

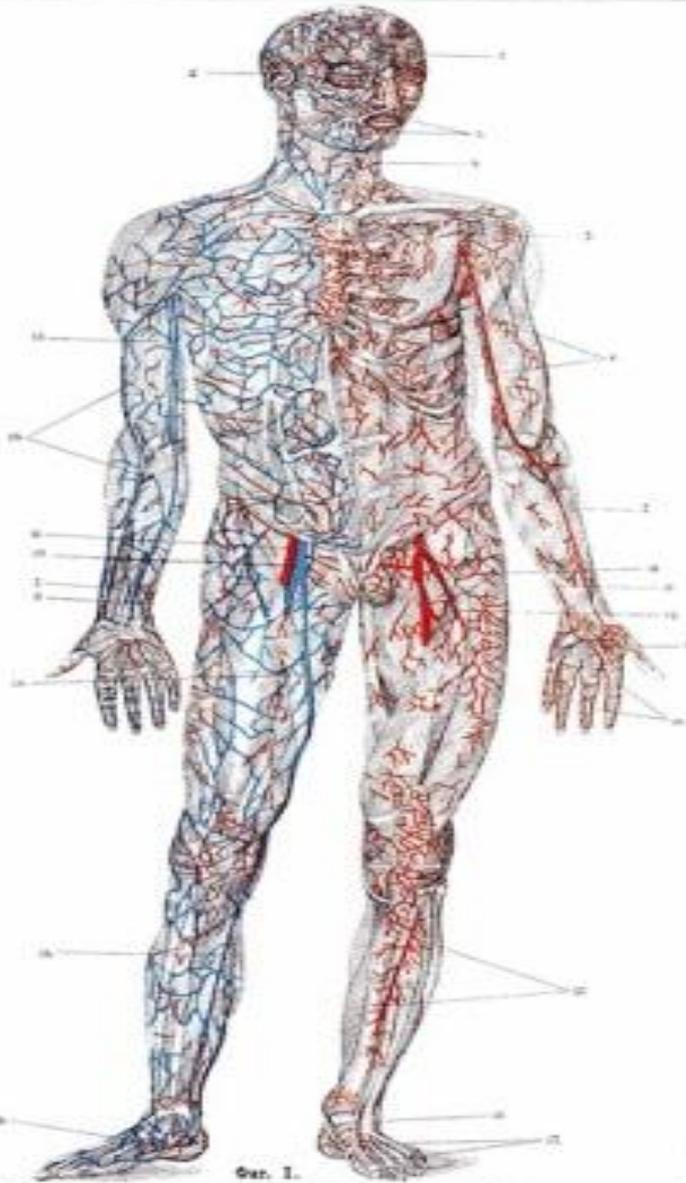
Физические основы гемодинамики.

- *1.Кровеносная система. Закономерности движения крови в артериальном и венозном руслах.*
- *2.Гидродинамическая модель Франка. Пульсовая волна.*
- *Режимы течения крови.*
- *4.Методы диагностики кровообращения. Реография.*

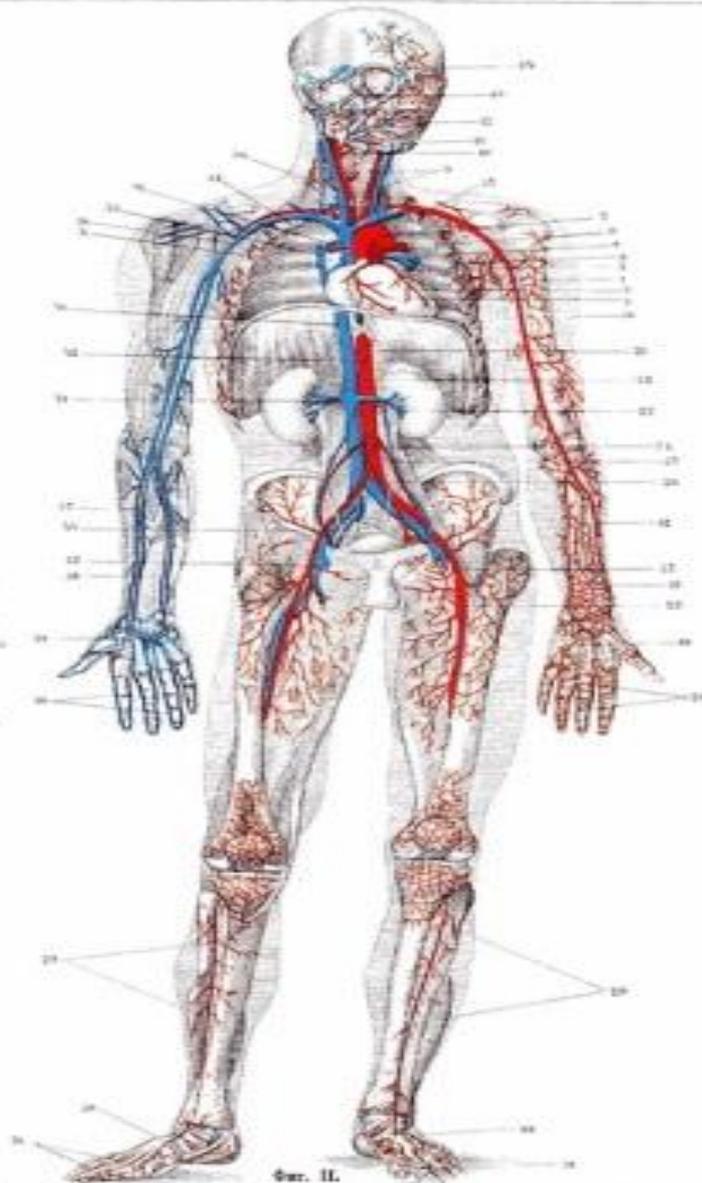
С

- *Ещё Гиппократ и Аристотель, жившие почти 2500 лет назад рассматривали вопросы кровообращения, однако их представления были несовершенны и во многом ошибочны. Венозные и артериальные сосуды они представляли как системы не соединённые между собой. считалось, что кровь движется только по венам, а в артериях находится воздух, т.к. при вскрытиях трупов в венах кровь была, а артерии были пустые. Открытие кровообращения связано с именем англ врача, анатома Вильяма Гарвея (1578-1657), который на основании 17 летних экспериментов отверг теорию древнеримского учёного Галена и создал теорию движения крови в сосудистой системе.*

КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ ЧЕЛОВЕКА.



Фиг. I.



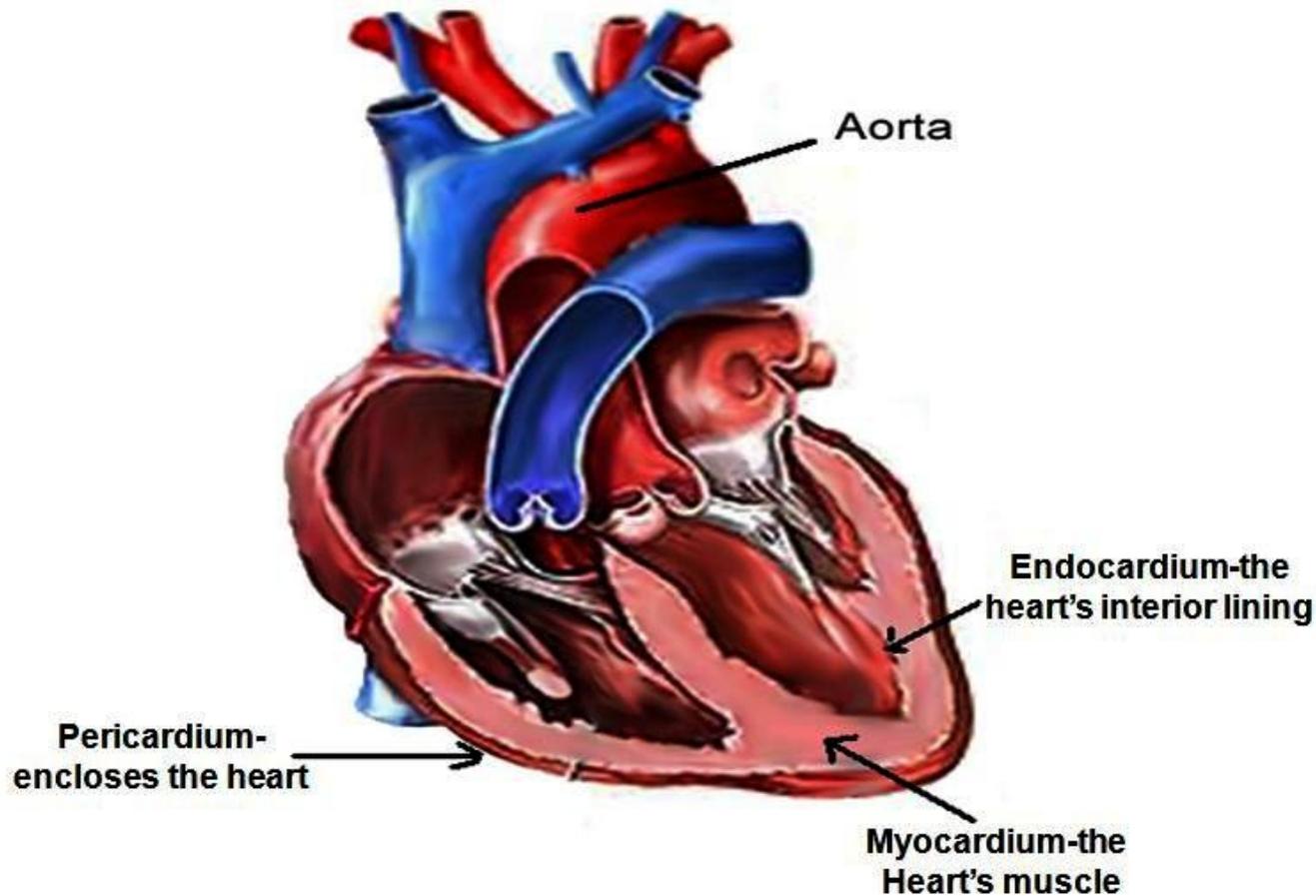
Фиг. II.

