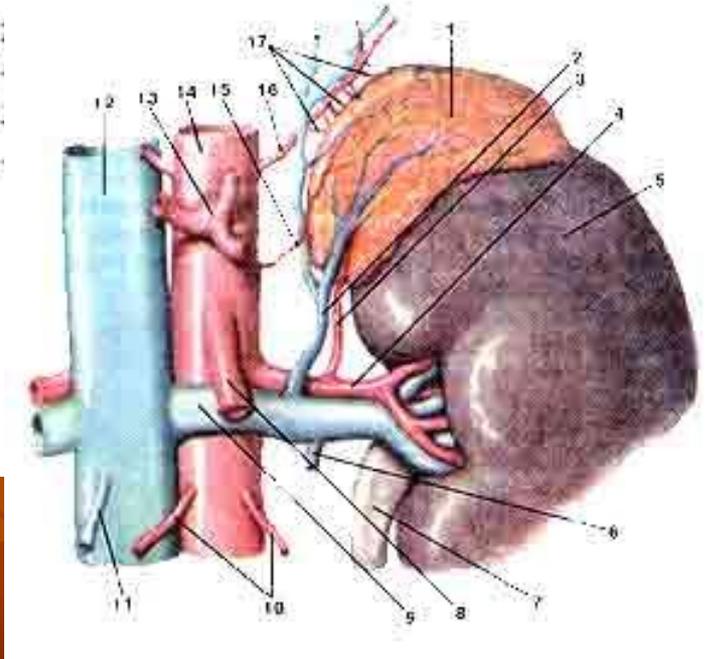
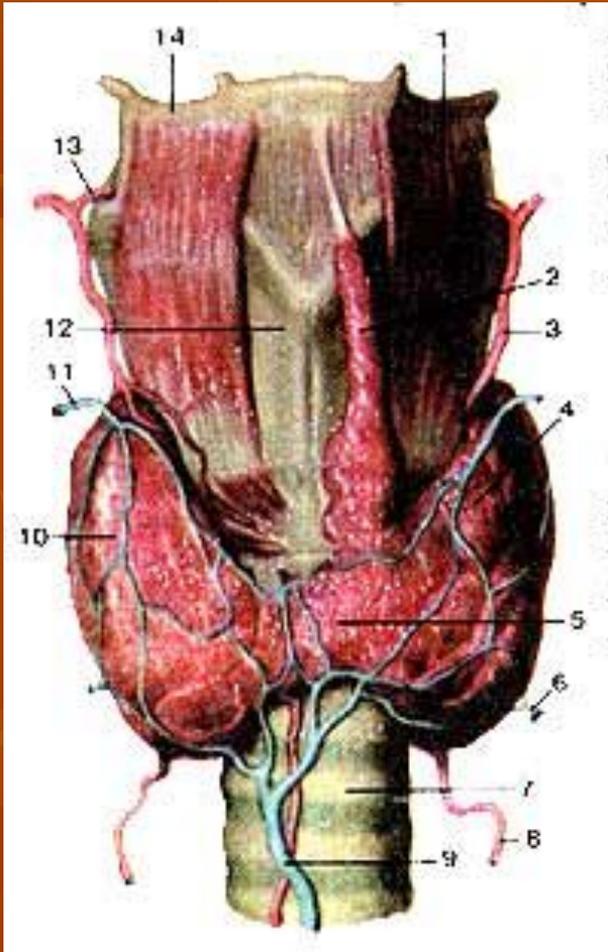
Связь со скелетом- сохраняется метамерия в распределении артерий в области туловища, на конечностях – распределение основных стволов соответствует костной основе. Крупные артериальные стволы лежат на сгибательно-1 поверхности глубоко между мышцами.



Связь с функцией- на конечностях создаются сети сосудов в области суставов в зависимости от их строения.

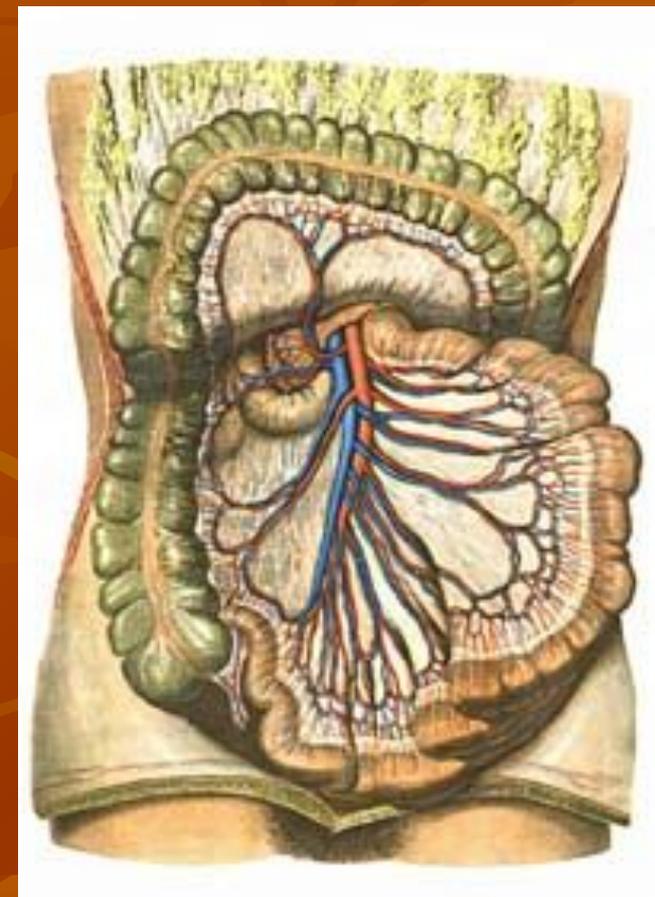
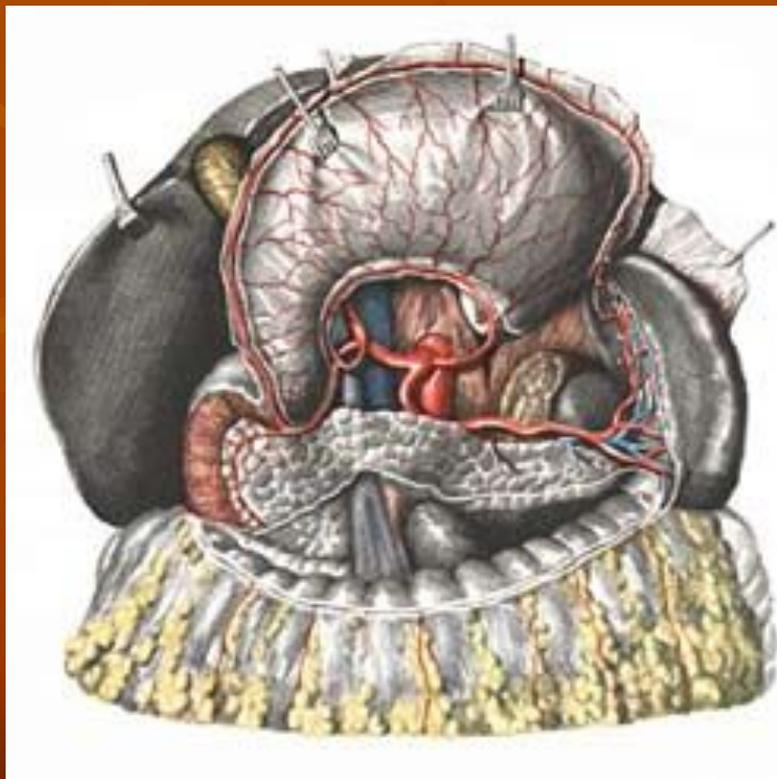


Связь с функцией органа: железы внутренней секреции получают артерии из нескольких крупных источников (поджелудочная , щитовидная железы, надпочечники).



Органы, меняющие свой объем, кровоснабжаются несколькими сосудами, образующими между собой анастомозы в виде дуг, колец, аркад (органы пищеварительной трубки).

Паренхиматозные органы (печень, почки, селезенка) кровоснабжаются по одной экстраорганной артерии, которая делится на несколько ветвей в воротах органа.

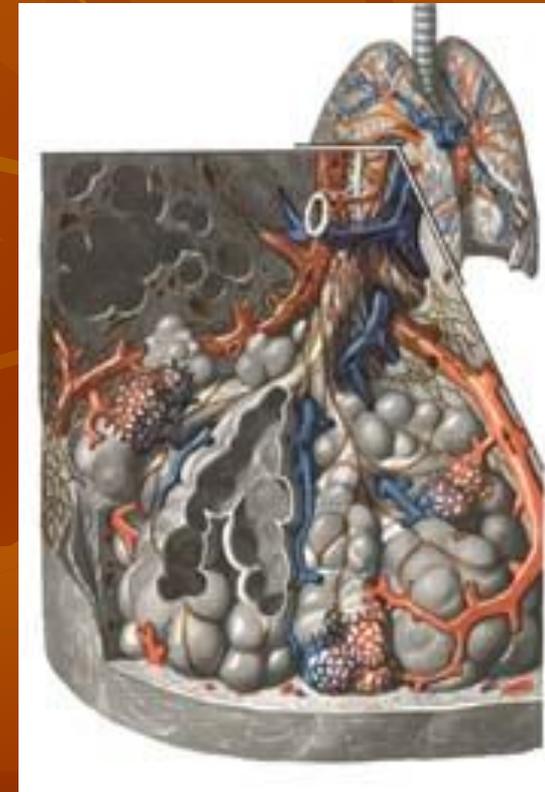
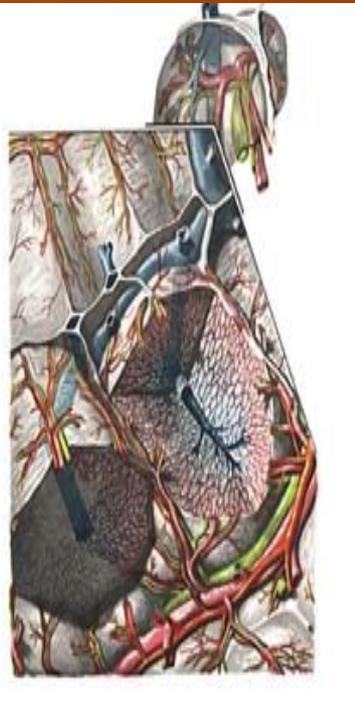
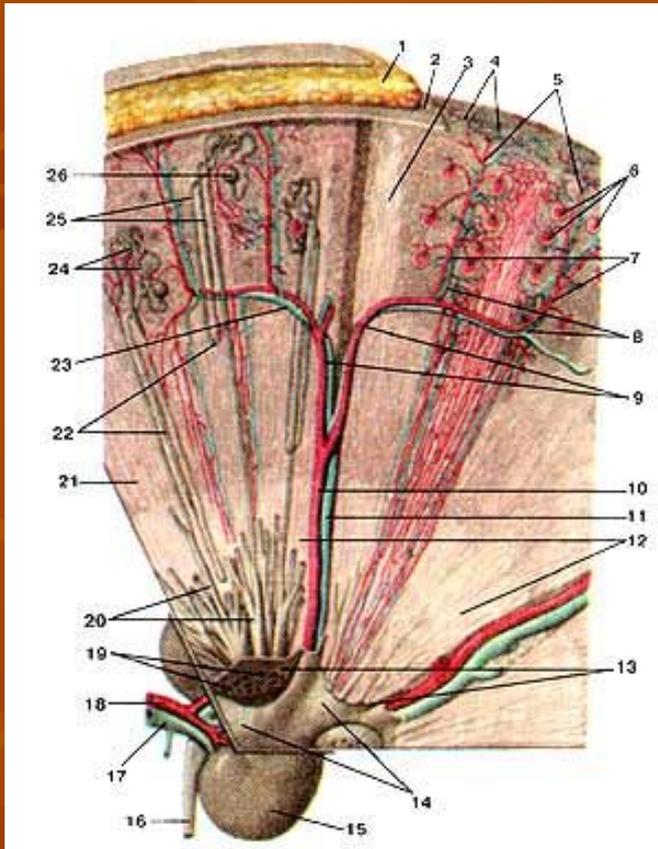


Связь с местоположением органа – артерии в орган входят по пути кратчайшего расстояния.

НАЗВАНИЕ артерии получают ОТ :

- Органов, который они кровоснабжают (почечная артерия, селезеночная вена),
 - места их отхождения от более крупного сосуда (верхняя брыжеечная артерия, нижняя брыжеечная артерия),
 - кости, к которой они прилежат (локтевая артерия),
 - направления(медиальная артерия, окружающая бедро),
 - глубины залегания (поверхностнаяили глубокая артерия).
- В зависимости от области ветвления артерии делятся на:
- париетальные(пристеночные), - кровоснабжающие стенки тела, и
 - висцеральные(внутренностные),- кровоснабжающие внутренние органы.
- До вступления артерии в орган она называется органной,
- войдя в орган - внутриорганной.
- Последняя разветвляется в органе до его структурных единиц.
- Каждая артерия распадается на более мелкие ветви, которые называются ветвями основного ствола.
- Для артериальной системы, как части сердечнососудистой системы
 - характерно наличие соединений между артериями и их ветвями – анастомозов, - благодаря которым осуществляется окольное (коллатеральное) кровообращение.

