

**Государственное бюджетное учреждение «ПОО»  
Астраханский базовый медицинский колледж»**

**Учебная дисциплина «Анатомия и  
физиология человека»**

**Тема:**

**«ГЕМОДИНАМИКА.  
ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ»**

Подготовили: Соловьёва.Л.И., преподаватель анатомии и физиологии,  
Бурлак Ульяна, студентка 1 курса специальности «Лечебное дело»

2018 г.

# План:

- 1.Общая схема кровеносной системы
- 2.Строение стенки артерии, вены, капилляров
- 3.Сосудистый тонус
- 4.Законы движения крови по кровеносным сосудам-гемодинамика
- 5.Гемодинамические показатели:
  - Линейная скорость кровотока
  - Объёмная скорость кровотока
  - АД(артериальное давление)
  - ЦВД(центральное венозное давление)
  - Пульс
  - ОЦК(объём циркулирующей крови)
- 6.Нейро-гуморальная регуляция сосудистого тонуса

## Цели занятия:

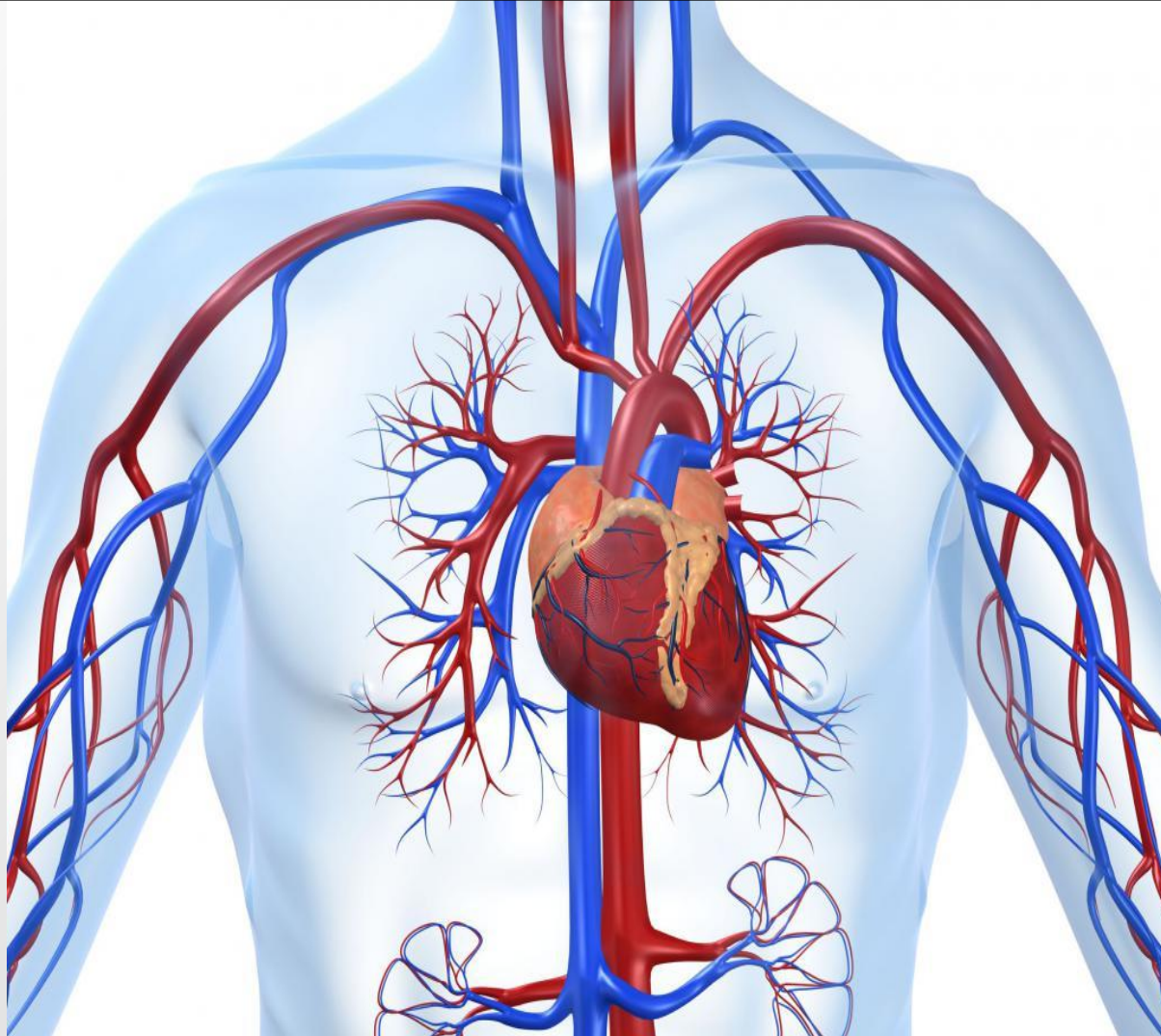
1. Изучить особенности движение крови по БКК и МКК
2. Изучить механизм микроциркуляции
3. Изучить гемодинамические показатели здорового человека

## Студент должен знать:

- Строение кровеносных сосудов и их топографию
- Основные гемодинамические показатели у здорового человека