Фиг. I. Кровеносные сосуды по направлению крови и подкожной клетчатки, на правой стороне тела (синий) и в глубине (красный), на левой — обратное направление. 1. левая арт. 2. правая арт. 3. грудная арт. 4. сонная арт. 5. верхняя грудная арт. 6. плечевая арт. 7. лучевая арт. 8. локтевая арт. 9. поверхностные подкожные арты ладони тыльной кисти и пальцев. 10. запястная арт. 11. бедренная арт. 12. ступенчатая. 13. подкожная бедренная арт. 14. в. ступни. 15. в. ладони стопы. 16. поверхностная арт. 17. подкожная арт. 18. локтевая вена. 19. лучевая вена.

Фиг. II. Кровеносные сосуды по направлению крови, в полости тела и в подкожной клетчатке, на правой стороне тела (синий), на левой — обратное направление. 1. правая венитреница. 2. правая межреберная вена. 3. легочная арт. 4. легочная вена. 5. левый межреберный вена. 6. межреберная вена. 7. дуга вены. 8. венозная дуга. 9. венозная артерия. 10. подкожная вена. 11. плечевая арт. 12. плечевая вена. 13. локтевая арт. 14. локтевая вена. 15. запястная арт. 16. запястная вена. 17. лучевая арт. 18. лучевая вена. 19. поверхностная венозная арт. 20. поверхностная венозная вена. 21. подкожная вена. 22. бедренная арт. 23. бедренная вена. 24. ступенчатая арт. 25. ступенчатая вена. 26. в. ступни. 27. в. ладони стопы. 28. поверхностная венозная арт. 29. поверхностная венозная вена. 30. подкожная вена. 31. локтевая арт. 32. локтевая вена. 33. лучевая арт. 34. лучевая вена. 35. запястная арт. 36. запястная вена. 37. бедренная арт. 38. бедренная вена. 39. ступенчатая арт. 40. ступенчатая вена. 41. в. ступни. 42. в. ладони стопы. 43. поверхностная венозная арт. 44. поверхностная венозная вена. 45. бедренная арт.

- Система органов кровообращения включает сердце и кровеносные сосуды. Циркуляция крови в организме человека по замкнутой! сердечно сосудистой системе обеспечивается ритмическими сокращениями сердца.
- При сокращении сердца кровь из левого желудочка выбрасывается в аорту, затем проходя по артериям, артериолам и капиллярам всего тела поступает в венулы. Венулы собираются в мелкие вены, сливающиеся в более крупные, которые впадают в нижнюю и верхнюю полые вены. По ним кровь поступает в правое предсердие, так заканчивается БКК.
- Последовательные ритмические сокращения и расслабления предсердий и желудочков и деятельность клапанов сердца обеспечивают однонаправленное движение крови из предсердий в желудочки, а из желудочков в малый и БКК.

(ОБЩИЙ ВИД)



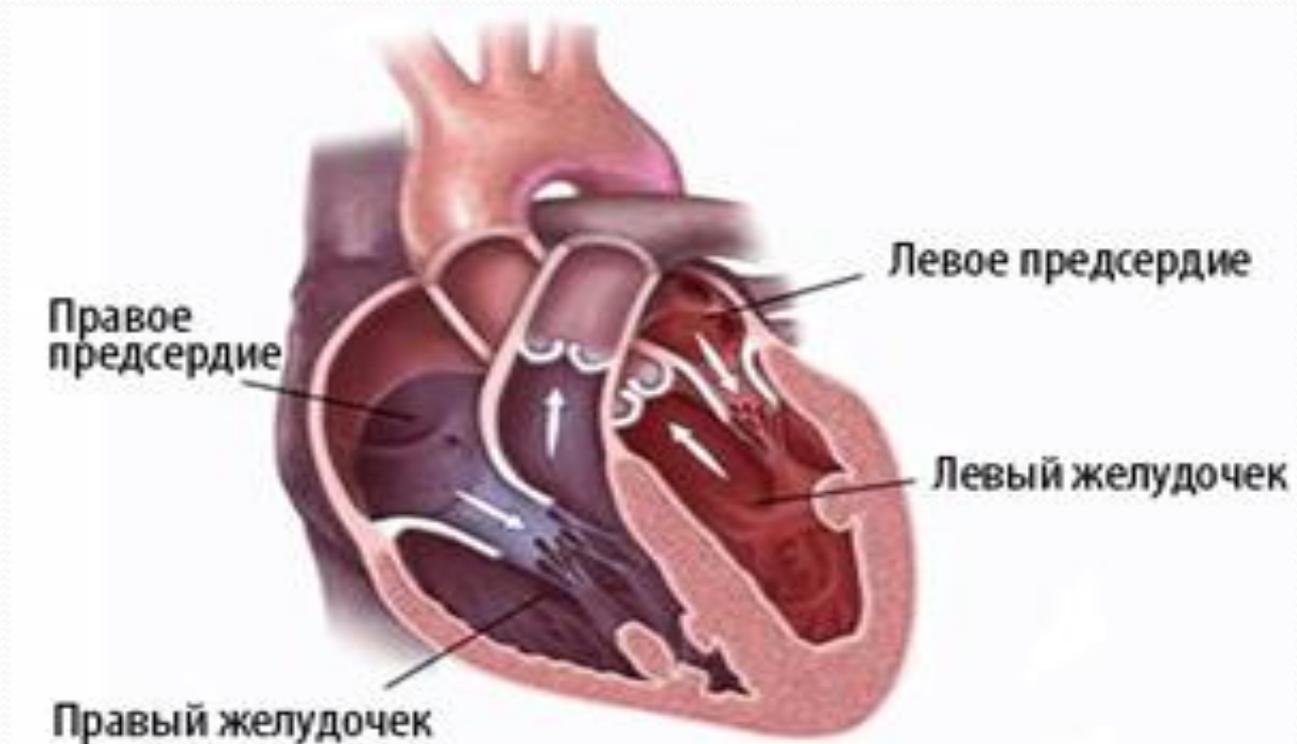
- При каждом сокращении левого желудочка сердца артерии заполняются кровью и растягиваются.
- Эта фаза сердечного цикла называется систолой, а фаза расслабления желудочков – диастолой. Движению порций крови в артериях способствует эластичность стенок а. : поступающая в а. под большим давлением порция крови растягивает стенку, но в силу эластичности стенка приходит в исходное состояние , проталкивая кровь.
- Смена систол (сокращений) и диастол (расслаблений) придаёт кровотоку в артериях пульсирующий характер. Пульс можно обнаружить на любой крупной артерии , но обычно его прощупывают на запястье.