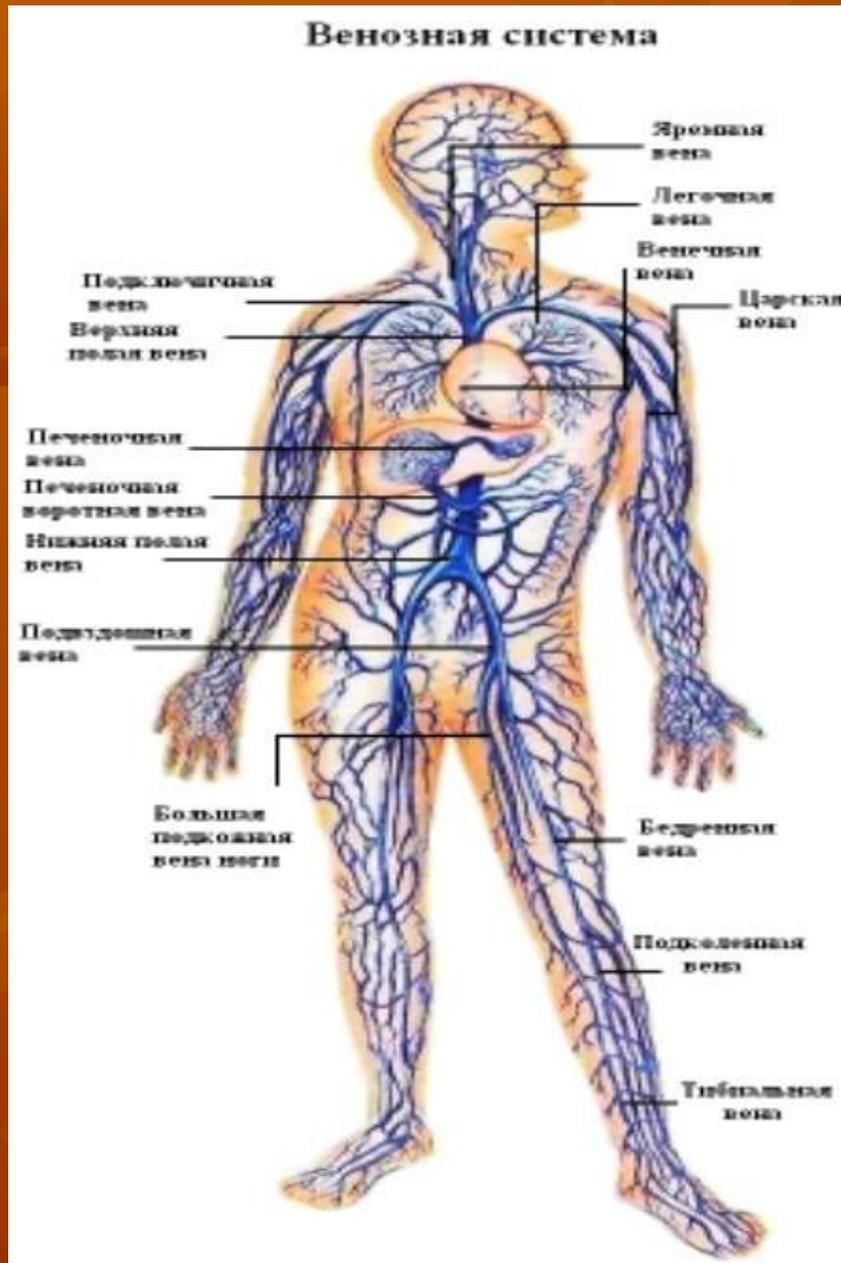
В печени, в почках наблюдается особый вид распределения интраорганных ветвей-чудесная сеть.



В легких (ацинус) происходит газообмен.

- Вены, в отличие от артерий, переносят кровь в противоположном направлении - от органов к сердцу. Их стенки устроены по тем же принципам, что и стенки артерий, однако, они гораздо тоньше и содержат меньше мышечной и эластической ткани, ввиду чего вены на поперечном срезе спадаются, а просвет артерий наоборот виден чётко. Вены, соединяясь друг с другом, становятся крупными венозными стволами - венами, впадающими в сердце. Вены широко соединяются между собой и образуют венозные сплетения.
- В тканях и органах артерии постепенно сужаются, становятся сосудами меньшего просвета и превращаются в капилляры. А уже капилляры постепенно расширяются, становятся трубками большего просвета - венами, которые переправляют кровь от всевозможных органов к предсердиям.
- Вены имеют структуру, сходную со структурой артерий. В их состав также входят три тканевые оболочки, однако средняя оболочка вен гораздо тоньше, ввиду чего вены мягче, а также хрупкие и не такие эластичные, как артерии. Более толстые вены внутри имеют небольшие клапаны, которые регулируют направление потока крови и препятствуют её обратному ходу.
- В самом начале плацентарного развития, когда сердце ещё не разделено на артериальную и венозную половины и расположено в шейной области, система вен устроена довольно просто. Вдоль тела зародыша располагаются крупные вены: передние кардинальные – справа и слева в области шеи и головы, и задние кардинальные - слева и справа в остальной части тела. На подходе к венозному синусу сердца, задние и передние кардинальные вены сливаются с обеих сторон, образуя справа и слева общие кардинальные вены, впадающие в венозный синус сердца, имея вначале исключительно поперечный ход. Кроме парных кардинальных вен имеется также ещё одиночный венозный ствол – первичная вена, которая в виде небольшого сосуда также впадает в венозный синус.

Кровеносная система. ВЕНЫ



- ВЕНЫ (лат., ед. ч. vena), кровеносные сосуды, несущие насыщенную углекислотой (венозную) кровь от органов и тканей к сердцу, кроме легочной и пупочной вены, которые несут артериальную кровь. Венозная система выполняет также функцию резервуара крови: в ней постоянно содержится около 64% ее общего объема
- **. Строение**
Так как скорость кровотока по венам и давление в них значительно ниже, чем в артериях, то и стенки вен более тонкие, чем стенки артерий, не слишком упругие и легко растягиваются. В просвете многих вен видны полулунные клапаны — складки внутренней оболочки. Обычно створки клапанов располагаются друг против друга и препятствуют обратному току крови. В разных венах имеется разное число клапанов, особенно многочисленны клапаны в венах нижних конечностей.
Легочные вены

Строение стенки вен.

1. Внутренняя оболочка-эндотелий сосудов

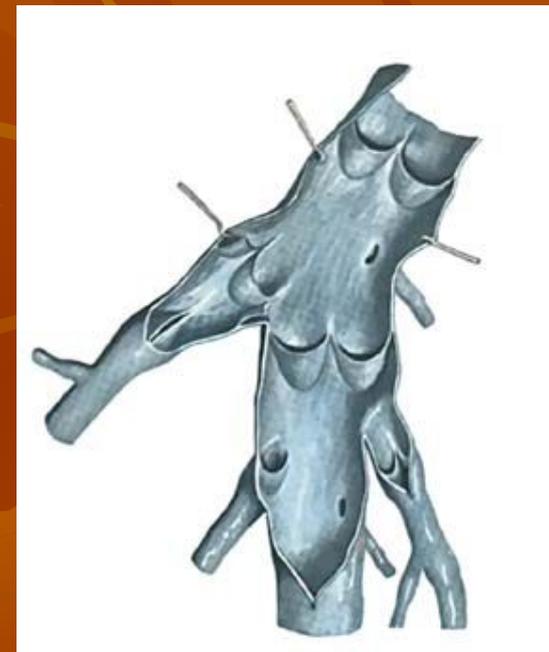
В ряде вен, в их полости есть клапаны- дубликатура внутренней оболочки.Пазухи клапанов открыты в сторону сердца,что способствует прямому току крови и препятствует её обратному движению. Клапанов нет в полых венах,венах головы, шеи,воротной,легочных венах.



2. Средняя оболочка. По строению этой стенки выделяют вены безмышечного типа(вены конечностей) и вены мышечного типа.

Вены со слабым развитием мышечных волокон (верхняя полая вена и её притоки).

Вены с сильным развитием мышечных волокон (нижняя полая вена.крупные вены туловища).

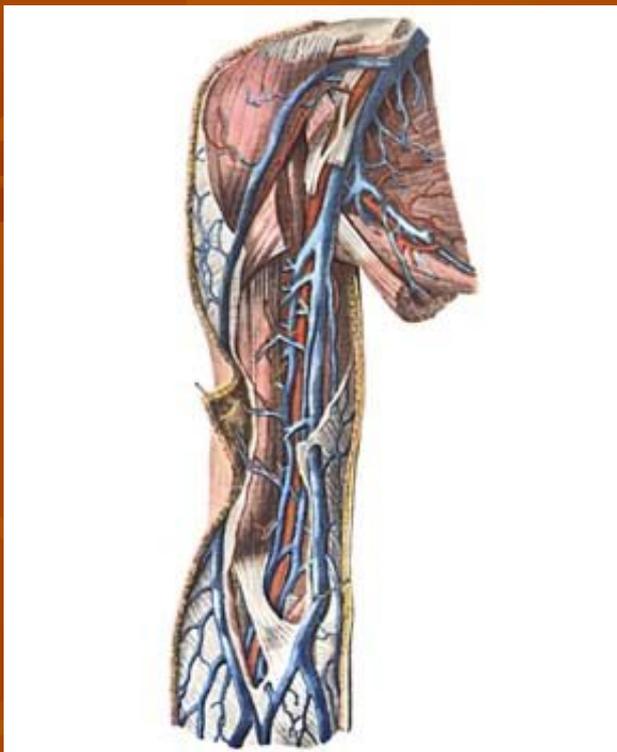


3. Наружная оболочка-соединительнотканная.

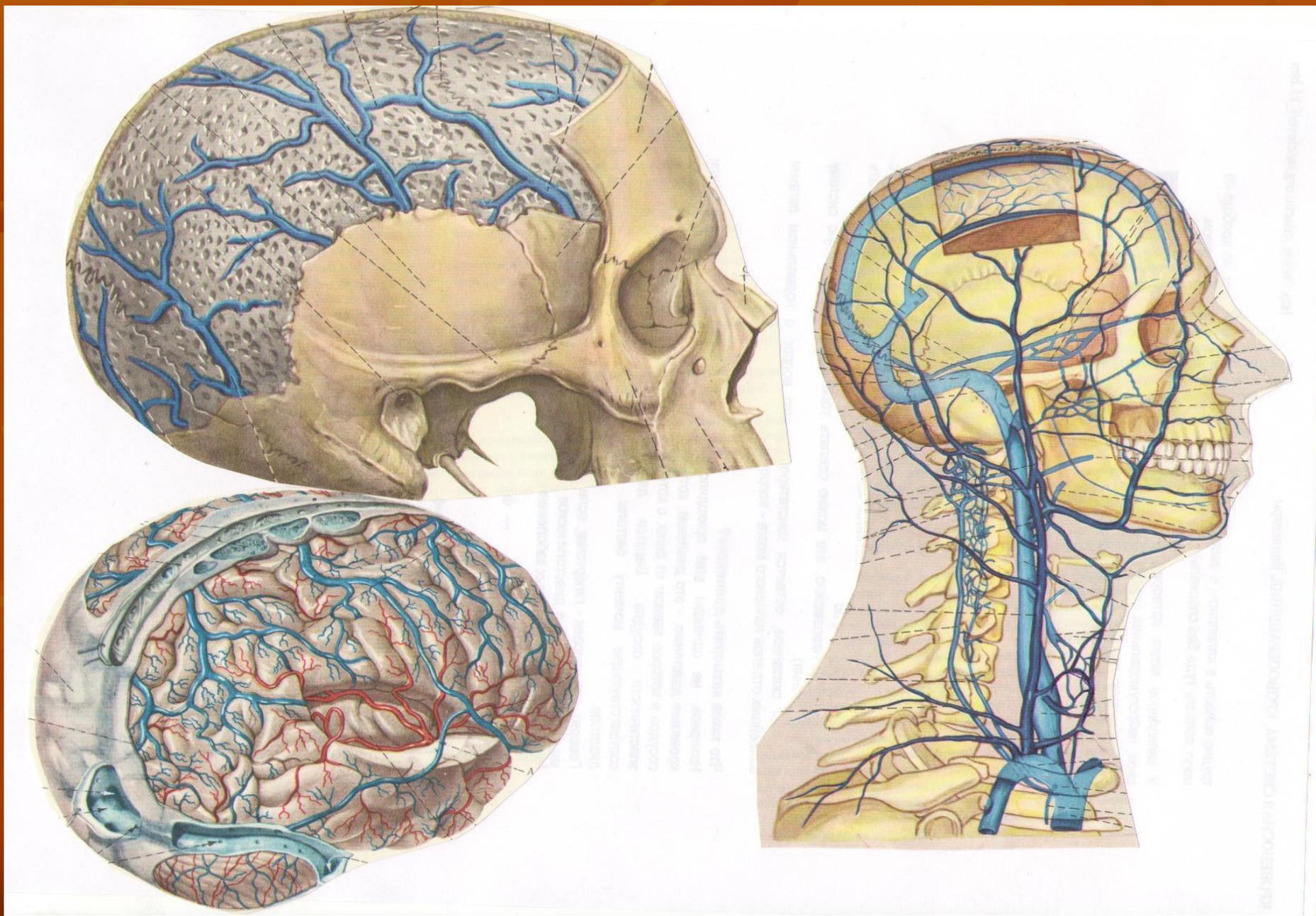
Закономерности распределения вен.

1. Большой диаметр вен по сравнению с артериями.
2. Вены образуют сплетения в органах, меняющих свой объем в зависимости от их функции .
3. В полостях тела (грудной, брюшной, малого таза) вены делятся на пристеночные и органные.
4. Начинаясь на периферии глубокие вены конечностей сопровождают артерии в соотношении $A:B= 1:2$ или $A:B=1:1$
5. На конечностях выделяют вены, идущие независимо от артерий- подкожные вены. Начинаются от подкожных венозных сетей и соединяются между собой большим количеством анастомозов, что улучшает отток крови, но в то же время создают опасность распространения инфекции.
6. В области головы различают вне- и внутричерепные. Особенностью венозного оттока из полости черепа является наличие синусов, образованных твердой мозговой оболочкой, вен губчатого вещества покровных костей черепа, вен- выпускников.
7. Имеется система воротной вены печени.
8. Существуют анастомозы между крупными венам-верхней и нижней полыми и воротной веной.
9. Только одни вены переправляют к сердцу артериальную кровь. Это легочные вены, берущие начало в легких и, таким образом, транспортирующие обогащённую кислородом кровь.
10. Все прочие вены располагаются параллельно артериям и переносят исключительно венозную кровь. Из них особым образом выделяются нижняя и верхняя полые вены, которые впадают в сердце.