## Студент должен понимать:

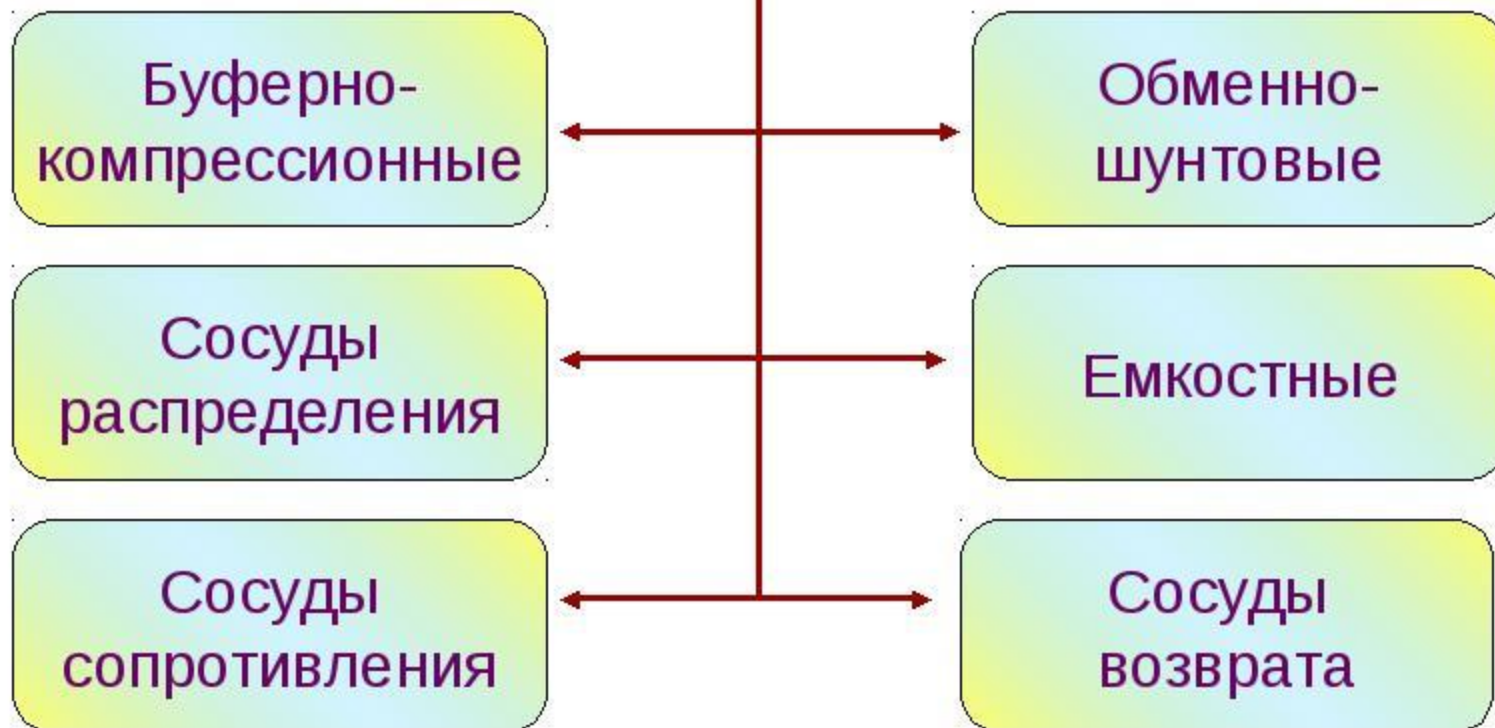
- Рефлекторную и гуморальную регуляцию просвета сосудов
- Распределение давления и скорости кровотока в кровеносной системе человека механизм саморегуляции гемодинамики



Гемодинамика — движение крови по сосудам, возникающее вследствие разности гидростатического давления в различных участках кровеносной системы (кровь движется из области высокого давления в область низкого). Зависит от сопротивления току крови стенок сосудов и вязкости самой крови. О гемодинамике судят по минутному объёму крови. Гемодинамика обеспечивается сердцем и сосудами.

# Функциональная классификация

## сосудов



# Подразделение сосудов по функциональным признакам

Функциональные свойства сосудов зависят от:

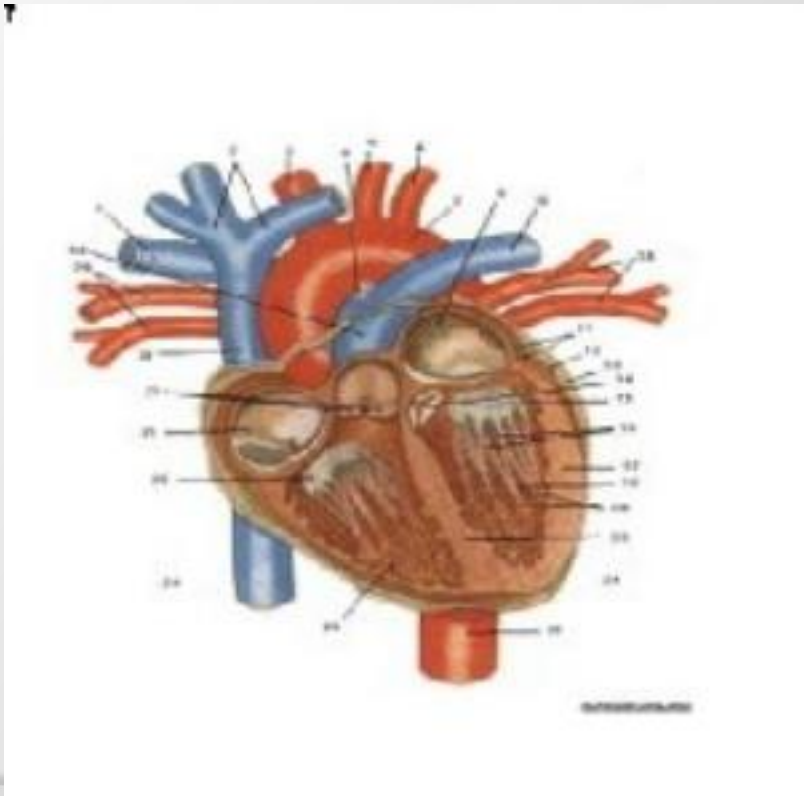
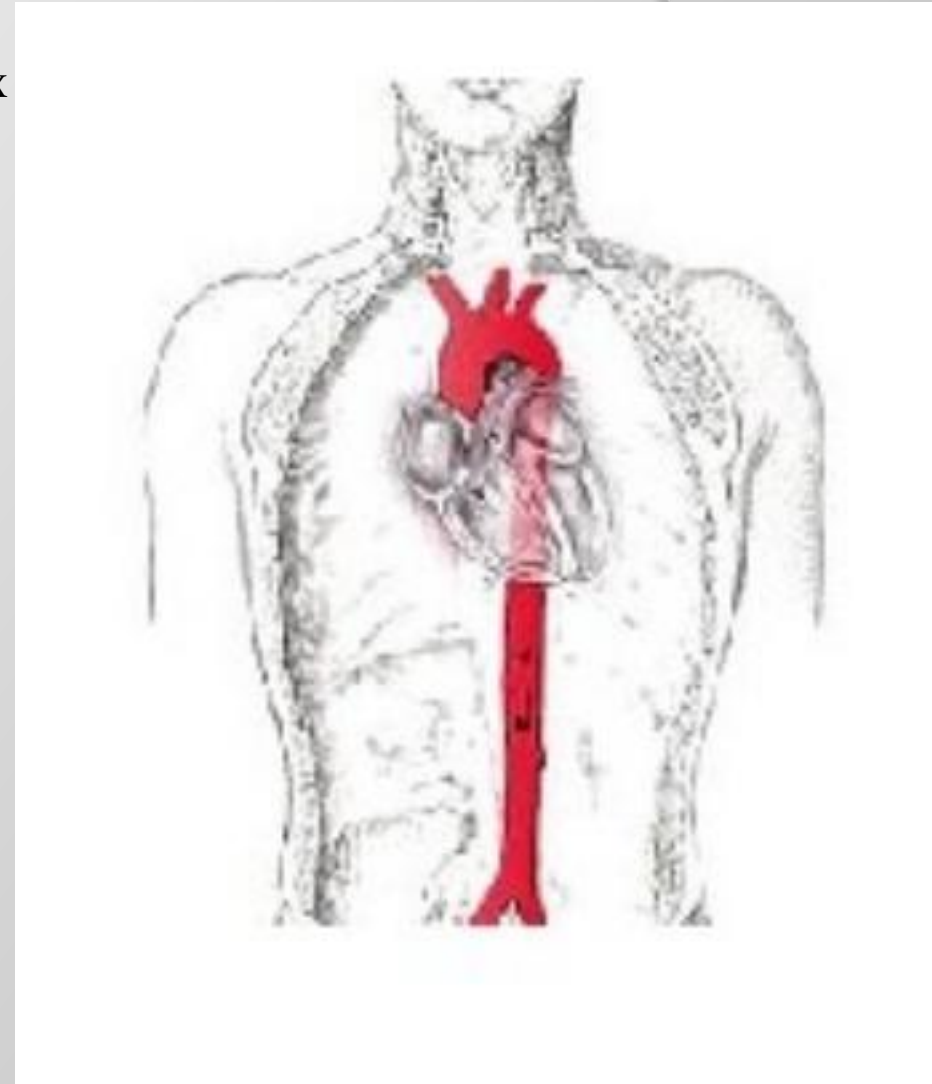
- особенностей строения сосудистой стенки,
- диаметра и расположения их относительно сердца,
- степени оксигенации находящейся в них крови,
- наличия и толщины слоев эластических и гладкомышечных волокон,
- плотности и непрерывности контактов между эндотелиальными клетками, покрывающими внутреннюю поверхность сосудов