- Деятельность сердца происходит за счёт преобразования хим энергии в мех энергию сокращения миокарда. В фазе диастолы (расширение полостей сердца, связанное с расслаблением миокарда) кровь поступает из предсердий в желудочки. В фазе систолы (последовательное сокращение миокарда предсердий , а затем желудочков) кровь поступает из правого желудочка в лёгочный ствол , а из левого желудочка--- в аорту.
- Во время систолы сердца кровь выбрасывается из левого желудочка в аорту и отходящие от неё крупные артерии. Во время диастолы аортальный клапан закрывается и приток крови от сердца в крупные сосуды прекращается. Растянутые стенки артерии при этом сокращаются, обеспечивая приток крови в капилляры во время диастолы.
- Объём крови , выбрасываемый желудочком сердца , за каждую систолу составляет 50-70 мл. Эта величина носит название – ударный объём. Продолжительность сердечного цикла = 0,8-1 сек , что даёт частоту сердечных сокращений (ЧСС) 60-75 в мин. Отсюда минутный объём (как нетрудно сосчитать) 3-5л в мин----минутный объём сердца (МОС)

- *Артериальная система начинается от левого желудочка сердца, из которого выходит самый крупный и главный артериальный сосуд – аорта. От аорты отходят многочисленные ветви—артерии.*
- *Стенки артерий упруго растяжимы, что позволяет им принять дополнительный объём крови.” выбрасываемый “сердцем вовремя систолы. (Во время диастолы когда сердце ничего не перекачивает, именно упругое растяжение артериальных стенок поддерживает давление не давая ему упасть до нуля, и тем самым обеспечивает непрерывность кровотока.)*

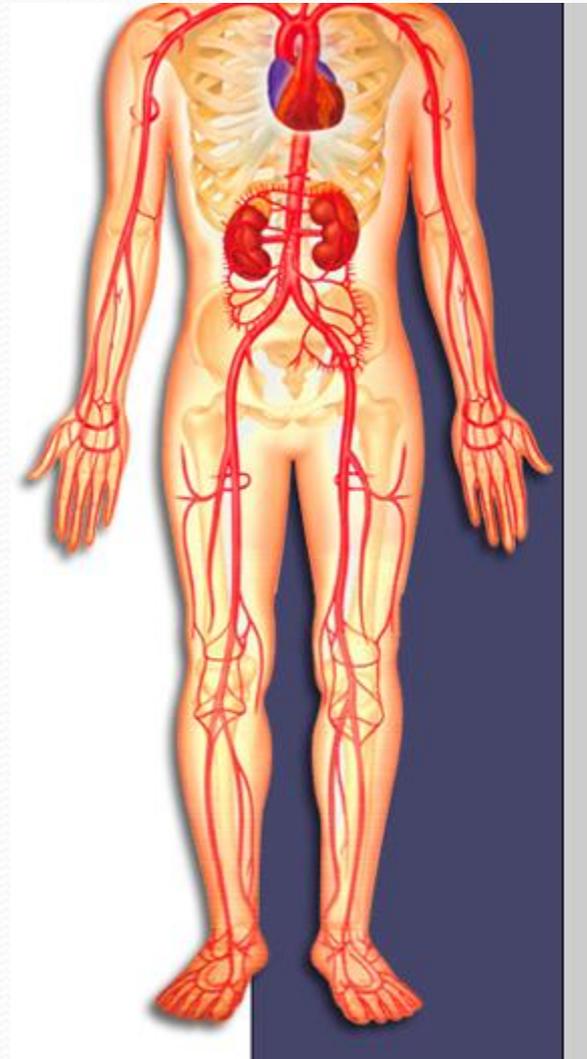
Сердце покрыто тремя стенками:

1) *наружной* (**эпикард**) – серозной оболочкой, которая плотно приращена к средней оболочке.

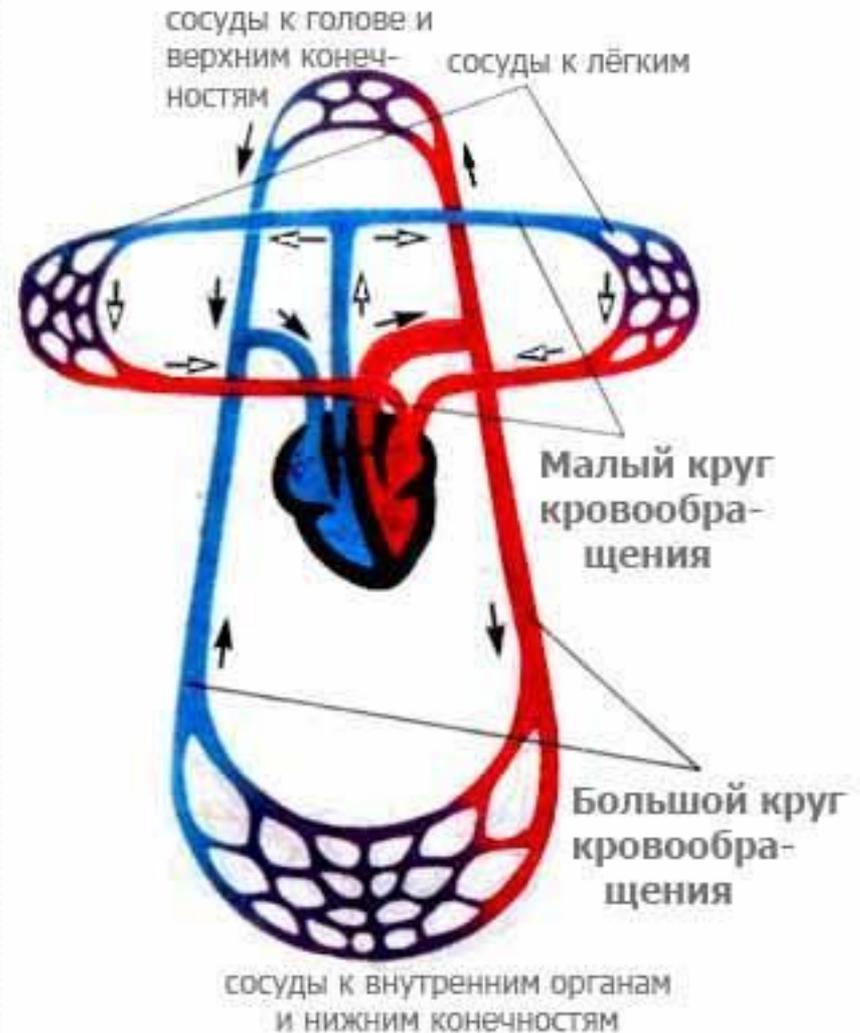


- *Физиология кровообращения. Источником энергии, необходимой для продвижения крови по сосудистой системе является работа сердца. Сокращение сердечной мышцы сообщает ей энергию, расходуемую на преодоление эласт. сил стенок сосудов и придания скорости струе. Часть сообщаемой энергии аккумулируется в упругих стенках артерий вследствие их растяжения. Во время диастолы сердца происходит сокращение стенок артерий и сконцентрированная в них энергия переходит в кинет. Энергию движения крови. Колебание артериальной стенки определяется как пульсация артерии (пульс!!). Частота пульса соответствует частоте сердечных сокращений.. Блг эластичности артериальной стенки, аккумулирующей энергию сердечных сокращений, поддерживается непрерывность кровотока в сосудах.*

- Кровеносные сосуды делятся на:
- 1) **Артерии** - сосуды, несущие кровь от сердца к органам. В артериях
- кровь движется под большим давлением, поэтому просвет артерии зияет.



- Путь крови от левого желудочка через артерии капилляры и вены в правое
- предсердие называется большим кругом кровообращения.
- Большой - левый желудочек → аорта → артерии → капилляры (тела)
- → вены → правый желудочек.



- 3) **Вены**- сосуды, несущие кровь от органов и тканей к сердцу. В них
- кровь течёт под небольшим давлением, поэтому вены спадаются. Вены легко
- сжимаются соседними скелетными мышцами, что облегчает продвижение крови к
- сердцу. В отличие от артерий у вен есть полулунные клапаны. Особенно в венах
- нижней половины туловища. Клапаны открываются в сторону сердца по току крови и поэтому не препятствует её продвижению в данном направлении, но удерживает от возвращения обратно.

- Давление крови в артериальной системе пульсирующее. В норме в аорте человека оно наибольшее в момент систолы и равно 120 мм рт. ст., наименьшее в момент диастолы 80. Несмотря на порционность поступления крови в артерии, она безостановочно движется по сосудам благодаря эластичности стенок артерий и способности их изменять диаметр просвета сосудов. Периодическое толчкообразное расширение стенок артерий, синхронное с сокращениями сердца, называется пульсом. Пульс можно определить на артериях, лежащих поверхностно на костях (лучевая, височная артерии).