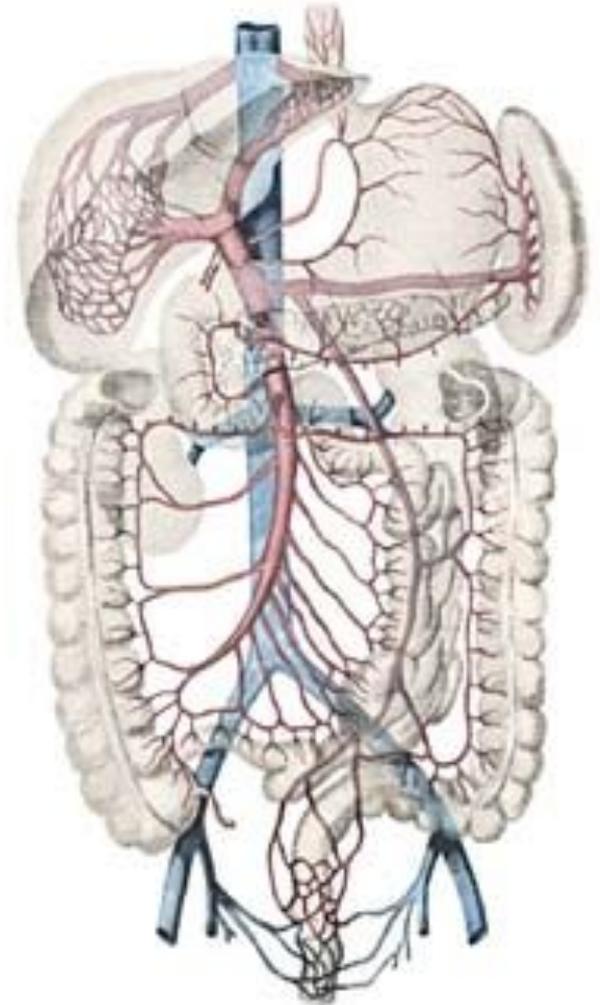
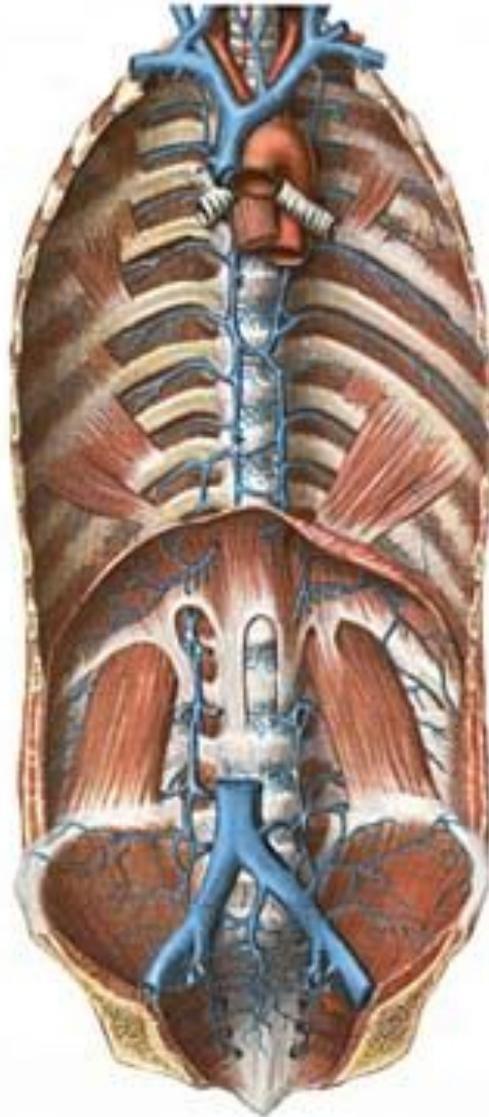
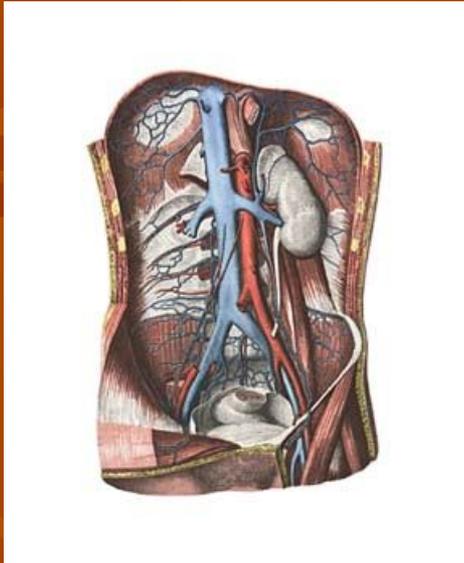
Глубокие и поверхностные вены верхней конечности



Вены головы



Венозные анастомозы



Движению крови по венам способствуют:

- клапаны полости вен;
- сокращение мышц, фасций, движение конечностей;
- экскурсия легких, диафрагмы;
- пониженное давление в грудной полости (присасывающее ее действие);
- присасывающее действие сердца во время диастолы.

При переходе вен с конечностей на туловище стенки вен срастаются с мышцами, сухожилиями, надкостницей. При движении суставов стенки растягиваются, просвет их расширяется.

Возможность движения крови по венам создается благодаря нескольким факторам:

- деятельности сердца и его присасывающему действию
- возникновению разности давления в полостях, когда при вдохе в грудной полости создается отрицательное давление
- - сокращению висцеральной и скелетной мускулатуры органов
- . Также значение имеет и процесс сокращения мышечной оболочки вен, которая сильнее развита в венах не верхней, а нижней половины тела, где более сложные условия для венозного оттока.

Регионарное кровообращение.

- **Регионарное кровообращение.** Общая кровеносная система со своими большим и малым кругами кровообращения функционирует различно в разных областях и органах тела в зависимости от характера их функции и функциональных потребностей в данный момент. Поэтому, кроме общего кровообращения, различают местное, или регионарное (от лат. *regio* — область), кровообращение. Оно осуществляется магистральными и органными сосудами, имеющими свое особое строение в каждом отдельном органе. Для понимания регионарного кровообращения имеет значение правильное представление о микроциркуляции крови.

МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО.

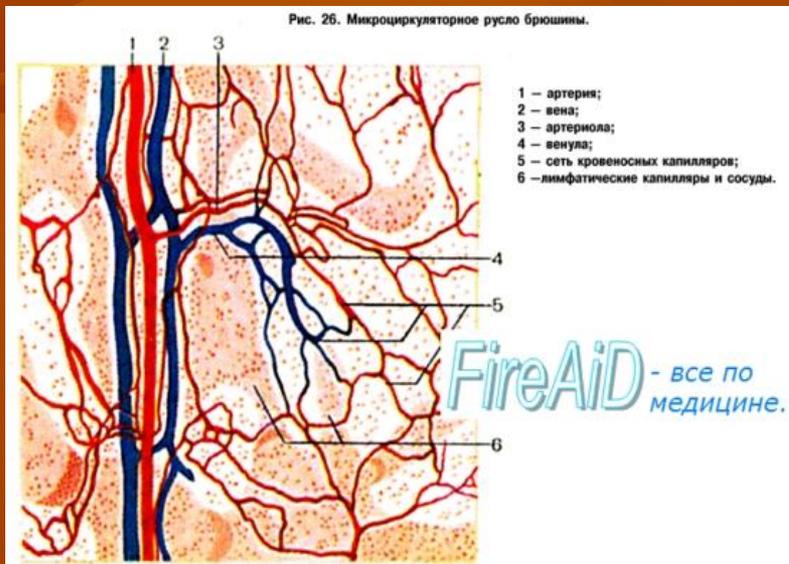
- **Микроциркуляция** — это движение крови и лимфы в микроскопической части сосудистого русла.
- **Микроциркуляторное русло, по В. В. Куприянову**, представляет не механическую сумму различных сосудов, а сложный анатомо-физиологический, поддерживающий тканевое равновесие. обеспечивающий основной жизненно важный процесс организма — обмен веществ
- МЦР считают ключевым звеном сердечно-сосудистой системы, так как все другие ее звенья обеспечивают выполнение основной функции микроциркуляторного русла.

Поэтому В. В. Куприянов рассматривает его как **систему микроциркуляции, КОМПЛЕКС**, состоящий из 7 звеньев (5 кровеносных, лимфатического и интерстициального)

МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО

- 1) **артериолы** как наиболее дистальные звенья артериальной системы. Артериола имеет один слой мышечных клеток, осуществляет регулирующую функцию.
- 2) **прекапилляры, или прекапиллярные артериолы**, являющиеся промежуточным звеном между артериолами и истинными капиллярами. Прекапилляр- мышечные клетки расположены только в местах их деления на капилляры
- 3) **капилляры**. Капилляры выполняют основную функцию кровеносной системы по обмену веществ между кровью и тканями, играя роль гистогематического барьера. Просвет капилляра иногда меньше диаметра эритроцита. Стенка их образована одним слоем эпителиальных клеток, проницаема для растворенных в жидкости веществ и газов. Проницаемость в капиллярах осуществляется путем пиноцитоза или через мельчайшие отверстия в эпителиальных клетках- поры. Есть капилляры с широкими межклеточными щелями, через которые могут проникать форменные элементы крови
- (печень, селезенка, почки, железы внутренней секреции, тонкая кишка). Капилляров много. Они анастомозируют между собой, образуя капиллярные сети, в которых начинаются посткапилляры .
- 4) **посткапилляры, или посткапиллярные венулы**. Посткапилляр – строение стенки аналогично прекапилляру. и
- 5) **венулы**, являющиеся корнями венозной системы. Венулы образуют тонкие начальные отделы (корни) венозного русла.
-

МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОЕ РУСЛО



- Все эти звенья снабжены механизмами, обеспечивающими проницаемость сосудистой стенки и регуляцию кровотока на микроскопическом уровне. Микроциркуляция крови регулируется работой мускулатуры артерий и артериол, а также особых мышечных сфинктеров, существование которых предсказал И. М. Сеченов и назвал их «кранами». Такие сфинктеры находятся в пре- и посткапиллярах. Одни сосуды микроциркуляторного русла (артериолы) выполняют преимущественно распределительную функцию, а остальные (прекапилляры, капилляры, посткапилляры и венулы) — преимущественно трофическую (обменную).
- В каждый данный момент функционирует только часть капилляров (открытые капилляры), а другая остается в резерве (закрытые капилляры).

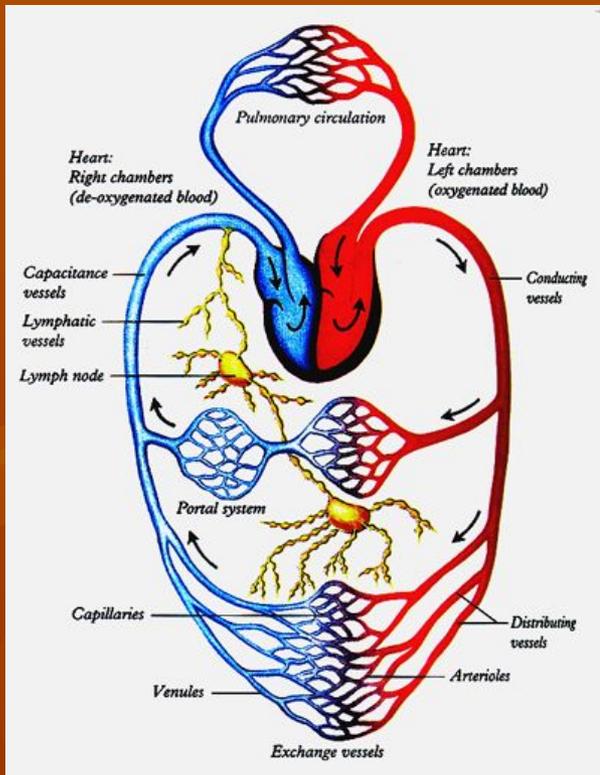
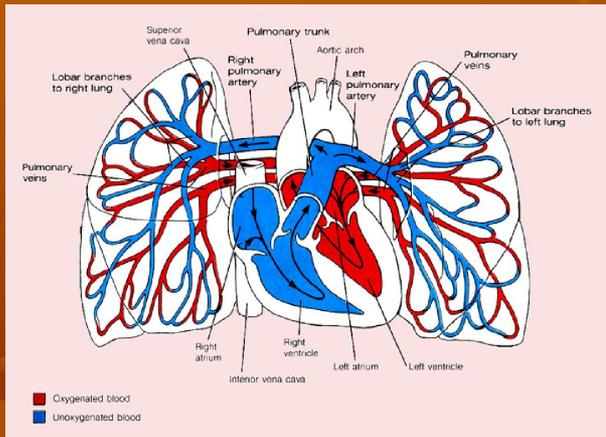
Артериоло-венулярные анастомозы.

- Кроме названных сосудов, советскими анатомами доказана принадлежность к микроциркуляторному руслу артериоло-венулярных анастомозов, имеющих во всех органах и представляющих пути укороченного тока артериальной крови в венозное русло, минуя капилляры. Эти анастомозы подразделяются на истинные анастомозы, или шунты (с запирательными устройствами, способными перекрывать ток крови, и без них), и на межартериолы, или полушунты. Благодаря наличию артериоловенулярных анастомозов терминальный кровоток делится на два пути движения крови: 1) транскапиллярный, служащий для обмена веществ, и 2) необходимый для регуляции гемодинамического равновесия внекапиллярный юкстакапиллярный (от лат. *juxta* — около, рядом) ток крови; последний совершается благодаря наличию прямых связей (шунтов) между артериями и венами (артериовенозные анастомозы) и артериолами и венулами (артериоло-венулярные анастомозы).
- Благодаря внекапиллярному кровотоку происходят при необходимости разгрузка капиллярного русла и ускорение транспорта крови в органе или данной области тела. Это как бы особая форма окольного, коллатерального, кровообращения.