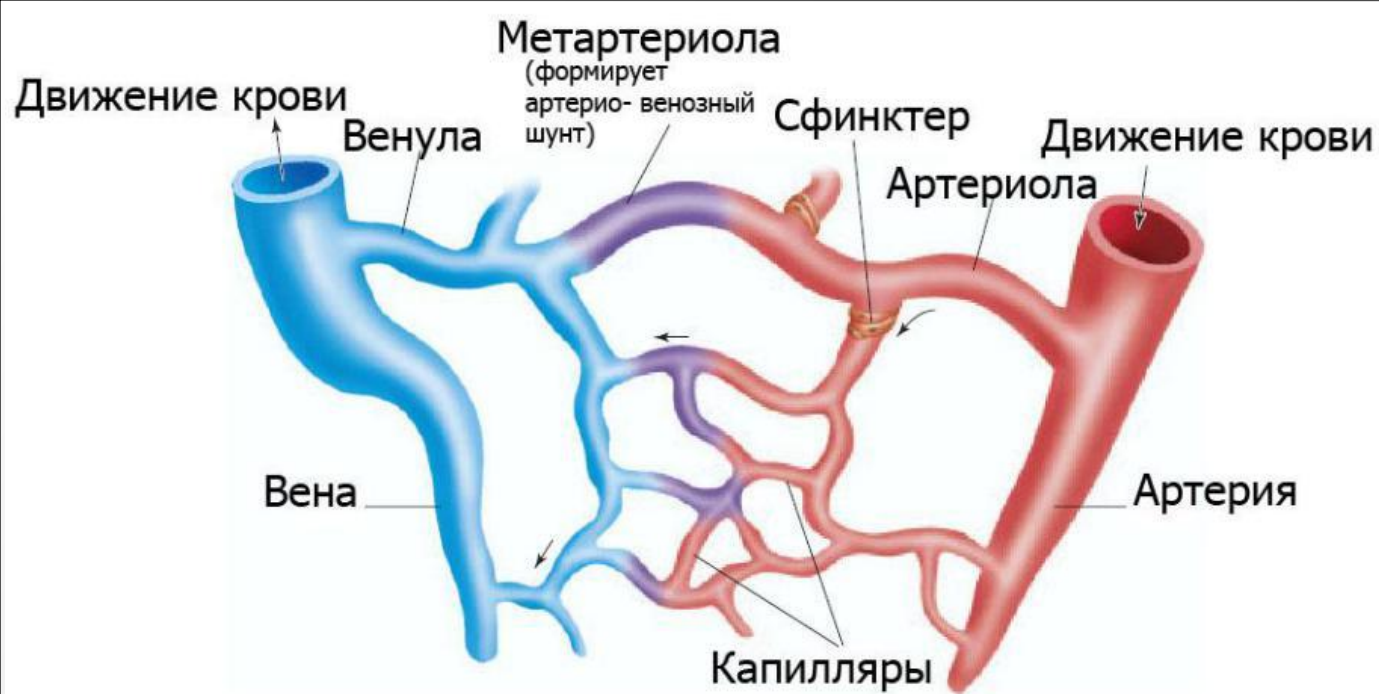
## 1) Амортизирующие

- аорта •

легочная артерия и все исходящие от них крупные артерии

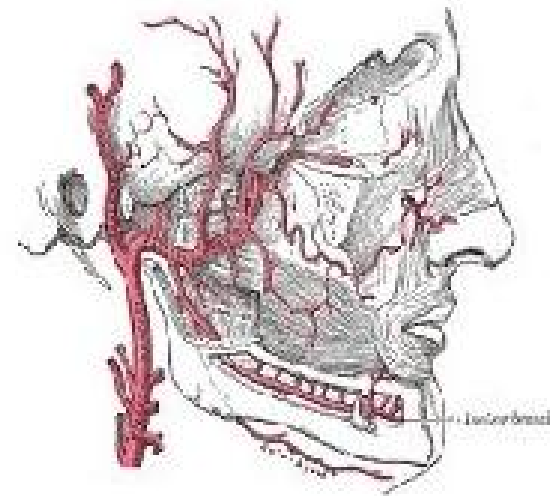
- артериальные сосуды эластического типа, которые принимают кровь, изгоняемую желудочками под относительно высоким давлением





## 2) Резистивные (сосуды сопротивления)

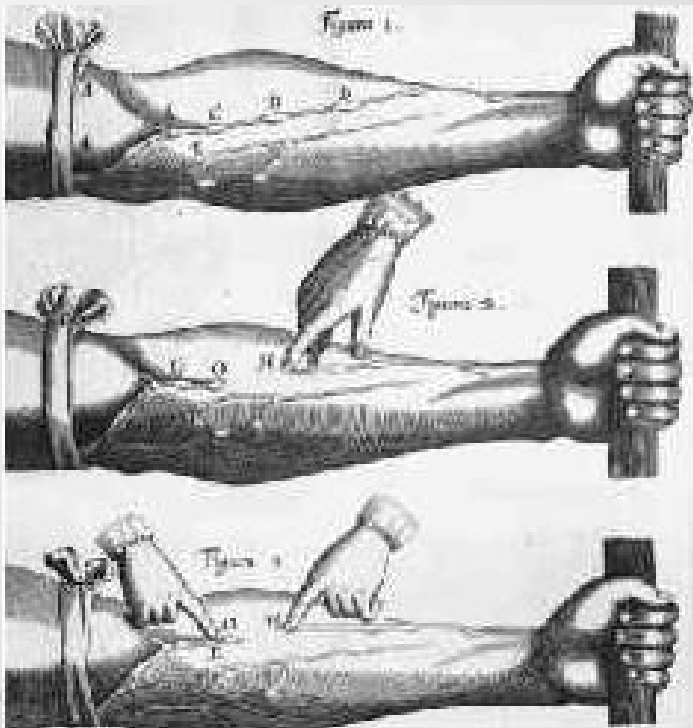
- мелкие артерии и артериолы,
- прекапиллярные сфинктеры, расположенные в местах отхождения капилляров от метартериол;





### 3) Обменные

К ним относят капилляры, пре- и посткапиллярные сосуды, через которые совершается обмен водой, газами и органическими веществами между кровью и тканями



### 4) Емкостные.

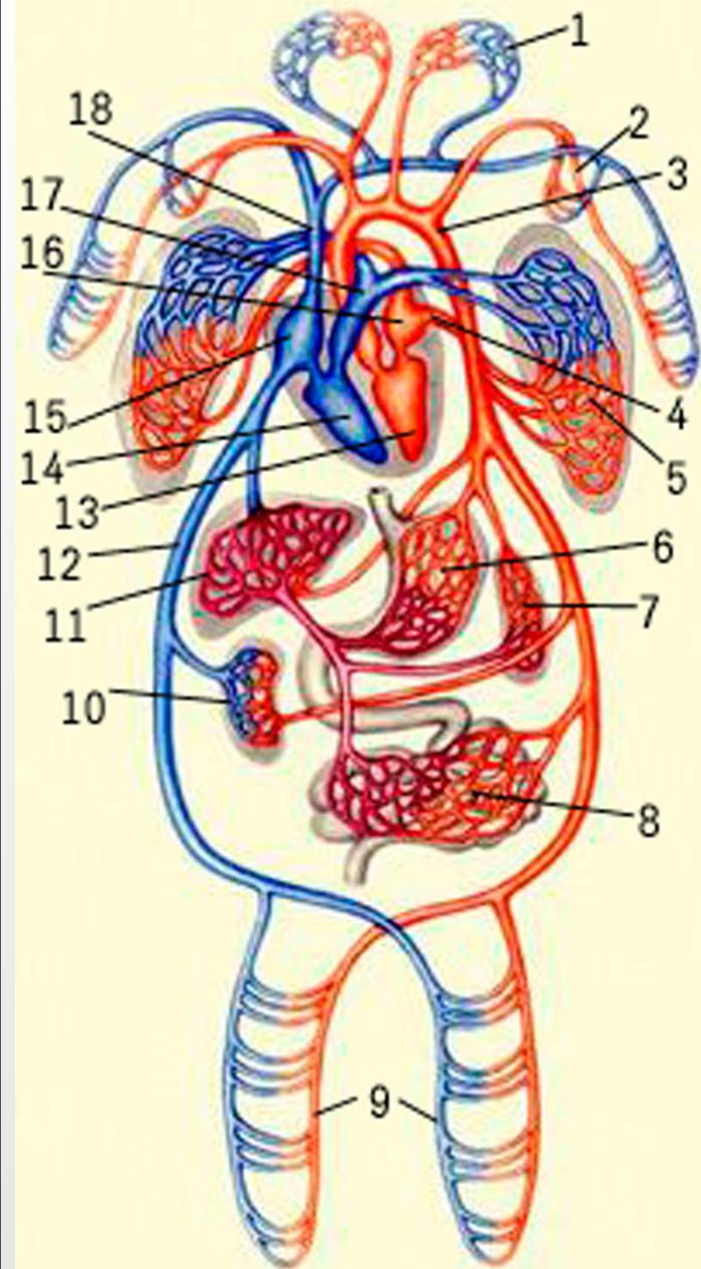
К ним относят вены. Благодаря высокой растяжимости вены могут вмещать большие объемы крови и таким образом обеспечивают ее своеобразное депонирование — замедление перехода к предсердиям. Особенно выраженными депонирующими свойствами обладают вены селезенки, печени, кожи и легких