- *Работа сердца создаёт разность давлений крови в артериальной системе и правом предсердии. Это обеспечивает венозный возврат крови к сердцу!!*
- *Наличие в венах клапанов способствует движению крови в одном направлении—к сердцу! Чередование сокращений и расслабления мышц способствует движению крови по венам. При сокращении мышц тонкие стенки вен сжимаются, и кровь продвигается по направлению к сердцу. Расслабление скелетных мышц способствует поступлению крови из артериальной системы в вены.*

К

- Такое нагнетающее действие мышц получило название –мышечного насоса, который является помощником основного насоса –сердца. (Вполне понятно, что движение крови по венам облегчается во время ходьбы, когда ритмически работает мышечный насос нижних конечностей).
- Отрицательное внутригрудное давление, особенно в фазе вдоха способствует венозному возврату крови к сердцу. Внутригрудное отрицательное давление вызывает расширение венозных сосудов области шеи и грудной полости, давление в венах понижается, что облегчает движение крови к сердцу.

- *Движение крови по сосудам в физиологии объясняется на основе известных в физике законов гидродинамики (Бернулли, Пуазейля ..)*
- *Основной закон гемодинамики был предложен в 50-х годах 19 века французским физиологом Пуазейлем, Изучая течение воды в цилиндрических трубах и крови в капиллярах , он показал , что объём протекающей жидкости пропорционален градиенту давления , и обратно пропорционален вязкости жидкости.*

- Реология --(rheos—поток)наука о деформациях и текучести вещества рассматривает особенности течения крови как вязкой жидкости. Кровь неньютоновская жидкость, это связано с тем, что она обладает внутренней структурой, представляя суспензию форменных элементов в растворе плазмы. Основной причиной движения крови по сосудам является разность давлений!!! в разных участках кровеносного русла ,если систолическое давление в аорте 110-125, в период диастолы 70-80 ,то в концевых разветвлениях артерий оно падает до 20-30

- Для ламинарного течения реальной жидкости (крови) в цилиндрических трубах(сосудах) постоянного сечения справедлива формула (закон) Гагена - Пуазейля:

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta} \cdot \frac{\Delta P}{l}$$

- Введем обозначение:

$$\omega = \frac{8l\eta}{\pi R^4}$$

- Это называется гидравлическим сопротивлением сосуда,

- В 1899г. немецкий физиолог О.ФРАНК создал гидродинамическую модель, описывающую временные изменения давления и объемной скорости кровотока в артериях.
- Модель сосудистой системы, предложенная О. Франком, позволяет установить связь между давлением !!и объемной скоростью !! кровотока в крупном сосуде с учетом их эластичности.

- Для удобства моделирования выделяют две фазы кровотока в системе «левый желудочек сердца – крупные сосуды – мелкие сосуды»
- 1Фаза – фаза притока крови в аорту из сердца в момент открытия аортального клапана до его закрытия. Во время поступления крови из сердца стенки крупных сосудов растягиваются благодаря их эластичности, часть крови резервируется в крупных сосудах, а часть проходит в мелкие сосуды.

- 2Фаза – фаза изгнания крови из крупных сосудов в мелкие- во время закрытия аортального клапана, Во время этой фазы стенки крупных сосудов за счет упругости возвращаются в исходное положение , проталкивая кровь в микрососуды. В это время в левый желудочек поступает кровь из левого предсердия.

- Под артериальным пульсом понимают ритмические колебания стенки артерии. Эти колебания возникают во время выбрасывания порции крови из сердца в артерии : благодаря эластичности стенка сосуда растягивается и вновь приходит в исходное состояние. Возникает волна колебаний в стенке сосуда – пульсовая волна, которая распространяется вдоль него, опережая движение крови. Пульсовая волна, возникшая в момент изгнания крови из сердца, постепенно угасает на периферии.
- Скорость распространения пульсовой волны зависит от свойств сосуда и крови:

- *Скорость распространения пульсовой волны зависит от свойств сосуда и крови:*

$$V = \sqrt{\frac{Eh}{2r\rho}}$$

- *Где, E- модуль Юнга- упругости стенки сосуда, h – её толщина, r – радиус просвета, ρ – плотность крови. (формула выведена англ ученым Юнгом .)*
- *Скорость распространения пульсовой волны, измеренная экспериментально, составляет $V_n = 6-8$ м/с, что в 20-30 раз больше, чем скорость движения частиц крови $V_{кр} = 0,3-0,5$ м/с. За время изгнания крови из желудочков (время систолы) $t_c = 0,3$ с пульсовая волна успевает распространиться на расстояние*
$$L_n = V_n * t_c = 2 \text{ м},$$
- *То есть охватить все крупные сосуды – аорту и артерии.*

- *Режимы течения крови - разделяются на ламинарное и турбулентное. Ламинарное течение это упорядоченное течение жидкости при котором она перемещается как бы слоями , параллельными направлению течения . При ламинарном течении скорость в сечении трубы изменяется по параболическому закону.*
- *С увеличением скорости движения ламинарное течение переходит в турбулентное, при котором происходит интенсивное перемешивание слоёв жидкости , возникают многочисленные вихри разных размеров. Частицы совершают хаотические движения по сложным траекториям .*

- Для турбулентного течения характерно чрезвычайно нерегулярное, беспорядочное изменение скорости со временем в каждой точке потока. При этом существенно изменяются свойства течения, в частности структура потока, профиль скорости, закон сопротивления. Профиль средней скорости турбулентного течения в трубах отличается от параболического???

- Профиль средней скорости турбулентного течения в трубах отличается от параболического профиля ламинарного течения более быстрым возрастанием скорости у стенок и меньшей кривизной в центральной части течения. Режим течения характеризуется числом Рейнольдса. Для течения жидкости в круглой трубе (СОСУДЕ) :

$$Re = \frac{\rho V D}{\eta}$$

- где средняя скорость течения, D – диаметр трубы, плотность жидкости, вязкость.
- Когда значение Re меньше критического Re (Re для крови в норме 2000) течение жидкости ламинарное, если Re больше критического, то течение становится турбулентным. Как правило движение крови по сосудам является ламинарным.

- Однако в ряде случаев возможно возникновение турбулентности Турбулентное движение крови в аорте может быть вызвано прежде всего турбулентностью кровотока у входа в неё. Вихри потока уже изначально существуют, когда кровь выталкивается из желудочка в аорту, что наблюдается на Доплер- кардиографии. Течение может стать турбулентным и в артериях в местах разветвления сосудов и при возрастании скорости кровотока (в сосудах в области локального сужения и при образованиях тромбов)
- чтобы течение сохранялось ламинарным ???

- *Реография– метод исследования кровообращения, основанный на регистрации колебаний сопротивления ткани организма (импеданса) переменному току высокой частоты(40- 500кГц) и малой силы (не более 10мА).*
- *Биофизические основы импедансной реографии.*
- *Электропроводность живой ткани определяются, главным образом, переносом заряда ионами растворённых солей, поэтому её рассматривают преимущественно как ионный проводник . При пропускании тока через живую ткань , она ведёт себя как комплексное сопротивление , включающую в себя омическую и ёмкостную компоненты.*

- *Биофизические основы импедансной реографии.*
- *Электропроводность живой ткани определяются, главным образом, переносом заряда ионами растворённых солей, поэтому её рассматривают преимущественно как ионный проводник . При пропускании тока через живую ткань , она ведёт себя как комплексное сопротивление , включающую в себя омическую и ёмкостную компоненты.*
- *Активная компонента тканей определяется преимущественно ионной проводимостью , ёмкостная---обусловлена возникновением поляризационной ёмкости в момент прохождения тока , в связи с неоднородностью тканей и большим количеством клеточных мембран !!*

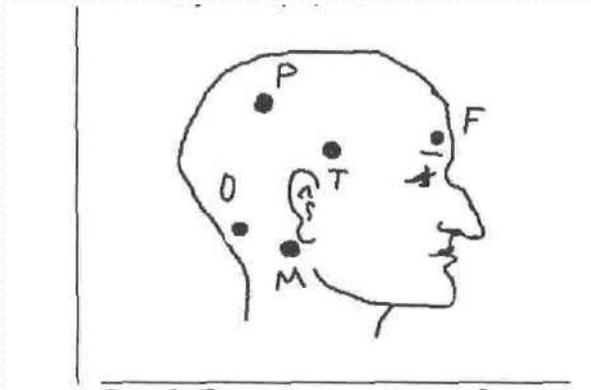
- Живые ткани состоят из клеток, омываемых тканевой жидкостью. Цитоплазма клеток и тканевая жидкость представляют собой электролиты, разделенные плохо проводящей клеточной оболочкой. Такая схема обладает статической и поляризационной емкостью. По современным представлениям, живые ткани не обладают индуктивностью и сопротивление их имеет только емкостную и активную составляющие. Импедансом Z называется полное сопротивление. В наиболее общем случае он равен:

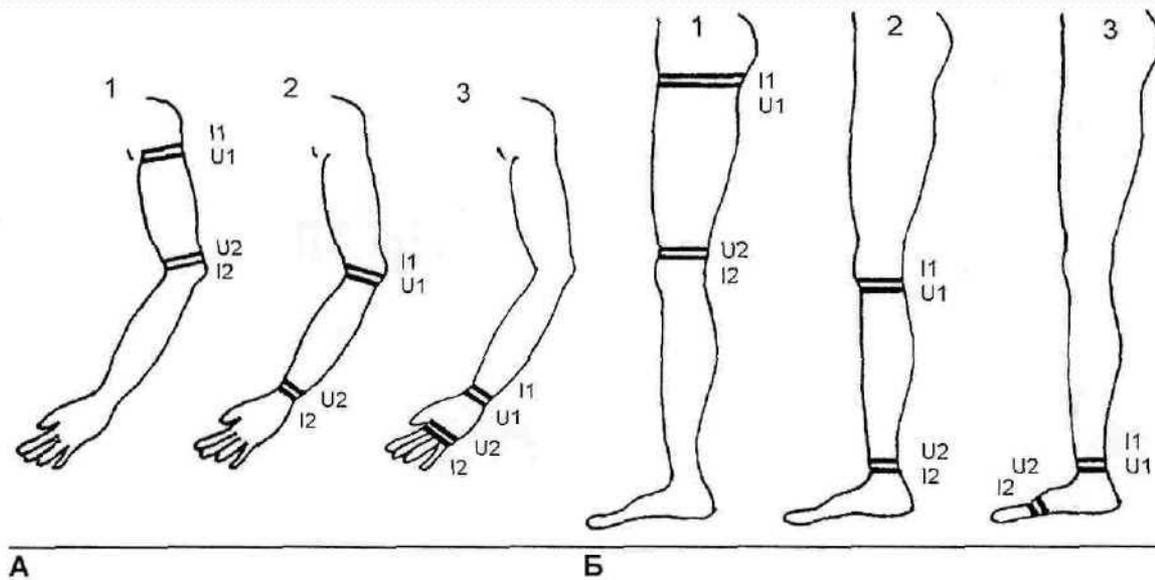
- (1)

- Сосудистая сеть, с перемещающейся в ней кровью, быстро изменяет свой объем после каждой систолы (тогда как остальные ткани либо не изменяются в объеме либо изменяются незначительно)

● С помощью специального генератора в реографе создаются безвредные для организма токи, которые подаются через токовые электроды. Одновременно на теле располагаются и потенциальные (или потенциометрические) электроды, которые регистрируют проходящий ток. В зависимости от конкретной клинической задачи меняется зона исследования и соответственно место наложения электродов. Поэтому различают: центральную реографию (реография аорты, легочной артерии); - реографию сосудов мозга (реоэнцефалография), сосудов конечностей (реовазография и др.).

● РИС





A

Б

Рис.3. Схема расположения электродов при реовазографии.

- *Биофизические основы импедансной реографии.*
- *Электропроводность живой ткани определяются, главным образом, переносом заряда ионами растворённых солей, поэтому её рассматривают преимущественно как ионный проводник. При пропускании тока через живую ткань, она ведёт себя как комплексное сопротивление, включающую в себя омическую и ёмкостную компоненты.*
- *Активная компонента тканей определяется преимущественно ионной проводимостью, ёмкостная---обусловлена возникновением поляризационной ёмкости в момент прохождения тока, в связи с неоднородностью тканей и большим количеством клеточных мембран !!*
- *Живые ткани состоят из*

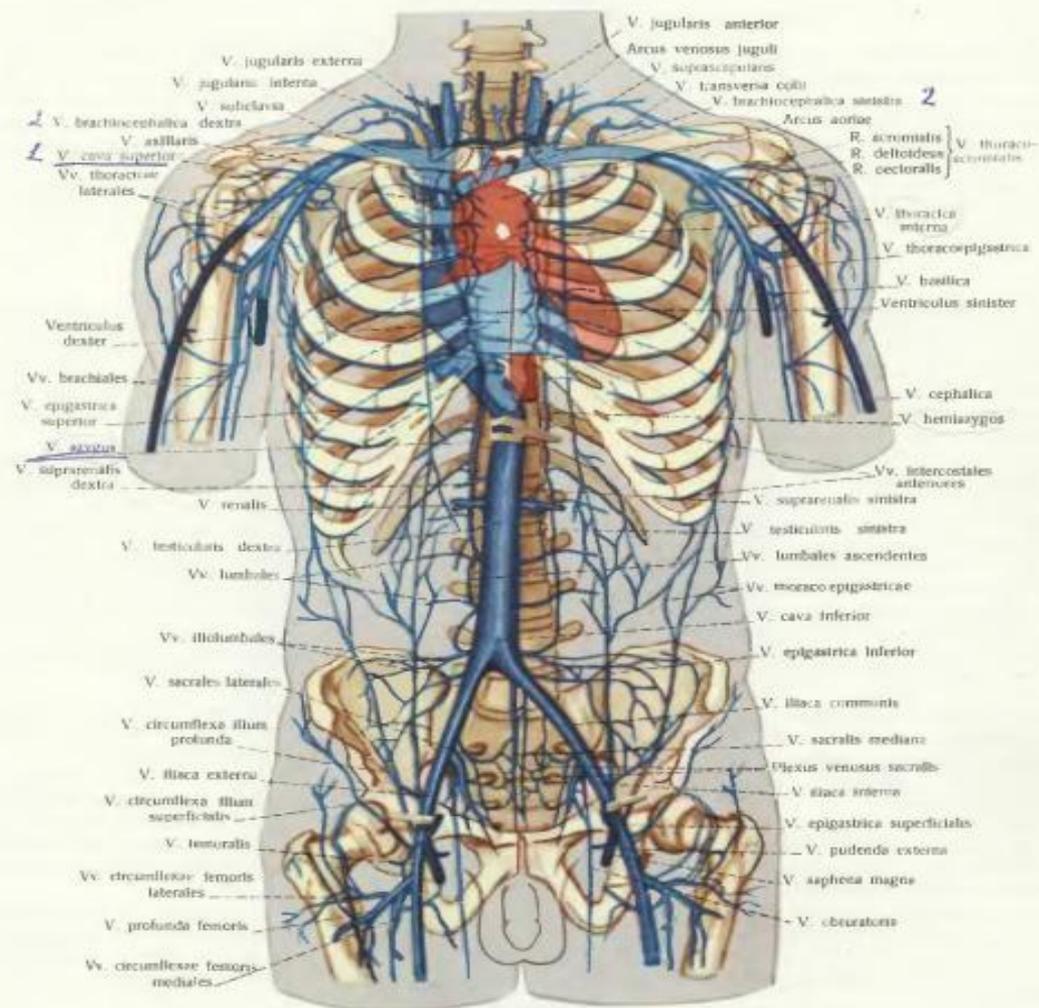
- Живые ткани состоят из клеток, омываемых тканевой жидкостью. Цитоплазма клеток и тканевая жидкость представляют собой электролиты, разделенные плохо проводящей клеточной оболочкой. Такая схема обладает статической и поляризационной емкостью. По современным представлениям, живые ткани не обладают индуктивностью и сопротивление их имеет только емкостную и активную составляющие. Импедансом Z называется полное сопротивление. В наиболее общем случае он равен:

Кровообращение.