Строение микроциркуляторного русла в разных органах

- имеет свои особенности в разных органах, соответствующие их строению и функции. Так, в печени встречаются широкие капилляры — печеночные синусоиды, в которые поступает артериальная и венозная (из воротной вены) кровь. В почках имеются артериальные капиллярные клубочки. Особые синусоиды свойственны костному мозгу и т. п.
- Процесс микроциркуляции жидкости не ограничивается микроскопическими кровеносными сосудами. Организм человека на 70 % состоит из воды, которая содержится в клетках и тканях и составляет основную массу крови и лимфы. Лишь $\frac{1}{5}$ всей жидкости находится в сосудах, а остальные $\frac{4}{5}$ ее содержатся в плазме клеток и в межклеточной среде. Микроциркуляция жидкости осуществляется, кроме кровеносной системы, также в тканях, в серозных и других полостях и на пути транспорта лимфы.
- **Из микроциркуляторного русла** кровь поступает по венам, а лимфа — по лимфатическим сосудам, которые в конечном счете впадают в присердечные вены. Венозная кровь, содержащая присоединившуюся к ней лимфу, вливается в сердце, сначала в правое предсердие, а из него в правый желудочек. Из последнего венозная кровь поступает в легкие по малому (легочному) кругу кровообращения.

Круги кровообращения.



Малый (легочный) круг кровообращения

- служит для обогащения крови кислородом в легких. Он начинается в правом желудочке, куда переходит через правое предсердно-желудочковое (атриовентрикулярное) отверстие вся венозная кровь, поступившая в правое предсердие. Из правого желудочка выходит легочный ствол, который, подходя к легким, делится на правую и левую легочные артерии. Каждая артерия входит в легкое через ворота и, сопровождая структуры «бронхиального дерева» до структурно-функциональные единицы легкого ацинуса. Разветвляются в легких на артерии, артериолы, прекапилляры и капилляры. В капиллярных сетях, оплетающих легочные пузырьки, кровь отдает углекислоту и получает взамен новый запас кислорода (легочное дыхание). Окисленная кровь снова приобретает алый цвет и становится артериальной. Обогащенная кислородом артериальная кровь поступает из капилляров в венулы и вены, которые, слившись в четыре легочные вены (но две с каждой стороны), впадают в левое предсердие.
- **В левом предсердии заканчивается малый (легочный) круг кровообращения**, а поступившая в предсердие артериальная кровь переходит через левое атриовентрикулярное отверстие в левый желудочек, где начинается большой круг кровообращения.

■

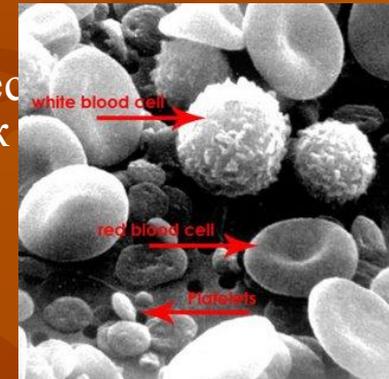
Большой (телесный) круг кровообращения

- служит для доставки питательных веществ и кислорода всем органам и тканям тела и удаления из них продуктов обмена и углекислоты.
- Он начинается в левом желудочке сердца, из которого выходит аорта, несущая артериальную кровь. Артериальная кровь содержит необходимые для жизнедеятельности организма питательные вещества и кислород и , имеет ярко-алый цвет. Аорта разветвляется на артерии, которые идут ко всем органам и тканям тела и переходят в толще их в артериолы и далее в капилляры. Капилляры в свою очередь собираются в венулы и далее в вены. Через стенку капилляров происходят обмен веществ и газообмен между кровью и тканями тела. Протекающая в капиллярах артериальная кровь отдает питательные вещества и кислород и взамен получает продукты обмена и углекислоту (тканевое дыхание). Вследствие этого поступающая в венозное русло кровь бедна кислородом и богата углекислотой и потому имеет темную окраску — венозная кровь; при кровотечении по цвету крови можно определить, какой сосуд поврежден — артерия или вена. Вены сливаются в два крупных ствола — верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие. Этим отделом сердца заканчивается **большой (телесный) круг кровообращения**. Дополнением к большому кругу является круг кровообращения, обслуживающий само сердце. Он начинается выходящими из аорты венечными артериями сердца и заканчивается венами сердца. Последние сливаются в венечный синус, впадающий в правое предсердие, а мелкие вены открываются в полость предсердия непосредственно.
- <http://www.you tube.com/ Круги кровообращения.mov>

Кровь (haima, sanguis)

- Жидкость, циркулирующая в кровеносной системе и переносящая газы и другие растворенные вещества, необходимые для метаболизма либо образующиеся в результате обменных процессов- это-**КРОВЬ**.

- Нормальное функционирование любого животного организма требует эффективной циркуляции крови, поскольку она переносит кислород, питательные вещества, соли, гормоны и другие жизненно необходимые вещества ко всем органам тела. Кровь должна омывать ряд особых органов, таких, как печень и почки, которые нейтрализуют или выводят конечные продукты метаболизма. Накопление этих продуктов может привести к хроническому нездоровью и даже к смерти. Кровь непрерывно движется по кровеносным сосудам, отделена от других тканей стенкой сосуда. Но ее основные части (плазма, форменные элементы) могут переходить в соединительную ткань за пределы стенки сосуда, что дает возможность крови обеспечивать постоянство состава внутренней среды организма.



- Среднее количество крови у взрослого человека составляет 6-8 % массы его тела. Объем крови у взрослого человека -4500-6000мл.,

- $V = 5-5.5$ л

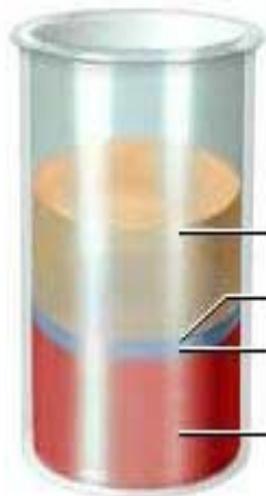
- Кровь относится к быстрообновляющимся тканям. Состоит из плазмы (прозрачной жидкости бледно-желтого цвета) и взвешенных в ней клеточных элементов.

- Регенерация форменных элементов крови осуществляется за счет разрушения старых клеток и постоянного образования новых органами кровотока: красный костный мозг, ретикулоэндотелиальная система.

- Плазма (55-60%)

- Форменные элементы (40-45%)

КОМПОНЕНТЫ КРОВИ

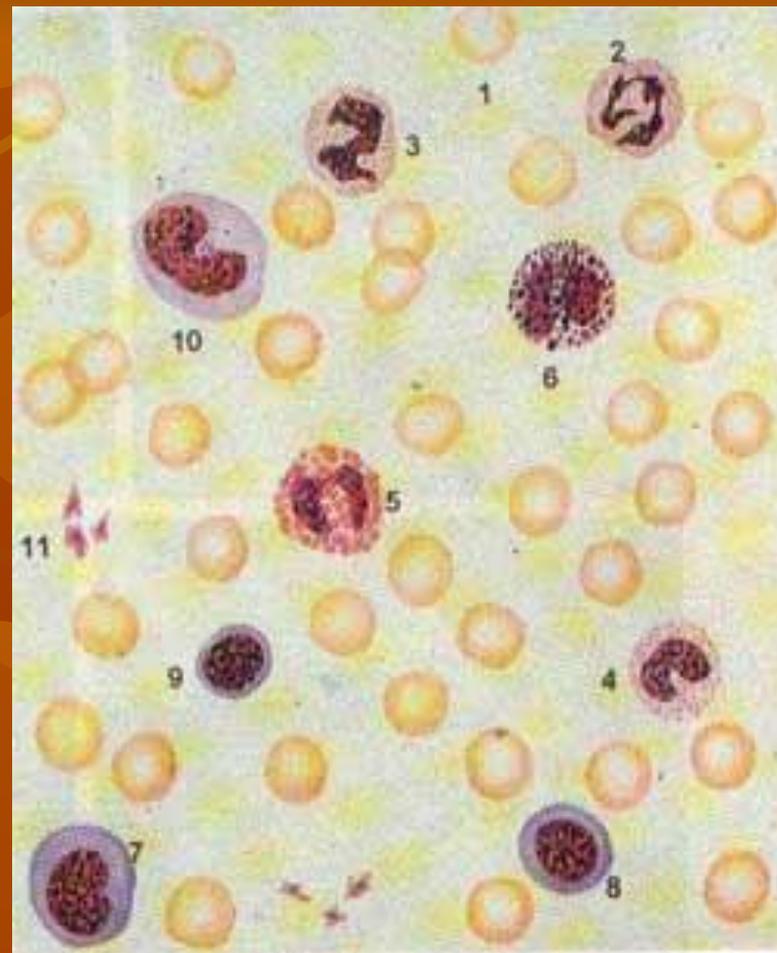


плазма - 55%

тромбоциты - 1%

белые клетки крови - 3%

красные клетки крови - 41%



форменные элементы:

Эритроциты

Лейкоциты

Тромбоциты (кровяные пластинки)



Эритроцит, тромбоцит, лейкоцит

Кровь (haima, sanguis) – 5-9% от массы тела, V = 5-5.5 л

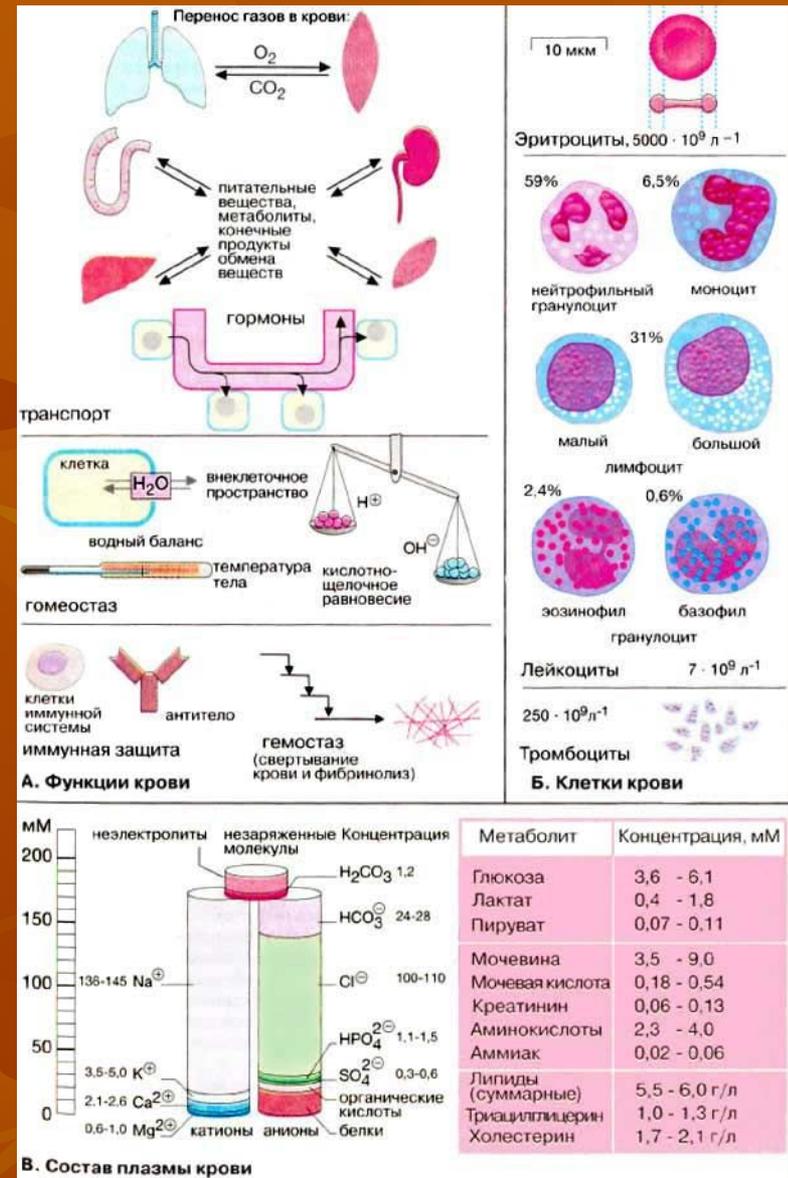
Состав крови

- плазма - до 60%
- до 40% эритроциты
- неорганические вещества - 1%
- белки - 7% альбумины
- Плазма (55-60%) глобулины
- фибриноген
- глюкоза 0,1%
- газы
- питательные вещества, промежуточные и конечные продукты обмена веществ
- Сухой остаток – 7-10%
- Из него:
 - Белки – 6-8%
 - Остальное – жиры, углеводы, минеральные соли
- Главные группы белков плазмы
 - Альбумины
 - Глобулины
 - Фибриноген

форменные элементы -

лейкоциты

тромбоциты



ФУНКЦИИ КРОВИ.

1. Транспорт газов- дыхательная- доставка кислорода тканям из легких и диоксид углерода от них в легкие
2. Транспортная- трофическая -доставка тканям питательных веществ к печени и другим органам после всасывания из кишечника.
3. Транспортная- экскреторная- перенос продуктов метаболизма из тканей для их выведения почками, печенью.
4. Гуморальная- связывает необходимые различные органы и системы. (гормоны).
5. Гомеостаз (поддержание постоянства внутренней среды) регулирует водно-соляной баланс между кровью и клетками, обеспечивает кислотно-щелочное равновесие. В норме pH (pH – это показатель концентрации водородных (H) ионов) артериальной крови составляет 7,4, т.е. близок к нейтральному. Венозная кровь из-за растворенного в ней диоксида углерода несколько закислена: диоксид углерода (CO_2), образующийся в ходе метаболических процессов, при растворении в крови реагирует с водой (H_2O), образуя угольную кислоту (H_2CO_3).
6. Терморегуляторная – регулирует теплоотдачу через кожу.
7. Механическая- придает тургорное напряжение органам за счет прилива к ним крови. Обеспечивает ультрафильтрацию в капиллярах нефронов.
8. Защита — обладает неспецифическими и специфическими механизмами защиты
9. Гемостаз- осуществляет свертывание крови и фибринолиз.