### 5 ) Шунтирующие.

Представляют анастомозы между артериальными и венозными сосудами. При открытии анастомозов основное количество крови идет через эти участки сосудистого русла с малым сопротивлением, а кровоток через капилляры уменьшается (вплоть до прекращения)

б) сосуды возврата крови в сердце.  
К ним относятся средние, крупные и полые вены



- 1 - сосуды головы и шеи,
- 2 - верхней конечности,
- 3 - аорта,
- 4 - лёгочная вена,
- 5 - сосуды лёгкого,
- 6 - желудка,
- 7 - селезёнки,
- 8 - кишечника,
- 9 - нижних конечностей,
- 10 - почки,
- 11 - печени,
- 12 - нижняя полая вена,
- 13 - левый желудочек сердца,
- 14 - правый желудочек сердца,
- 15 - правое предсердие,
- 16 - левое предсердие,
- 17 - лёгочная артерия,
- 18 - верхняя полая вена.

Схема кровообращения человека:

Причины движения крови:

1. Работа насоса – сердца.
2. Разность давления в проксимальном и дистальном отделе сосудистой системы. Кровь течет из области высокого давления в низкого.
3. Гравитационные силы.
4. Работа мышечного насоса.
5. Работа клапанов вен.
6. Присасывающее действие сердца
7. Дыхательный насос. Смещение диафрагмы при вдохе повышает давление в сосудах брюшной полости и снижает в грудной. Растет градиент давления между отделами венозной системы.

# Гемодинамические показатели

К гемодинамическим показателям относят:

1. Объемная скорость движения крови.
2. Линейная скорость движения крови.
3. Сопротивление сосудистой системы.
4. Давление крови в сосудах.

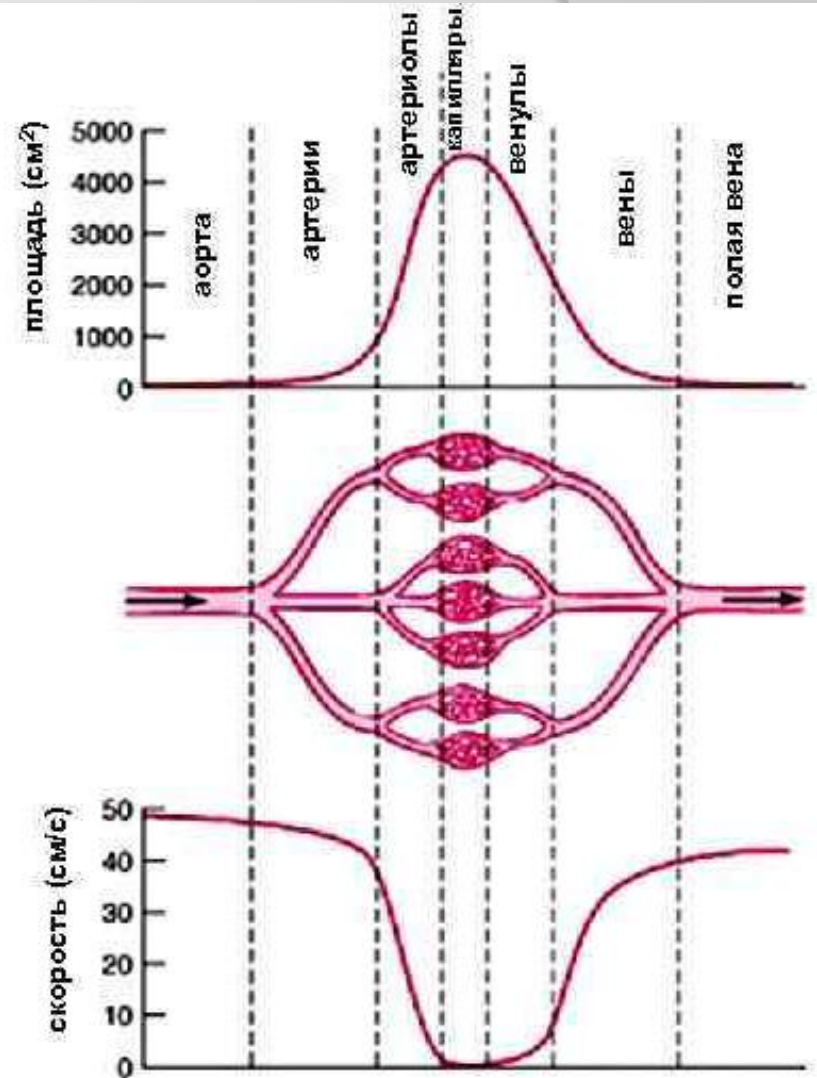


**Объемная скорость движения крови.** Кровоток, т.е. объем крови, проходящей за единицу времени через кровеносные сосуды в каком-нибудь отделе кровеносного русла, равен отношению разности средних давлений в артериальной и венозной частях этого отдела (или в любых других частях) к гидродинамическому сопротивлению.

$$Q = (P_1 - P_2) / R$$

где Q-объемный кровоток, P<sub>1</sub>-давление крови в начале сосуда, P<sub>2</sub>-движение крови в конце сосуда, R-сопротивление сосуда. Объемная скорость кровотока отражает кровоснабжение какого-либо органа или ткани.