- *Кровообращение - это непрерывное движение крови по замкнутой системе сосудов. Сердце и сосуды составляют систему органов кровообращения.*
- *Циркуляция крови по сосудам осуществляется ритмическим сокращения сердца, которое*
- *является центральным органом кровообращения.*

Оболочки артерий делятся на три типа:

- *а) внутренняя оболочка - эндотелиальная, покрыта тонким слоем клеток.*
- *б) средняя оболочка - состоящая из эл. волокон и клеток гладкой мышечной ткани.*
- *в) наружная - соединительно - тканная.*
- *Артерии расположены глубоко под мышечным слоем, т.е. они надёжно защищены.*
- *По мере удаления от сердца артерии ветвятся на более мелкие сосуды(артериолы), а затем на капилляры.*
- *2) Капилляры - мельчайшие сосуды, стенки которых состоят из одного слоя гладких эндотелиальных клеток и лишены соединительно - тканных и мышечных оболочек.*



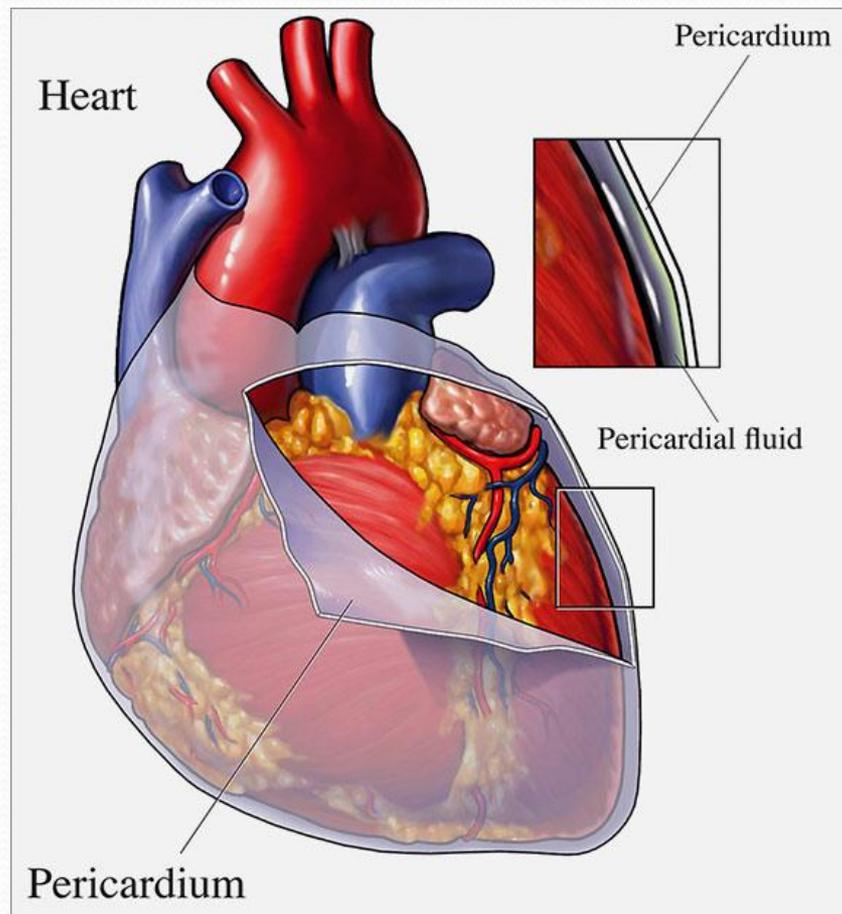
668. Сердце и система верхней и нижней полых вен; спереди (полусхематично).

- ***Давление крови в сосудах.***
- Самое большое давление в аорте 80-100 мм.рт. ст. В капиллярах 20-40 мм. рт.
- ст., в мелких 10-15 мм.рт. ст., в крупных венах поблизости сердца 0 и
- отрицательное.
- *Разность давлений в различных участках кровеносной системы обеспечивает*
- *непрерывный ток крови по сосудам из области большего давления в область*
- *меньшего.*
- Энергия давления, сообщаемая крови, по мере продвижения расходуется на трение
- частиц крови между собой и о стенки сосудов, а также на сообщение скорости
- тока крови. Вследствие этого давление крови на стенки сосудов постепенно
- уменьшается по ходу кровяного русла. Самое высокое давление в аорте, а самое
- низкое - в конце, в полых венах. (Давление ниже атмосферного.)

● **Строение сердца.**

- *Сердце - полый мышечный орган по форме напоминающий конус. Его расширенная часть - основание, обращено кверху и вправо, а более узкая - верхушка - вниз и влево*
- *Расположено в грудной полости в левой половине 2-ого и 5-ого ребра.*
- *2/3 его находится слева от срединной линии тела и одна треть справа. Сердце - это четырех камерный орган. Разделено на два предсердия и два желудочка.*
- *Между левым предсердием и левым желудочком двухстворчатый полулунный клапан,*
- *а между правым предсердием и правым желудочком - трёхстворчатый полулунный клапан. Также есть полулунные клапаны у основания аорты и лёгочных артерий. К створкам клапанов, со стороны желудочков, прикреплены сухожильные нити, которые прикреплены к конусовидным сосочкам. Клапаны препятствуют возврату крови из желудочков в предсердия. При сокращении желудочков сокращаются сосковые мышцы, натягивающие сухожильные мышцы. Это не даёт клапанам выворачиваться наружу.*
- *Стенки сердца.*

2) *средняя* - толстая мышечная оболочка -
миокард



3) *внутренняя оболочка, состоящая из плоского эпителия, под которым находится соединительная ткань – **эндокард***