Белки плазмы крови

Альбумины- высокомолекулярные соединения сложного строения. В их состав входят аминокислоты (> 20). Альбумины до 45% всех из белков .Они поддерживают коллоидно-осмотическое давление, удерживая воду. Выполняют транспортную функцию.Переносят кислоты, липиды, билирубин, стероидные гормоны, витамины. Связывают ряд ионов ,поддерживают постоянство гомеостаза- кислотно- основного состояния крови, определяют вязкость крови.Недостаток белков ведет к появлению отеков (при голодании, заболеваниях почек, недостатке функции печени, отравлении, алкоголизме). Увеличено количество белков при ожогах, травмах.

Глобулины выполняют функции антител Глобулины участвуют в иммунных реакциях- продуцируются клетками иммунной системы, разнообразны, вырабатывают антитела.

Количество их увеличивается при острых гнойных , злокачественных образованиях, при вирусных, бактериальных инфекциях Снижение – при поражениях печени.

Фибриноген участвует в процессе свертывания крови.

Форменные элементы крови

Эритроциты -вырабатываются в красном костном мозге. Количество до 5 млн, срок жизни до 120 суток. Эритроциты заполнены железосодержащим белком-гемоглобином, который выполняет одну из главных функций - транспорт газов. Эритроциты регулируют кислотно-основное равновесие, адсорбируя в плазме аминокислоты, липиды и переносят их тканям.

Лейкоциты, количество их –9000, срок жизни-8-2суток.

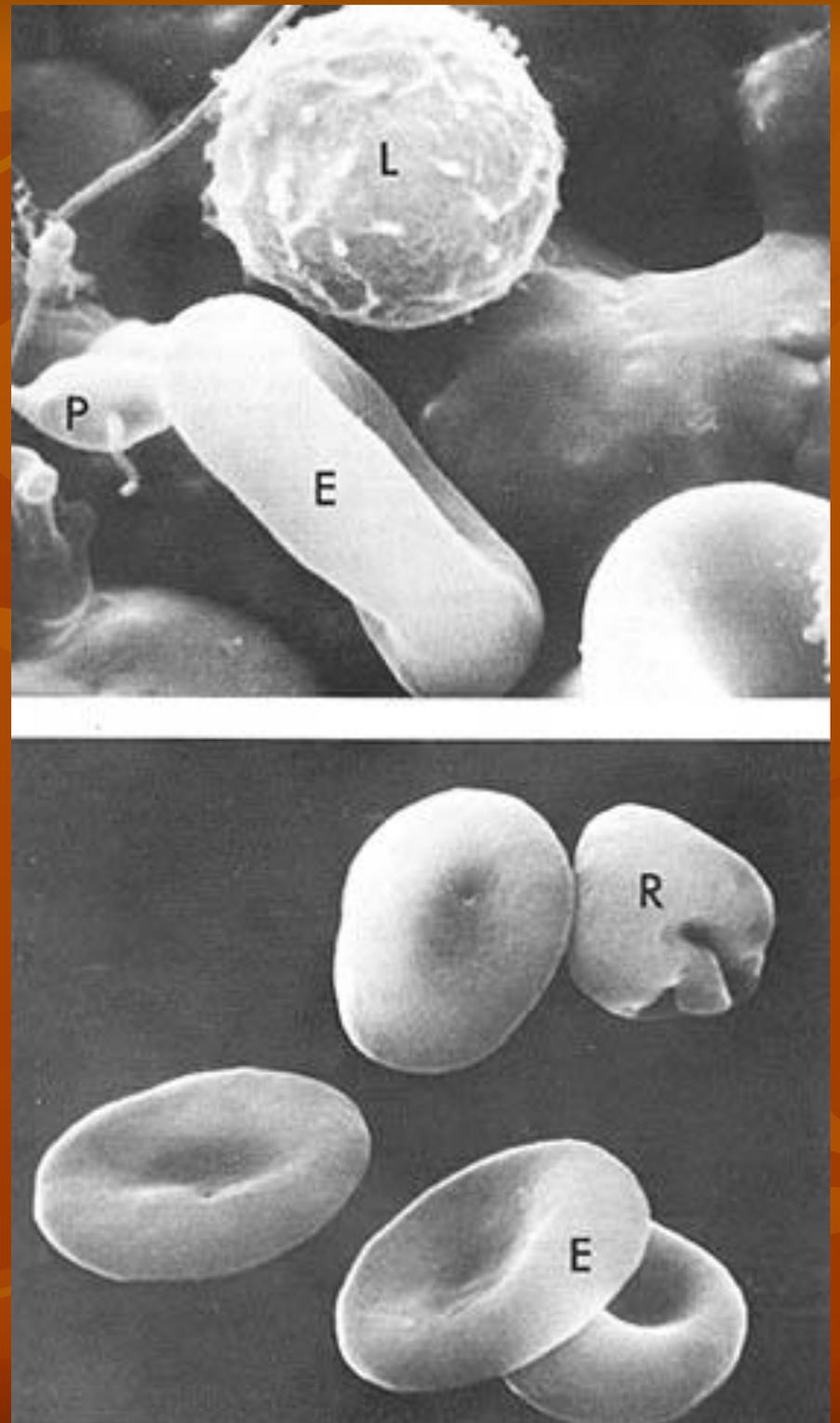
Лейкоциты являются частью иммунной системы организма, вырабатывают антитела, а также связывают и разрушают чужеродные белки, попадающие в кровь.

Лейкоциты могут выходить из полости сосуда в окружающую ткань, способны к захватыванию и внутриклеточному перевариванию микроорганизмов и продуктов распада клеток, т.к. в их цитоплазме большое количество гидролитических ферментов. Всегда много лейкоцитов в очаге воспаления. Лейкоциты образуют бактерицидные вещества.

Тромбоциты, - кровяные пластинки, вырабатываются в красном костном мозге. Количество 200-300 тысяч, продолжительность жизни 5-8 дней.

В них протекают основные биохимические процессы: синтез белка, обмен липидов и углеводов, биологическое окисление, они обеспечивают свертывание крови при кровотечениях совместно с белком фибриногеном плазмы.

Сканирующая электронная микроскопия.
Эритроцит – E. Лимфоцит – L. Тромбоцит –
P. Ретикулоцит – R



Эритроциты (эр.)

Эритроциты (эр.)

Эритроцит (нормоцит) – безъядерная клетка, диаметр – $3.9-4.9 \times 10^{-6}$ м. Время жизни эритроцита – 100-120 дней. Форма – двояковогнутый диск (дискоциты)

Состав эритроцита

40% - сухой остаток. В сухом остатке – 95% гемоглобин, состоящий из гема и глобина

- Гемоглобин переносит кислород и углекислоту
- 60 % воды

■ Виды гемоглобина

- Гемоглобин А (HbA) – гемоглобин взрослого
- Гемоглобин F (HbF) (фетальный) – гемоглобин плода
- У взрослого HbA – 98%, HbF – 2%
- У плода - HbA – 80%, HbF – 20%
- Формы гемоглобина
- Оксигемоглобин
- Карбоксигемоглобин



Морфологическая классификация эритроцитов

1. Дискоциты – имеют форму двояковогнутого диска
2. Эхиноциты – шиповидные эр.
3. Стоматоциты – куполообразные. **80-90%**
4. Сфероциты – шарообразные
5. Планоциты – с плоской поверхностью.

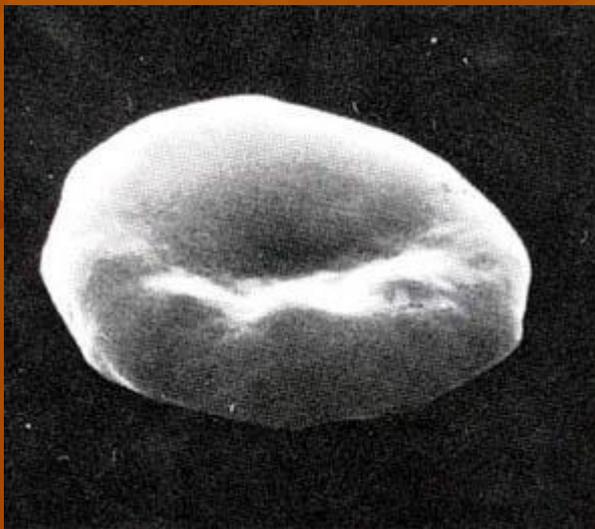
2-5 – стареющие формы

Классификация по размеру

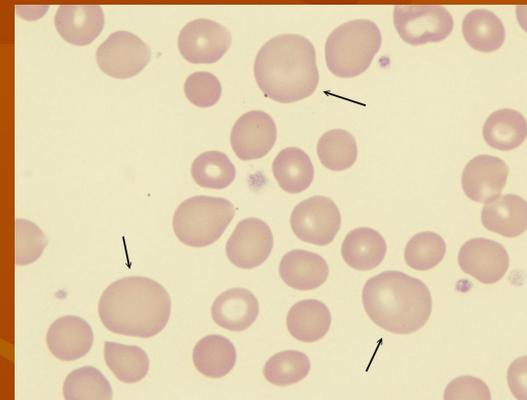
Нормоцит 75%

- Макроцит 12,5%
- Микроцит 12,5%

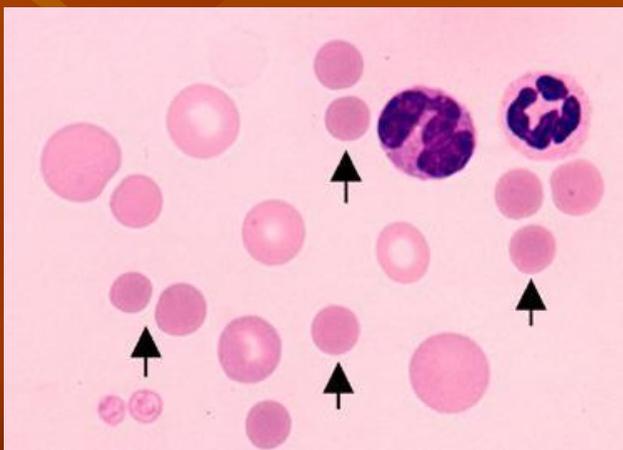
Сканирующая электронная микроскопия.
Дискоцит нормоцит (из Bessis M: Blood
Smears Reinterpreted, Springer-Verlag,
1977, p. 53).



Макроциты. Ув.х1000



- Микроциты и сфероциты при
аутоиммунной гемолитической анемии



Слева направо: эхиноцит,
стоматоцит, сфероцит



Пути старения эритроцитов.

- Кренирование – образование зубцов на плазмолемме

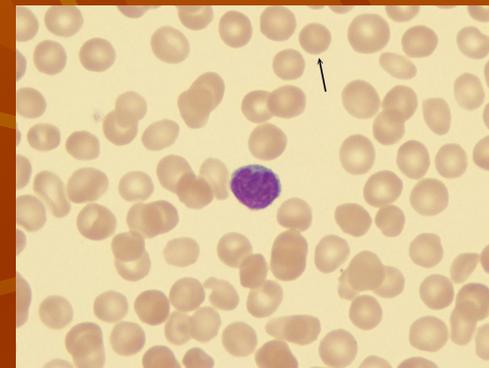
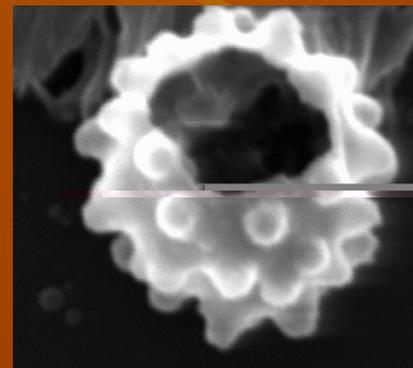
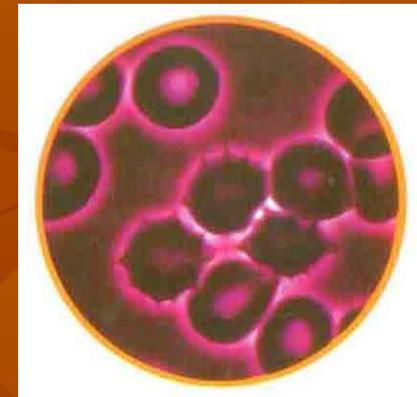
- Инвагинация - впячивание участков плазмолеммы

- Окончательное разрушение старых эр. происходит в селезенке.

Гибель эритроцитов

- В селезенке, печени, костном мозге

- Гемолиз – разрушение эритроцита в следствие внутренних дефектов клетки (насл.заболевания), под влиянием экзогенных факторов (яды), при пирексии (температуры), при механическом повреждении (гемодиализ, аппарат искусственного сердца)



1.Эхиноцит. Ув.х1000

2.Эхиноциты

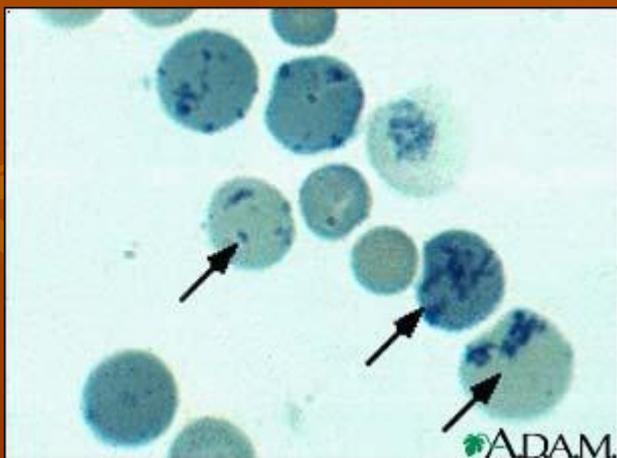
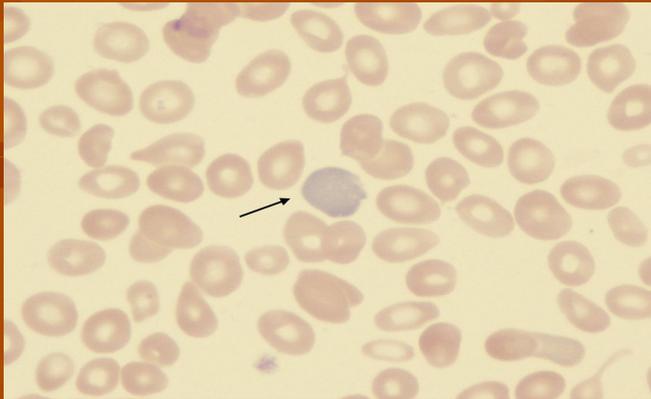
- зазубренные эритроциты
Сканирующая электронная
микроскопия.