В гемодинамике этому гидродинамическому показателю соответствует объемная скорость крови, т.е. количество крови, протекающее через кровеносную систему в единицу времени, другими словами — минутный объем кровотока. Поскольку кровеносная система замкнутая, то через любое поперечное сечение ее в единицу времени проходит одно и то же количество крови.

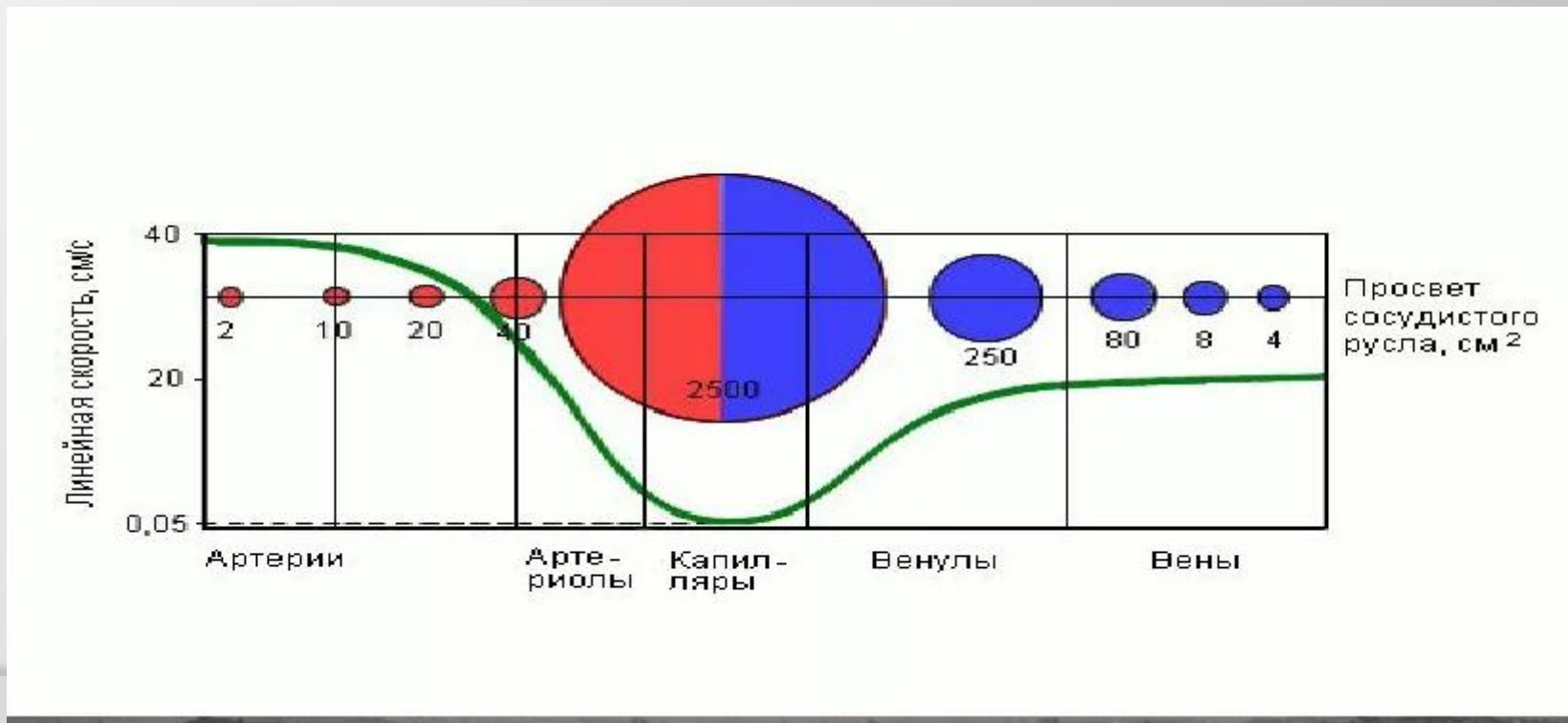


# линейная скорость движения крови .

- Линейная скорость кровотока- скорость перемещения жидкости в единицу времени( см/с)

Еще одна гемодинамическая закономерность устанавливает взаимосвязь объемной и линейной скорости кровотока и отражена в формуле  $L = Q / \pi r^2$ , где  $L$  — линейная скорость кровотока,  $Q$  — объемный кровоток,  $\pi$  — число, равное 3,14,  $r$  — радиус сосуда. Величина  $\pi r^2$  отражает площадь поперечного сечения сосуда.

Линейная скорость кровотока в сосудах пропорциональна объемному кровотоку через них и обратно пропорциональна площади поперечного сечения этих сосудов. Например, в аорте, имеющей площадь поперечного сечения  $3-4 \text{ см}^2$ , линейная скорость перемещения частиц крови составляет в покое в среднем  $50 \text{ см/с}$ . При физической нагрузке она может возрасти в  $4-5$  раз



# Сопrotивление сосудистой системы

Протекая по трубке, жидкость преодолевает сопротивление, которое возникает вследствие внутреннего трения частиц жидкости между собой и о стенку трубки. Это трение будет тем больше, чем больше вязкость жидкости, ее диаметр и чем больше скорость течения.

Под вязкостью обычно понимают внутреннее трение, т. е. силы, влияющие на течение жидкости.

существует механизм, препятствующий значительному повышению сопротивления в капиллярах. Он обусловлен тем, что в наиболее мелких сосудах (диаметром меньше 1 мм), эритроциты выстраиваются в так называемые монетные столбики и по-добно змее двигаются по капилляру в оболочке из плазмы, почти не контактируя со стенками капилляра. В результате этого условия кровотока улучшаются, и этот механизм частично препятствует значительному повышению сопротивления.