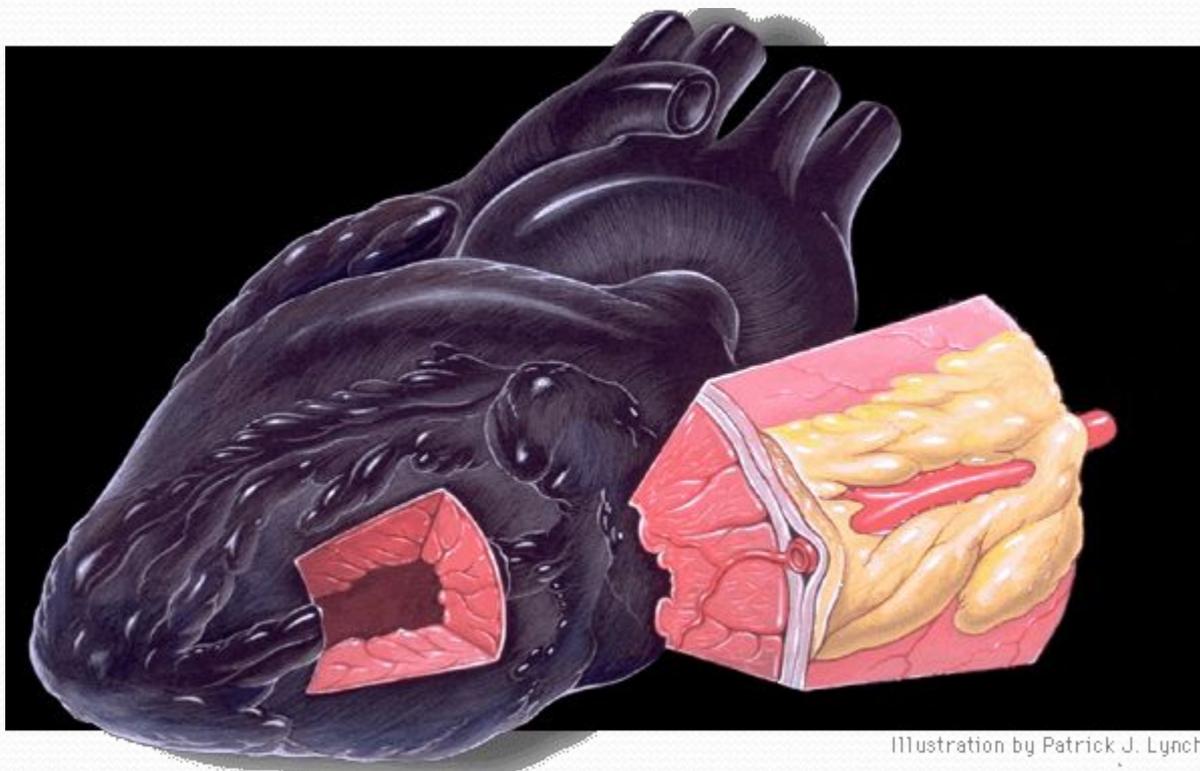
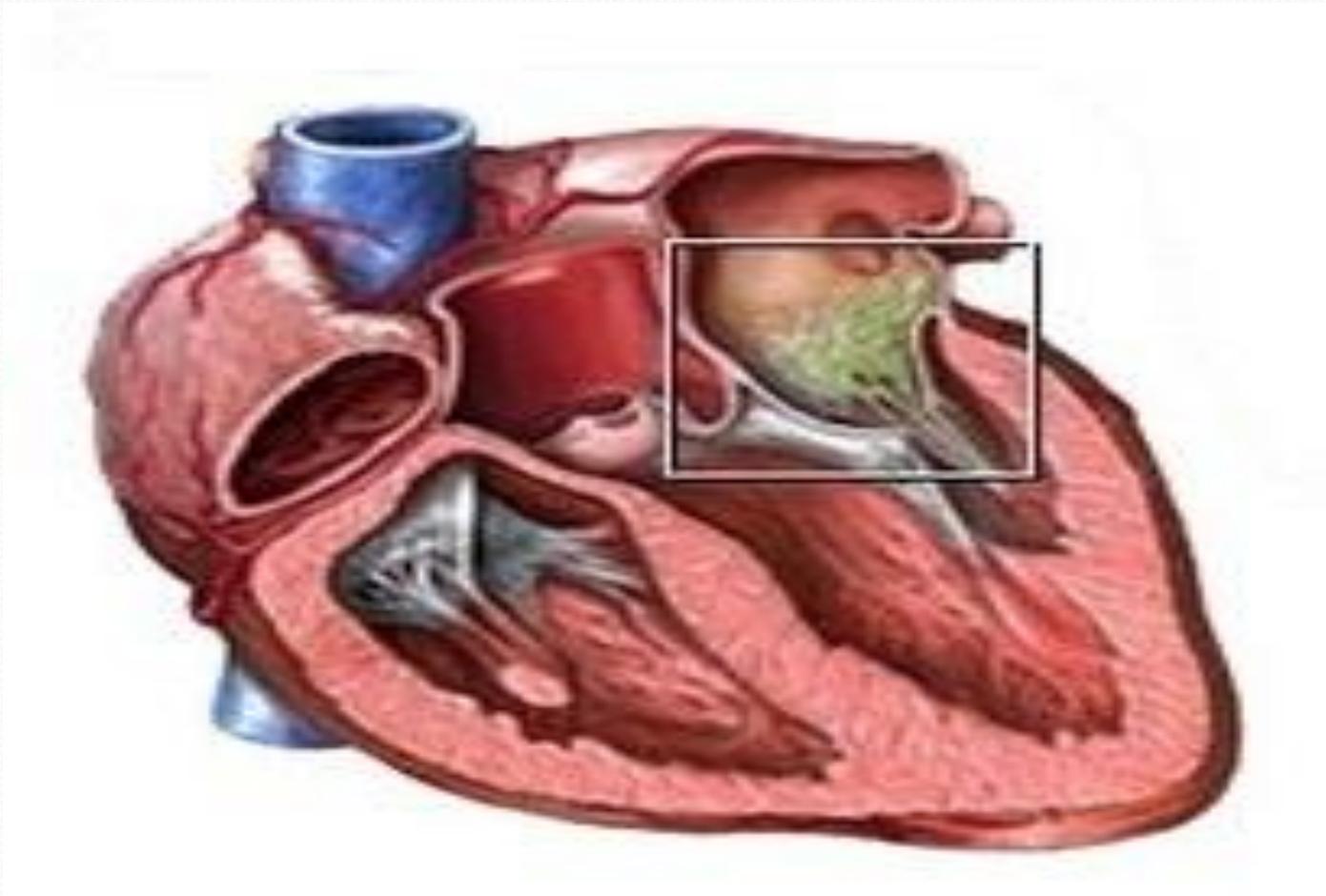
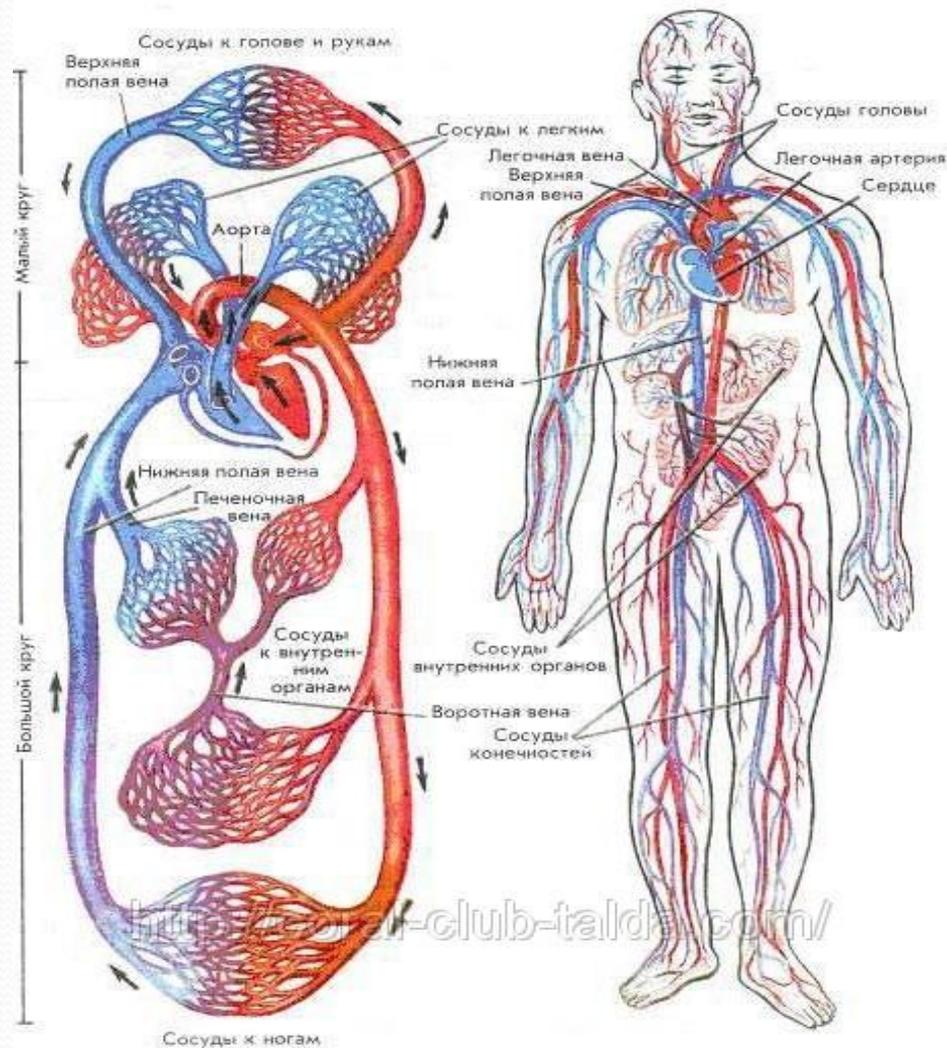