3.Эхиноцит

4. Сфероцит.

Ув.х1000

Ретикулоциты



- 🚚 Незрелые эритроциты, поступающие в кровотоки из костного мозга.
- 🚚 Содержат остатки органеллы
- 🚚 Окончательно превращаются в эритроциты после 24-48 часов после выхода в кровотоки

Лейкоциты

Лейкоциты

Зернистые
лейкоциты
(гранулоциты)

Незернистые
лейкоциты
(агранулоциты)

нейтрофилы

эозинофилы

базофилы

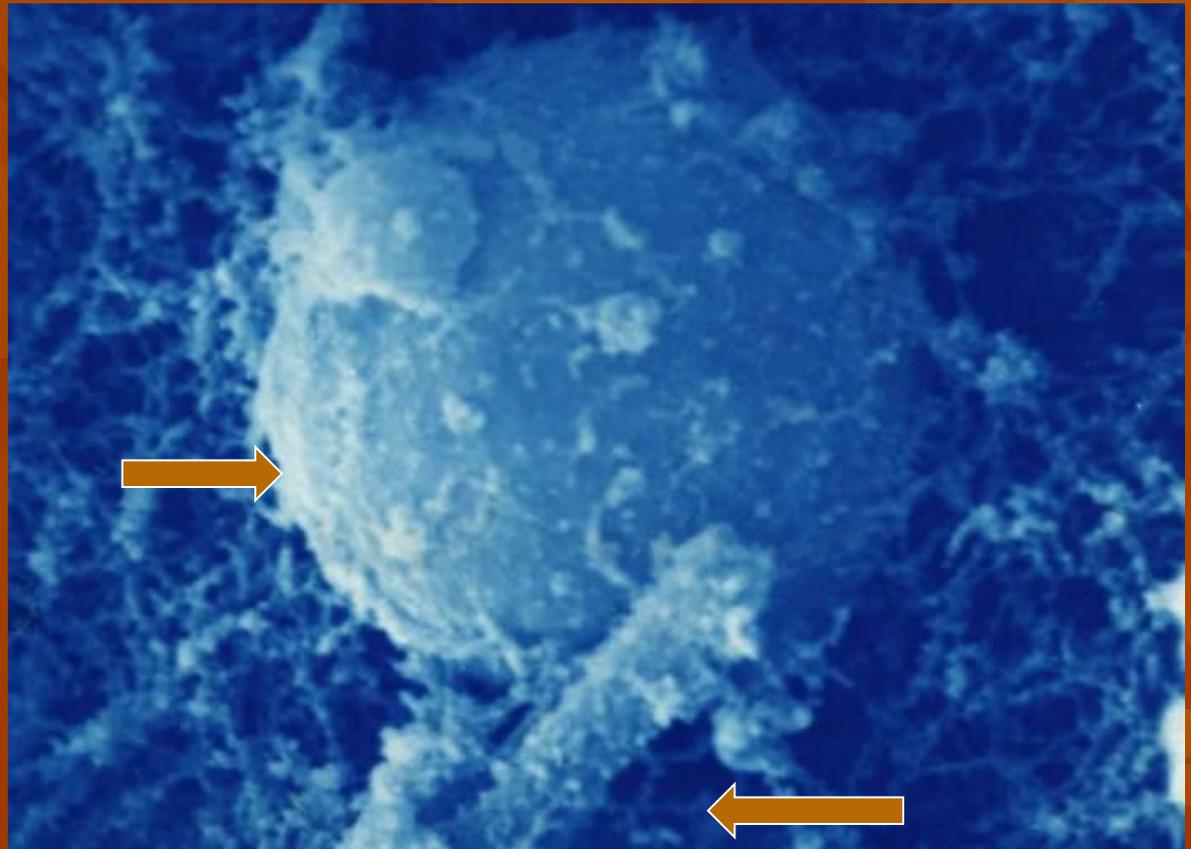
лимфоциты

моноциты

Лейкоциты (Л.)

- Белые кровяные тельца. В 1 л крови – $3.8-9.8 \times 10^9$ лейкоцитов

Электроннограмма лейкоцита и фагоцитируемой им бактерии, полученная при сканирующей электронной микроскопии; $\times 20000$.



Гранулоциты

- В цитоплазме есть гранулы:
 1. Первичные (азурофильные (лизосомы))
 2. Специфические (вторичные) состоят из
 - Нейтрофильных гранул
 - Эозинофильных гранул
 - Базофильных гранул

Нейтрофи
лы
Эозинофи
лы
Базофилы

Юные

Палочкоядерн
ые

Сегментоядер
ные
(самые
зрелые)

Нейтрофилы (н.)

- 48-78% от общего количества лейкоцитов
 - Размер в мазке крови – 12 мкм
 - Диаметр мигрирующего н. в ткани до 20 мкм
 - Образуются в красном костном мозге (ккм)
 - Продолжительность жизни – 8 суток
 - **Пулы нейтрофилов.**
 - Циркулирующий пул – нейтрофилы в кровотоке
 - Пограничный пул – нейтрофилы, связанные с эндотелиальными клетками мелких сосудов различных органов, особенно легких и селезенки
 - Резервный пул – зрелые нейтрофилы красного костного мозга.
 - **Морфология нейтрофила.**
 - Юные
 - Палочкоядерные
 - Сегментоядерные
 - Юные нейтрофилы – бобовидное ядро
- Палочкоядерные нейтрофилы: S-образное ядро
Сегментоядерные нейтрофилы: ядро из 3-5 сегментов с перемычками + у женщин тельце Барра (вырост в виде барабанной палочки одного из сегментов)



Нейтрофил палочкоядерный



Нейтрофил сегментоядерный.
Азурофильные гранулы

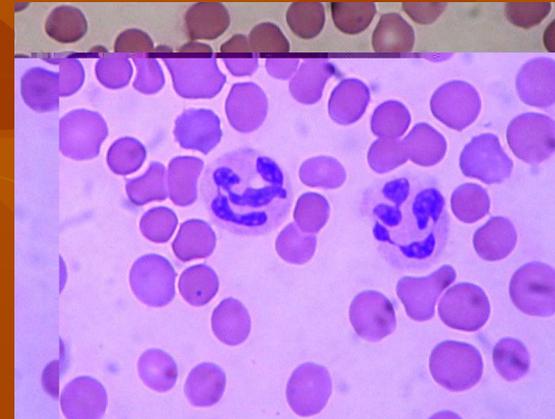
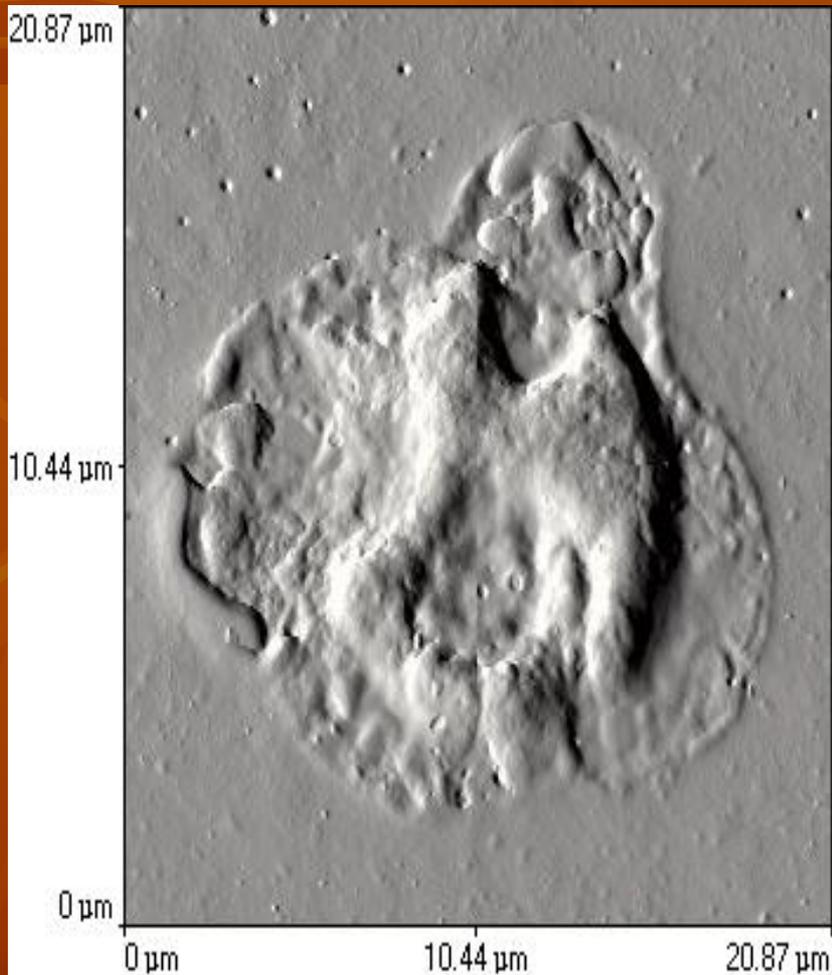


Нейтрофил с гиперсегментированным ядром (стареющий)

Нейтрофилы (н.)

1. Топография поверхности интактного нейтрофила, метод сканирующей зондовой микроскопии.

- 2.3. Нейтрофилы



Функции нейтрофилов.

1. Фагоцитарная – микрофаг
2. Фагоцитоз опсонизированных микроорганизмов

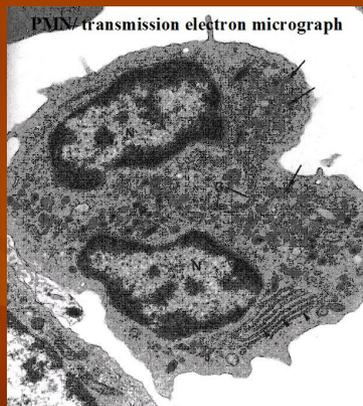
Нейтрофилия – увеличение количества нейтрофилов выше верхней границы нормы

Нейтропения – уменьшение количества нейтрофилов ниже нижней границы нормы

Сдвиг влево – увеличение количества юных и палочкоядерных гранулоцитов выше нормы

Сдвиг вправо – увеличение количества сегментоядерных гранулоцитов выше нормы

Электронная
микрофотография
нейтрофила



4. Нейтрофил захватывает шигеллу с помощью псевдоподий.

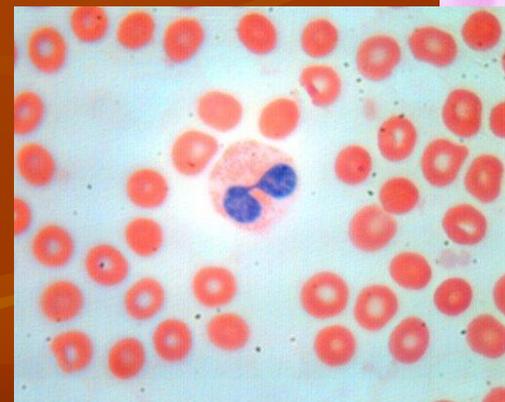
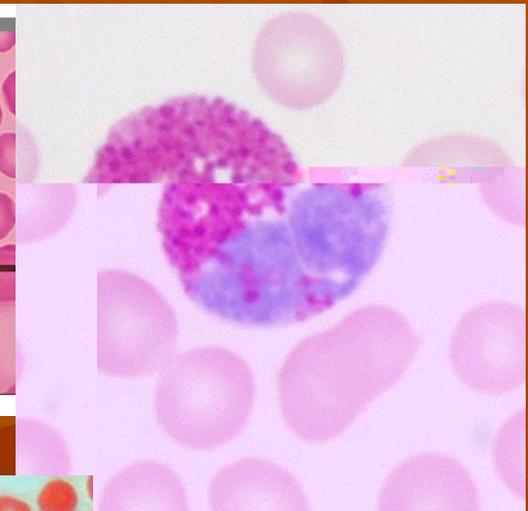
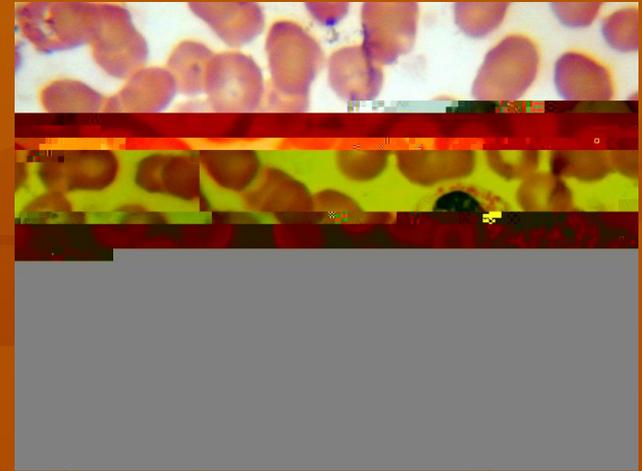
•

Эозинофилы (э.)