Гидродинамическое сопротивление зависит и от размеров сосудов от их длины и поперечного сечения. В суммарном виде уравнение, описывающее сосудистое сопротивление представляет следующее (формула Пуазейля):

$$R = 8\eta L / \pi r^4, \text{ где } \eta \text{ — вязкость, } L \text{ — длина, } \pi = 3,14 \text{ (число пи), } r \text{ — радиус сосуда.}$$

Кровеносные сосуды оказывают значительное сопротивление току крови, и сердцу приходится большую часть своей работы тратить на преодоление этого сопротивления.






# Давление крови в сосудах.

Если ввести в крупную артерию животного датчик манометра, то прибор обнаружит давление, колеблющееся в ритме сердечных сокращений около средней величины, равной примерно 100 мм рт ст. Существующее внутри сосудов давление создается работой сердца, нагнетающего кровь в артериальную систему в период систолы. Однако, и во время диастолы, когда сердце расслаблено и работы не производит, давление в артериях не падает до нуля, а лишь немного западает, сменяясь новым подъемом во время следующей систолы. Таким образом, давление обеспечивает непрерывный ток крови, несмотря на прерывистую работу сердца. Причина — в эластичности артерий.

	Давление ,мм рт.ст	Скорость,с м/с
Аорта	100	40
Артерии	100-40	40-10
Артериолы	10-25	10-0,1
Капилляры	25-12	<0,1
Венулы	12-10	<0,3
Вены	10-5	0,3-5
Полая вена	+5-5	5-20

- Распределение давления и скорости кровотока в кровеносной системе человека

	ВОЗРАСТ	МИНИМУМ	НОРМА	МАКСИМУМ
	1–5	80/55	95/65	110/79
	6–13	90/60	105/70	115/80
	20–24	108/75	120/79	132/83
	25–29	109/76	121/80	133/84
	40–44	112/79	125/83	137/87
	45–49	115/80	127/84	139/88

Артериальное давление по возрастам

Среднее артериальное давление для центральных артерий:

- $P_{\text{ср.}} = P_{\text{диаст.}} + (P_{\text{сист.}} - P_{\text{диаст.}}) / 2$
- $P_{\text{ср.}}$  равно сумме диастолического давления и  $1/2$  пульсового

Для периферических артерий:

- $P_{\text{ср.}} = P_{\text{диаст.}} + (P_{\text{сист.}} - P_{\text{диаст.}}) / 3$
- $P_{\text{ср.}}$  равно сумме диастолического давления и  $1/3$  пульсового

# Объем циркулирующей крови

У взрослого человека 6-8% от массы тела

У новорожденного 15%

У годовалого ребенка 11%

ОЦК составляет 50-55% от общего количества крови. Остальные 45-50% крови депонированы, в печени до 20%, в селезенке до 16%, в коже до 10%

ОЦК 50-55% - нормоволемия

ОЦК больше 55% - гипervолемия

ОЦК меньше 50% - гиповолемия

# Центральное венозное давление

Давление в крупных венах в месте их впадения в правое предсердие — в среднем составляет около 4,6 мм рт.ст. Центральное венозное давление — важная клиническая характеристика, необходимая для оценки насосной функции сердца. При этом решающее значение имеет *давление в правом предсердии* (около 0 мм рт.ст.) — регуляторе баланса между способностью сердца откачивать кровь из правого предсердия и правого желудочка в лёгкие и возможностью крови поступать из периферических вен в правое предсердие (*венозный возврат*). Если сердце работает интенсивно, то давление в правом желудочке понижается. Напротив, ослабление работы сердца повышает давление в правом предсердии. Любые воздействия, ускоряющие приток крови в правое предсердие из периферических вен, повышают давление в правом предсердии.

✓

Исходный (референтный) уровень, по отношению к которому измеряют давление в правом предсердии, — трёхстворчатый клапан.

Факторы, увеличивающие венозный возврат (соответственно повышающие давление в правом предсердии):

- увеличение ОЦК,
- повышение тонуса крупных сосудов всего тела с увеличением периферического венозного давления,
- расширение артериол, приводящее к понижению общего периферического сопротивления и ускоряющее поступление крови из артерий в вены.

Давление в правом предсердии может повышаться до 20–30 мм рт.ст. при серьёзных заболеваниях сердца или в результате массивного переливания крови, вызывающего повышенный приток крови из периферических вен.

Нижние границы давления в правом предсердии варьируют от –3 до –5 мм рт.ст., что обусловлено отрицательным давлением внутри грудной полости.

Давление в правом предсердии приближается к нижним значениям, если насосная функция сердца резко усилена или поступление крови с периферии в сердце уменьшено (например, вследствие тяжёлого кровотечения).