Illustration by Patrick J. Lynch

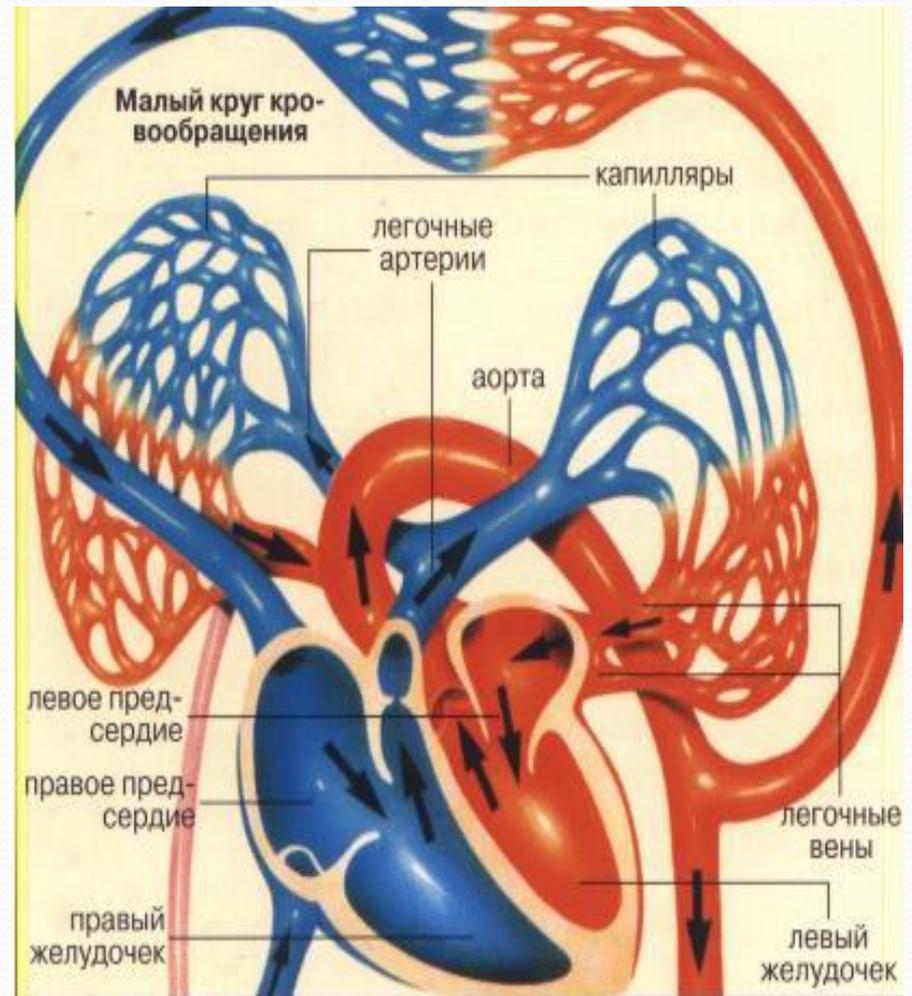


- **Нервная регуляция работы сердца.**
- *В сердце имеется система проводящих импульсов. Она начинается в устье верхней*
- *полной вены в правом предсердии, в которой расположен синоатриальный (синусо -предсердный, узел Кейтфлака) (узел, являющийся рудиментом венозного синуса ????)*.
- *От этого узла отходит две ветви, одна направлена в устье нижней полной вены, а вторая к атриовентрикулярному нервному узлу или узлу Ашов - Товара. Он расположен на границе предсердий и желудочков. От этого узла отходят две ветви - пучка Гиса, которые переходят в более тонкие волокна Пуркинье*
- *. Волокна углубляются в правый и левый желудочки. В узлах находятся нервные клетки и богатая гликогеном атипическая мышечная ткань, а в ветвях находятся нервные волокна и атипическая мышечная ткань.*

Большой и малый круг кровообращения



- **Малый круг** кровообращения называется *легочным*, а большой - *телесным*.
- Путь крови от правого желудочка через артерии капилляры и вены в левое
- предсердие называется малым кругом кровообращения.
- Малый - правый желудочек → легочная артерия → капилляры (легких)
- → вены (легочные) → левое предсердие.



- **Пульс** - это ритмические колебания стенок сосудов возникающие при гидродинамическом ударе во время сердечного выброса. (Порядка 60 - 80 ударов в минуту)
- **Автоматия сердца.**
- Способность сердца ритмически сокращаться под воздействием импульсов возникающих в самой сердечной мышце называется **автоматией сердца.**
- **Сердечный цикл.**
- В работе сердца различают три фазы:
 - 1) сокращение предсердий (0,1с.)
 - 2) сокращение желудочков (систола - 0,3 с.)
 - 3) расслабление предсердий и желудочков (диастола - 0,4 с.)
- При каждом сокращении оба желудочка выбрасывают в аорту и легочную артерию одинаковое количество крови, которое называется ударным объемом крови.
- Период от одного сокращения предсердий до другого называется **сердечным циклом.**

● Регуляция работы сердца.

- При увеличении частоты и силы сердечных сокращений, скорость тока крови
- увеличивается.
- 1) *Нервная.*
- а) Парасимпатические нервы (волокна блуждающего нерва (отходят от центров, регулирующих сердечно - сосудистую деятельность) (10-я пара черепно - мозговых нервов), *уменьшают* частоту и силу сердечных сокращений, снижая скорость тока крови в сосудах.
- б) Симпатические нервы *увеличивают* частоту и силу сердечных сокращений.
- 2) *Гуморальная регуляция.*
- а) Адреналин, ионы кальция, биологически активные вещества увеличивают частоту и силу сердечных сокращений.
- б) Ионы калия, брадикинин (пептид, образующийся из белков плазмы под воздействием протеолитических ферментов (трипсин, ферменты змеиного яда), вызывает *расслабление гладкой мускулатуры* сердца, снижает артериальное давление, уменьшает силу и скорость сердечных сокращений.

- Гуморальная и нервная регуляции работы сердца в норме обеспечивают
- приспособленность сердечной деятельности к внешним условиям. При обычном
- состоянии организма стенки артерий несколько напряжены и их просвет сужен. Из
- сосуда - двигательного центра по сосуду - двигательным нервам постоянно
- поступают импульсы, обуславливающие постоянный тонус. Нервные окончания в
- стенках сосудов реагируют на изменение давления и химического состава крови,
- вызывая в них возбуждения. Это возбуждение поступает в ЦНС
- в результате чего,
- является рефлекторное изменение деятельности сердечно - сосудистой
- деятельности: увеличение или уменьшение диаметра сосудов, но тот же эффект
- возникает под влиянием гуморальных факторов, химических веществ, которые
- находятся в крови и поступают сюда с пищей

- **Скорость пульсовой волны.**
- Скорость пульсовой волны не связана со скоростью тока крови в сосудах и
- зависит только от упругости стенок сосудов. Скорость пульсовой волны
- приблизительно равна 10 м/с.
- Скорость тока крови:
- а) кругооборот крови в большом и малом круге кровообращения происходит за 27с.
- б) скорость тока крови зависит от просвета сосудов.
- · В аорте максимальная скорость тока - 0,5 м/с (5л. в минуту)
- · минимальная скорость тока крови в капиллярах 0,5 - 1,2 мм/с.
- · скорость тока крови в полых венах 0,25 м/с.

- **Движение крови в венах.**

- В венах находятся полулунные клапаны. При сокращении скелетных мышц вены сжимаются и кровь выдавливается в сторону сердца. Движению крови в венах способствует присасывающее действие грудной клетки, возникающие при её расширении во время вдоха.

- *Перераспределение крови в организме.*

- В зависимости от потребления органом кислорода и питательных веществ, его кровоснабжение может изменяться за счет изменения просвета сосудов.
- Просвет сосудов в органах изменяется под действием сокращения или расслабления мышц стенок сосудов. Рефлекторное изменение просвета сосудов происходит за счёт вегетативной нервной системы.
- а) Симпатическая нервная система уменьшает просвет сосудов.
- б) парасимпатическая нервная система не влияет на просвет сосудов.
- Сокращение мышц сосудов тем больше, чем больше частота следования импульсов от симпатической нервной системы. Также сокращение просвета сосудов происходит под действием гормона адреналина.



- *Из реф Саприна Татьяна 2008*
- *По мере удаления от сердца артерии делятся на ветви и становятся всё мельче и мельче. Ближайшие к сердцу артерии (аорта и её крупные ветви) выполняют главным образом функцию проведения крови. В них на первый план выступает противодействие растяжению массе крови, которая выбрасывается сердечным толчком. Поэтому в стенке их преобладают эластичные волокна(и мембраны)—а. эластичного типа. В средних и мелких а., в которых инерция крови ослабевает и требуется*

- *Собственное сокращение сосудистой стенки для дальнейшего продвижения крови, преобладает сократительная функция. Она обеспечивается относительно большим развитием в сосудистой стенке мышечной ткани. Такие а. наз. а. мышечного типа. Отдельные а. снабжают кровью целые органы или их части. По отношению к органу различают а. , идущие вне органа, до вступления в него – экстраорганные а. и их продолжения, разветвляющиеся внутри органа. Боковые ветви одного и того же ствола или ветви различных стволов могут соединяться друг с другом. Такое соединение артерий, до распадаения их на капилляры носит название **анастомоза или соустья**
Артерии, образующие анастомозы наз. **анастомизирующими** (их большинство!!!)*

- *Артериола отличается от а. тем, что стенка её имеет лишь один слой мышечных клеток, блг которому она осуществляет регулирующую функцию. Артериола продолжается непосредственно в прекапилляр, в котором мышечные клетки разрознены и не составляют сплошного слоя.*
- *От прекапилляра отходят многочисленные капилляры, представляющие собой тончайшие сосуды, выполняющие обменную функцию. В связи с этим стенка их состоит из одного слоя плоских эндотелиальных клеток, проницаемого для растворённых в жидкости веществ и газов. Широко анастомизируя между собой капилляры образуют сети (капиллярные сети), переходящие в посткапилляры. Посткапилляр продолжается в венулу, сопровождающую артериолу.*

П

- *Венулы образуют тонкие начальные отрезки венозного русла, составляющие корни вен и переходящие в вены.*
- *Движение крови по венам осуществляется блг присасывающему действию сердца и грудной полости, в которой во время вдоха создаётся отрицат давление в силу разности давления в полостях?? а также блг сокращению скелетной и висцеральной ?? мускулатуры органов.*

- Обратному току венозной крови препятствуют клапаны, составляющие особенности венозной стенки. Венозные клапаны состоят из складки эндотелия, содержащей слой соединительной ткани. Они обращены свободным краем в сторону сердца и поэтому не препятствуют току крови в этом направлении, но удерживают её от возвращения обратно. а. и вены обычно идут вместе, причём мелкие и средние а. сопровождаются двумя венами, а крупные одной. См далее Саприна 2008 !!!!