- 1-5% от всех лейкоцитов
- В течение суток их количество меняется. Минимально утром
- После образования в ККМ находятся несколько дней, затем 3-8 часов циркулируют в крови, затем идут в ткани
- Размер 12 – 20 мкм
- Продолжительность жизни – 8-14 дней
- В специфических эозинофильных гранулах
 1. Главный основной белок – в гранулах на Э/М виден в виде кристаллоида
 2. Анафилоксидаза
 3. Гистаминаза

Функции э.

1. Антипаразитарные реакции
2. Участие в аллергических и анафилактических реакциях



Базофилы (б.)

- 0-1% от общего числа лейкоцитов крови

- В крови – 1-2 суток

- Размер 10-12 мкм

- Продолжительность жизни и судьба в тканях пока не выяснены

- Уплотненное ядро состоит из 3-х долек, изогнуто S-образно

- **Специфические гранулы б.**

- Крупные, окрашиваются метакроматически

- В гранулах – ферменты и медиаторы:

- Гистамин

- Серотонин

- Нейтральные протеазы (триптаза и химаза)

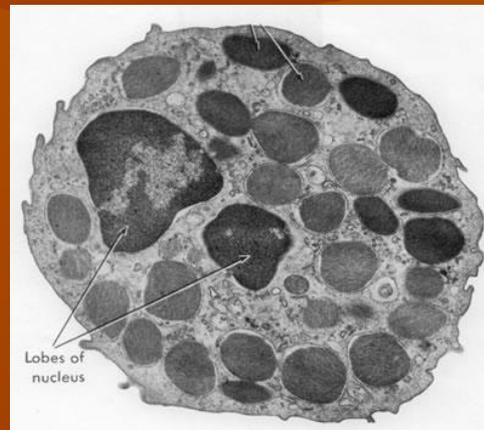
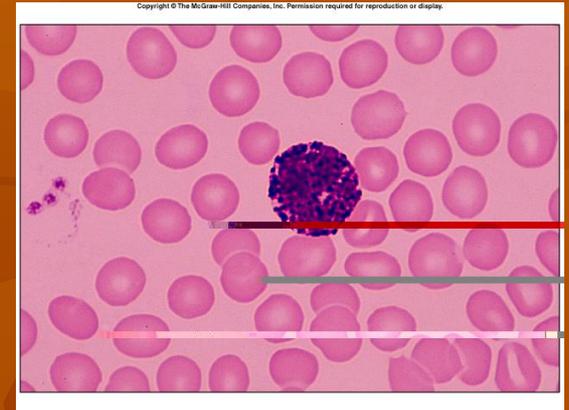
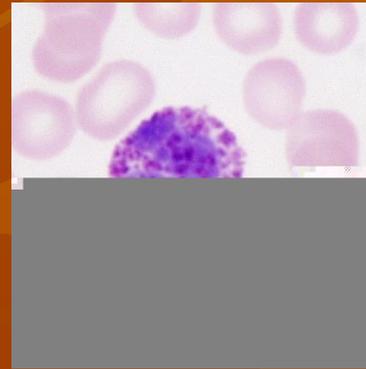
- Медиаторы воспаления (SRS-A, ECF)

- Лизосомные гидролазы.

- **Функция б.**

- Активированные базофилы покидают кровотока, мигрируют в очаги воспаления и участвуют в аллергических реакциях

- Содержат рецепторы к IgE



базофилофил.
Электронная
микрофотограф
ия

Моноциты м.

- Самые крупные лейкоциты
- 2-9 %
- Крупное подковообразное ядро имеет пятнистый виз из-за неравномерно конденсированного хроматина

В цитоплазме –

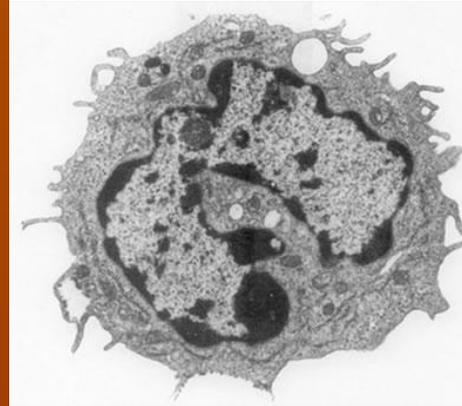
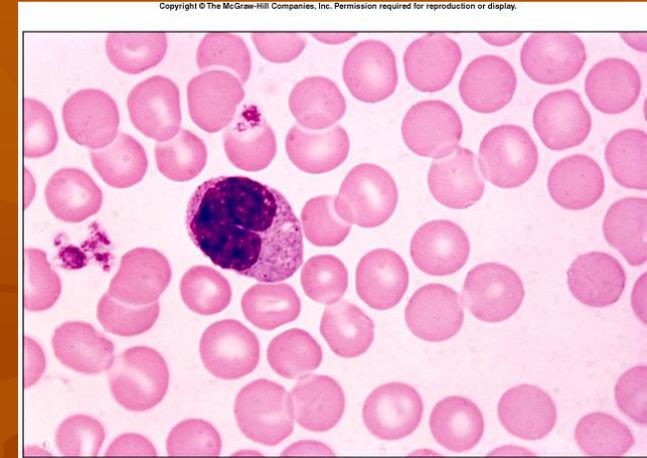
- Лизосомы содержат кислые гидролазы, арилсульфатазу, катепсин С, кислую фосфатазу, пероксидазу
- Вакуоли, полисомы, КГ, Мх
- Моноциты – незрелые клетки, дифференцируются в макрофаги

В кровотоке циркулируют 2-4 суток

Активированные м. выделяют БАВ (ИЛ1, ИЛ6, фактор некроза опухоли α (ФНО α), простагландины, интерферроны (ИНФ), факторы хемотаксиса нейтрофилов)

Функция м.

- Фагоцитоз
- Синтезируют эндогенные пирогены (ИЛ1, ИЛ6, ИЛ8, ФНО α , α ИНФ) под влиянием экзогенных пирогенов (эндотоксины Гр⁻ бактерий)

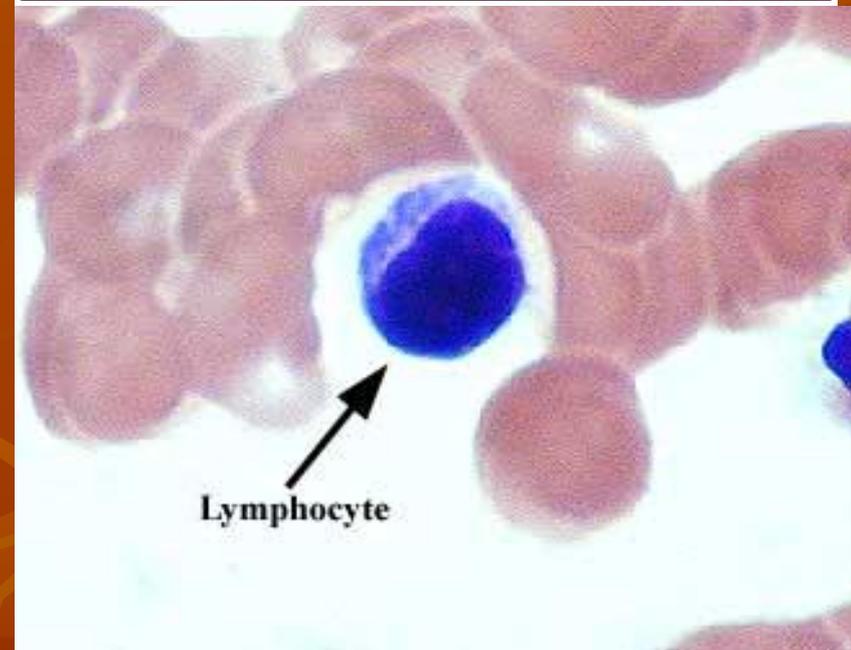
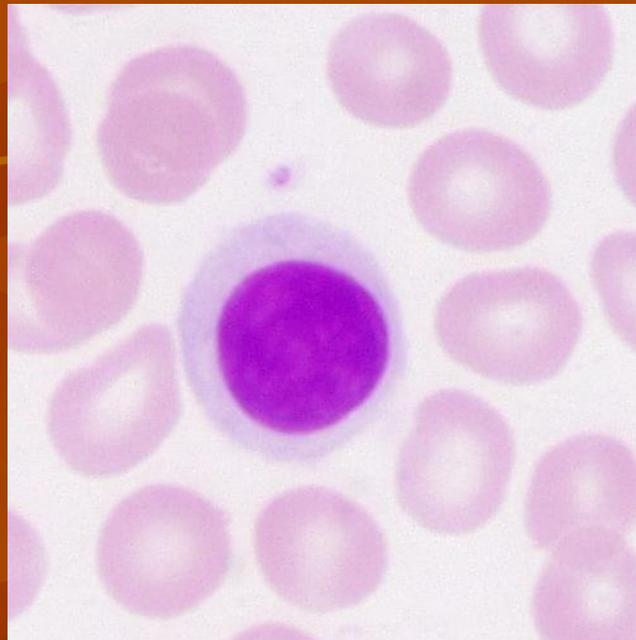
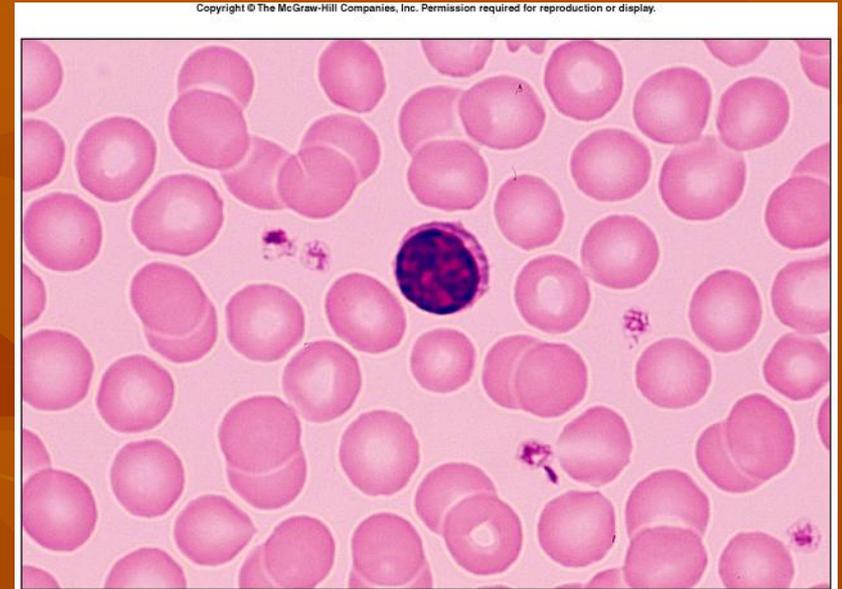


Моноцит.
Электрон
ая
микрофото
графия



Лимфоциты лф.

- 20-45% от общего числа лейкоцитов крови
- Могут мигрировать через базальную мембрану в эпителий
- Живут от нескольких месяцев до нескольких лет



Лф.

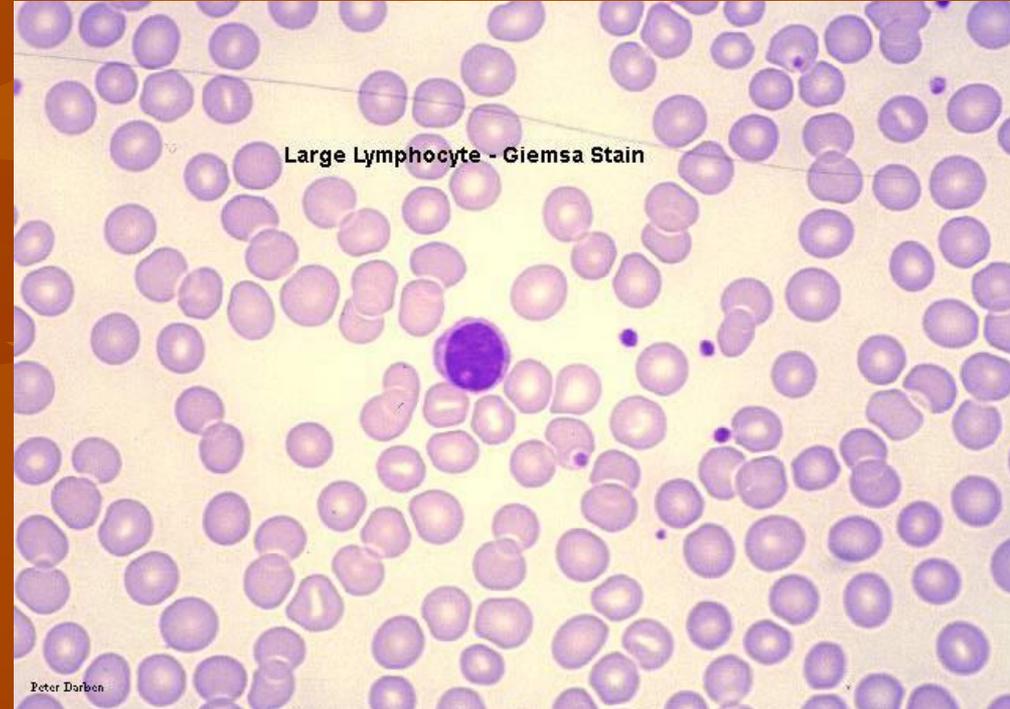
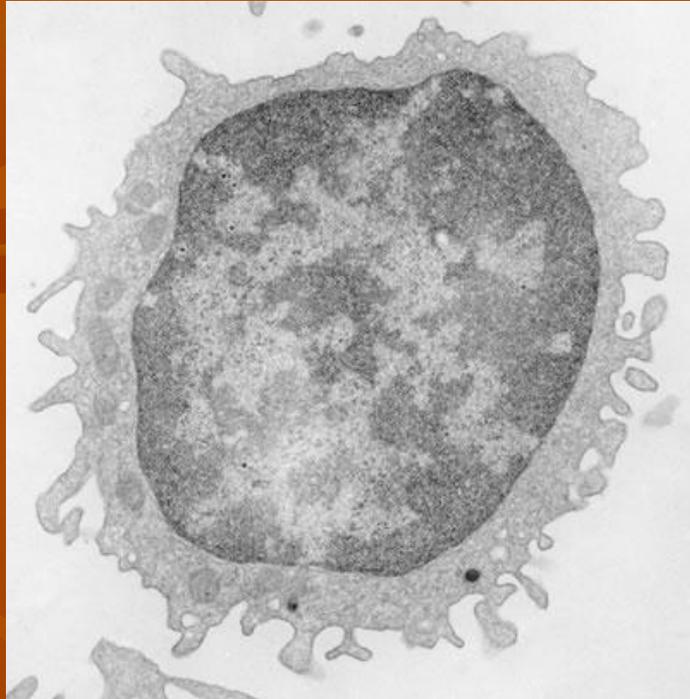
Большие

Средние

Малые

Малый лимфоцит. Электронная микрофотографи

Большой лимфоцит



Лф.