# Пульс

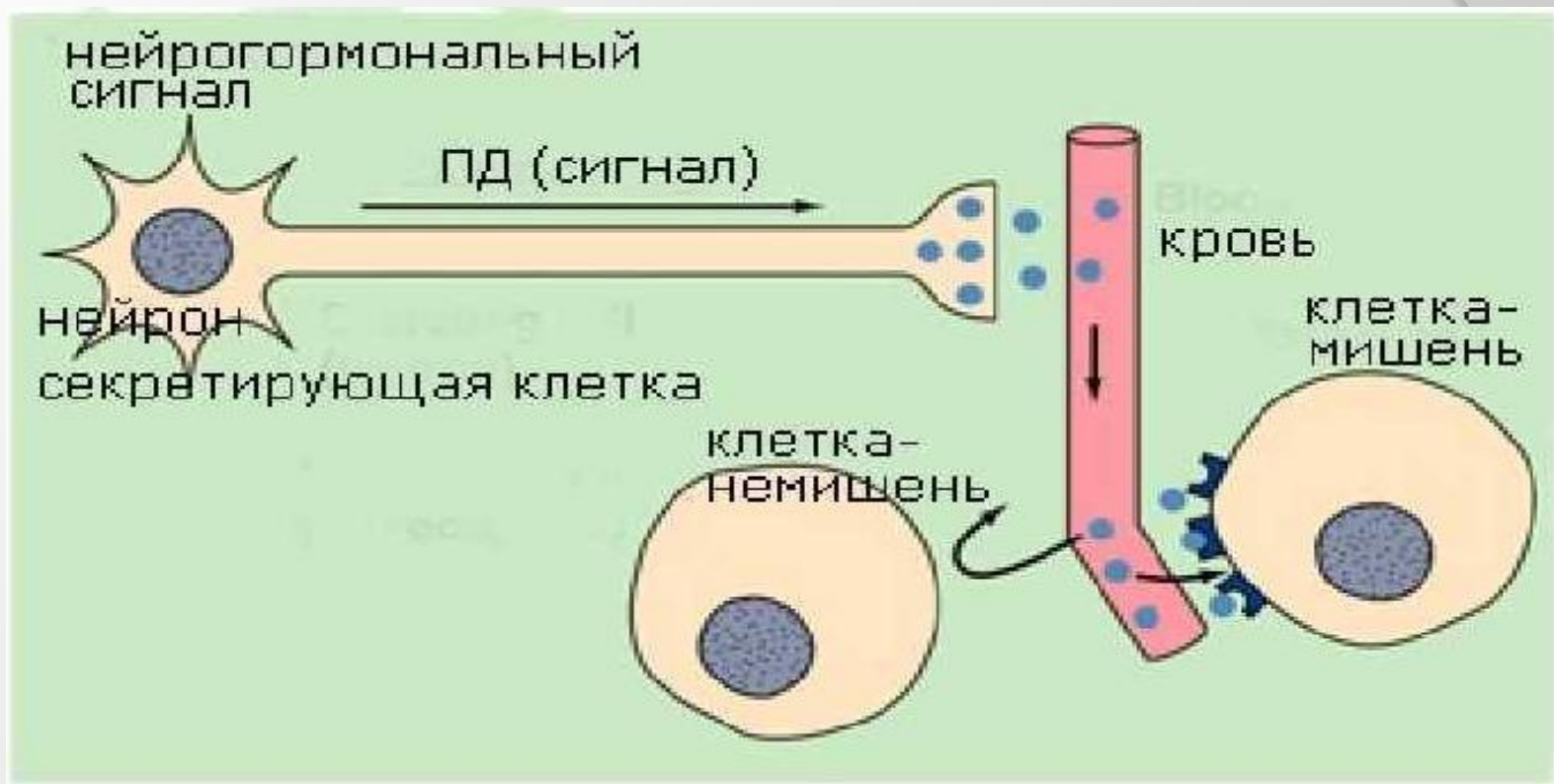
Пульс – это периодическое, синхронное с сердечной деятельностью расширение и спадение артерий. Пальпаторному исследованию доступна пульсация сонных, височных, плечевых, локтевых, лучевых, бедренных, подколенных, задних берцовых и тыльных артерий стоп.

## Свойства пульса:

1. Частота пульса указывает на частоту сердечных сокращений. У детей пульс чаще, чем у взрослых
2. Ритм. Он может быть ритмичным и неритмичным.
3. Высота (низкий и высокий пульс) Амплитуда пульса – это величина колебания артериальной стенки во время пульсового толчка. Он зависит от величины ударного объема, т.е. количества крови, выбрасываемого за один цикл сердечного сокращения и объемной скорости кровотока в диастоле. Также существенно влияние эластичности амортизирующих сосудов. Чем больше эластичность, тем меньше амплитуда.
4. Скорость пульса. Крутизна нарастания пульсовой волны зависит от скорости изменения давления.
5. Нарастание (твердый или мягкий) пульса зависит от среднего уровня артериального давления. По напряжению пульса можно судить о систолическом давлении.

# Нейрогуморальная регуляция

Нейрогуморальная регуляция — это форма регуляции процессов в организме, при которой нервные импульсы и переносимые кровью и лимфой вещества выступают как звенья единого регуляторного процесса. Гомеостазис, т. е. поддержание постоянства внутренней среды и уравнивание организма с внешней средой, обеспечивается в основном за счет нейрогуморальной регуляции. Важная роль принадлежит нейрогуморальной регуляции и в процессах саморегуляции физиологических функций, под которыми понимают автоматическое поддержание на строго постоянном уровне констант и процессов в организме. Нейрогуморальная регуляция, соединяя в себе нервные и гуморальные механизмы, является более совершенной формой регуляции, нежели каждый из них в отдельности. Так, нервное звено обеспечивает быстрое взаимодействие между различными частями организма, а гуморальное — длительные регулирующие влияния.



Нейрогуморальная регуляция осуществляется двумя способами. Первый способ состоит в непосредственном действии гуморальных веществ (продуктов тканевого обмена или гормонов) на центральную нервную систему. При этом изменяется возбудимость нервных клеток. Так, например, углекислота крови действует на клетки дыхательного центра, а химический состав крови, в частности сахар, является раздражителем для нервных клеток пищевого центра. Второй способ заключается в том, что различные вещества, разносимые по организму кровью, а также лимфой, воздействуют на специализированные рецепторы, расположенные во внутренних органах. Эти рецепторы реагируют на изменение химического состава и осмотического давления жидкостей. Примером таких рецепторов могут служить хеморецепторы в стенках сосудов, реагирующие на изменение содержания углекислоты в крови и совместно с клетками дыхательного центра участвующие в поддержании ее постоянства. Определенную роль в нейрогуморальной регуляции играют различные медиаторы нервной системы.



# Литература

Семенов.Э.В «Физиология и анатомия человека», пособие по анатомии для мед.вузов

**Спасибо за внимание!**