Т-лф.

В-лф.

НК

Т-лф

Т-
хелперы

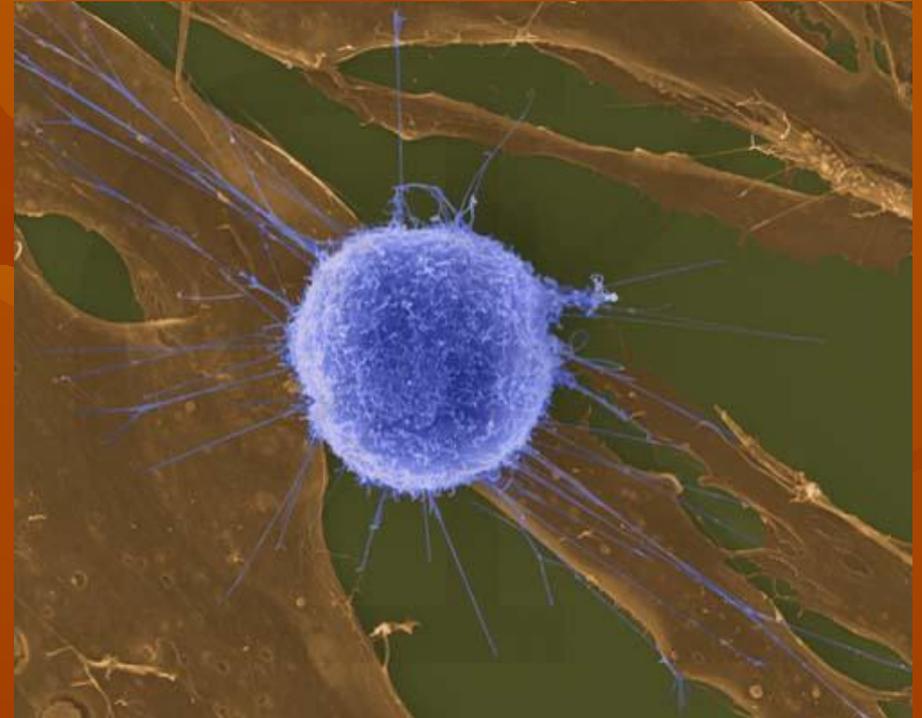
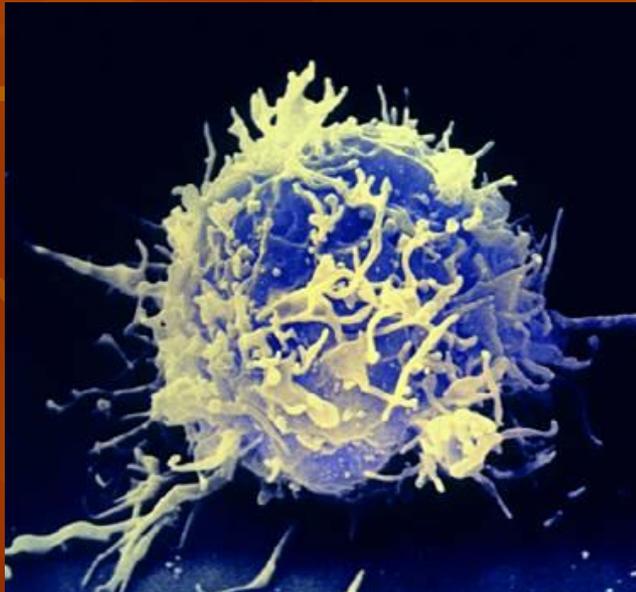
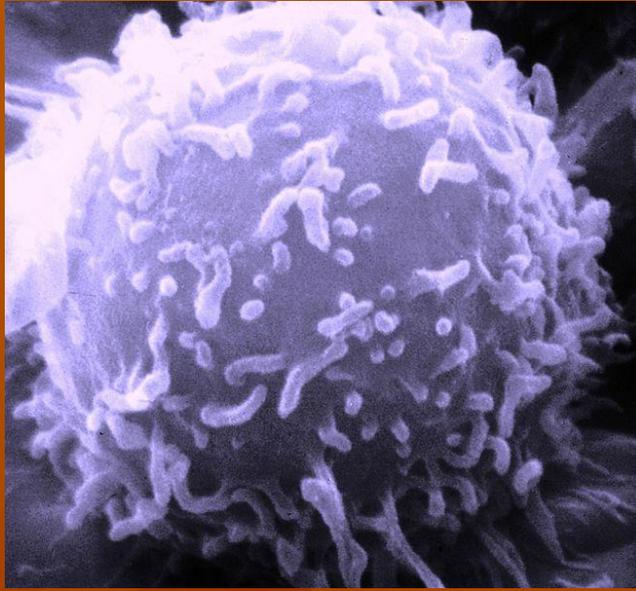
Т-
супрессо
ры

Т-
киллеры

Т-
память

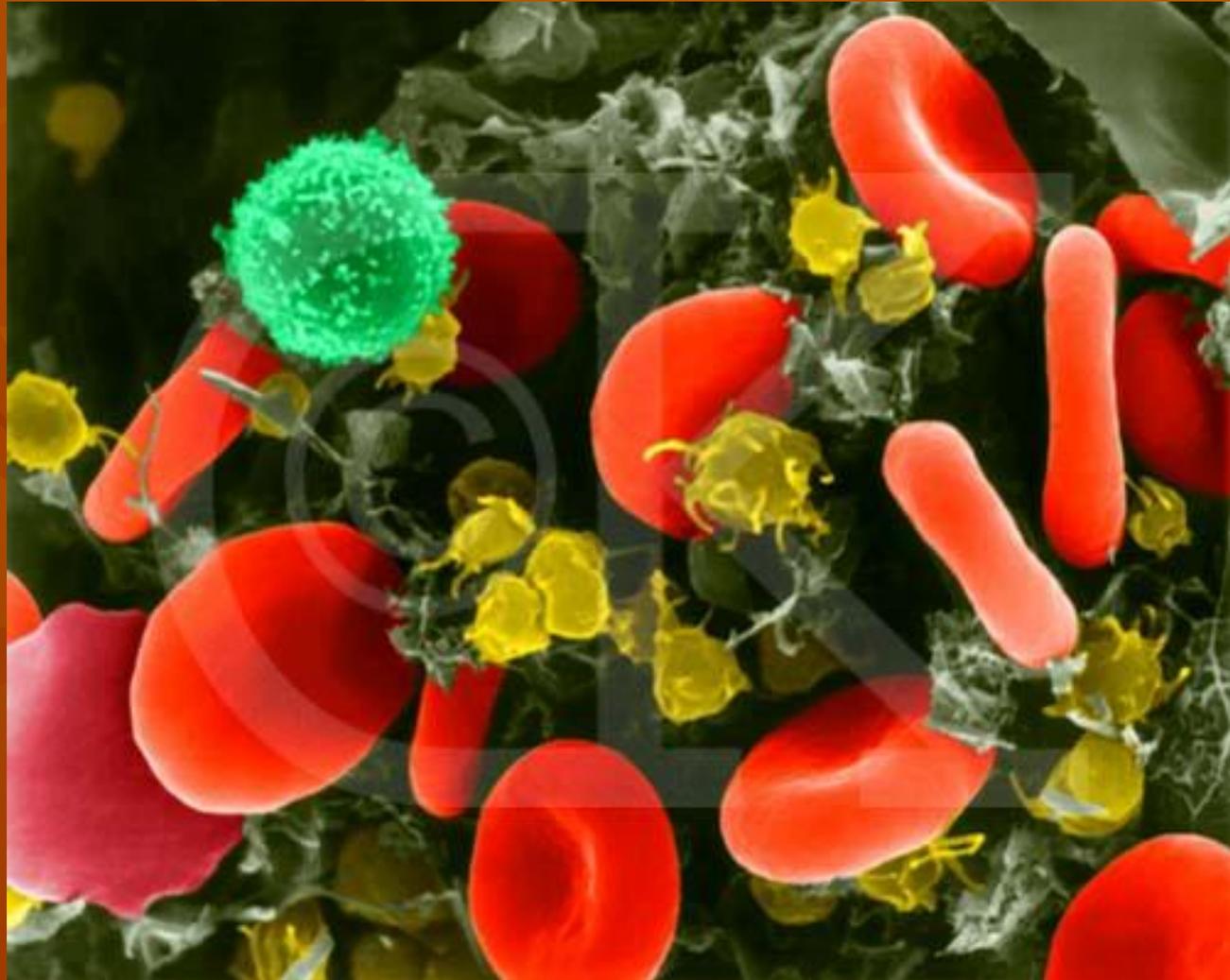
- Т- и В-лф. имеют округлое с небольшими выемками ядро, узкое кольцо цитоплазмы
- Большие и средние Лф.-активированные АГ В-лф., дифференцирующиеся в плазматические клетки
- НК – относят к большим Лф.
- В-лф. Дифференцирующиеся В-лф. в плазматические клетки вырабатывают против конкретных АГ соответствующие АГ (Ig)
- В- лф.- память
- Участвуют в гуморальном иммунитете
- Т-лф. Участвуют в клеточном и гуморальном иммунитете

Т-Лимфоцит.
Электронная
микрофотог
афия



Т-лф. Атакует опухолевый
фибробласт

Эритроциты,
Т-лимфоциты,
тромбоциты



Дифференцировочные антигены различных типов лимфоцитов

- CD1 – тимоциты, клетки Лангерганса,
- CD2 – Т-л, АГ дифференцировки Т-л
- CD3 – Т-л, АГ, связанный с рецептором Т-л
- CD4 – Тх, узнавание по МНСII
- CD7 – Тл, НК, тимоциты
- CD8 – цитотоксические, супрессорные Т-л
- CD10 – пре-В-л,
- CD11, CD16 – НК
- CD19 – В-л, дендритные клетки фолликулов, пре-В-л
- CD20 – пре-В-л, В-л

Тромбоциты

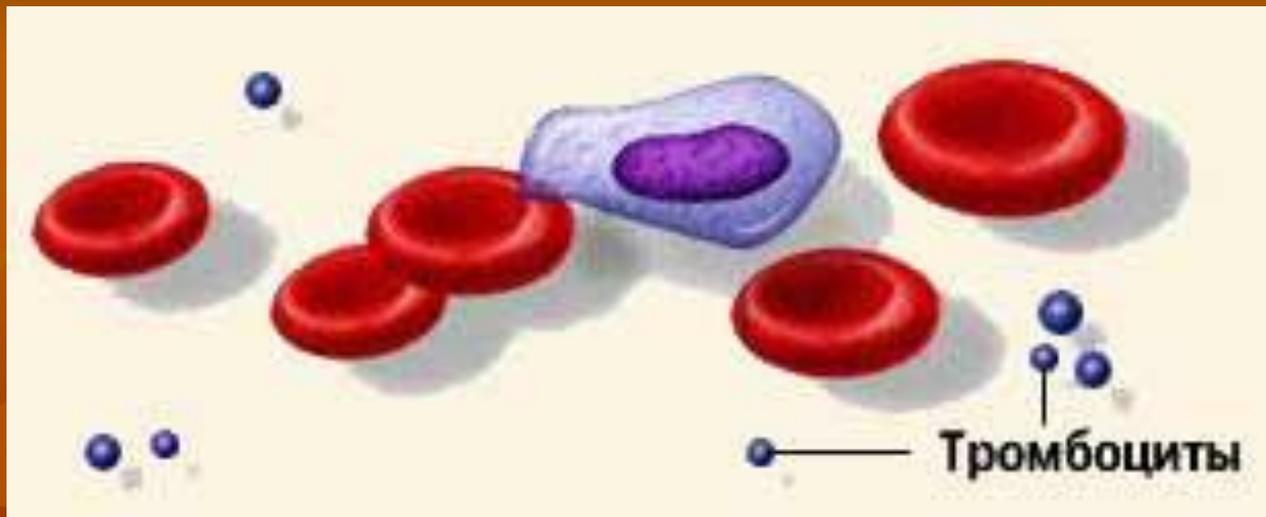
- Фрагменты цитоплазмы находящихся в ККМ мегакариоцитов
- В крови – $190-405 \times 10^9 / \text{л}$
- 2/3 тромбоцитов циркулируют в крови, остальные – в селезенке
- Состоит из грануломера и гиаломера (остатки гиалоплазмы)

Грануломер – микротрубочки, α -гранулы
 δ -гранулы, λ -гранулы и остатки органелл

Функции тромбоцитов:

Свертывание крови и

восстановление целостности сосудистой стенки



Тромбоциты, прилипшие к
стенке аорты в зоне
повреждения
эндотелиального слоя



**Кровеносный капилляр
фенестрированного типа:**

1 - эритроцит

2 - тромбоцит

3 - ядро эндотелиоцита

4 - пиноцитозные пузырьки

5 - фенестры эндотелиоцита

6 - базальная мембрана
капилляра



Сравнение размеров клеток крови

- Тромбоцит 2-3мм
- Эритроцит 7мм
- Лимфоцит 6-9мм
- Базофил 12мм
- Нейтрофил 12мм
- Эозинофил 12-17мм
- Моноцит 20мм

