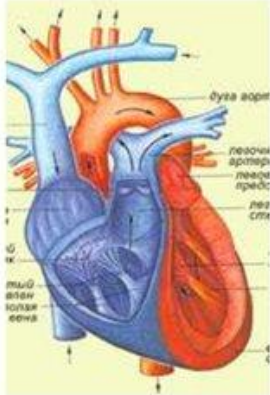


Лекция № 7 «Анатомия и физиология системы кровообращения»

Дисциплина «Анатомия и физиология человека»
СГУВТ, кафедра техносферной безопасности
к.м.н., доцент Арчибасова Елена Алексеевна

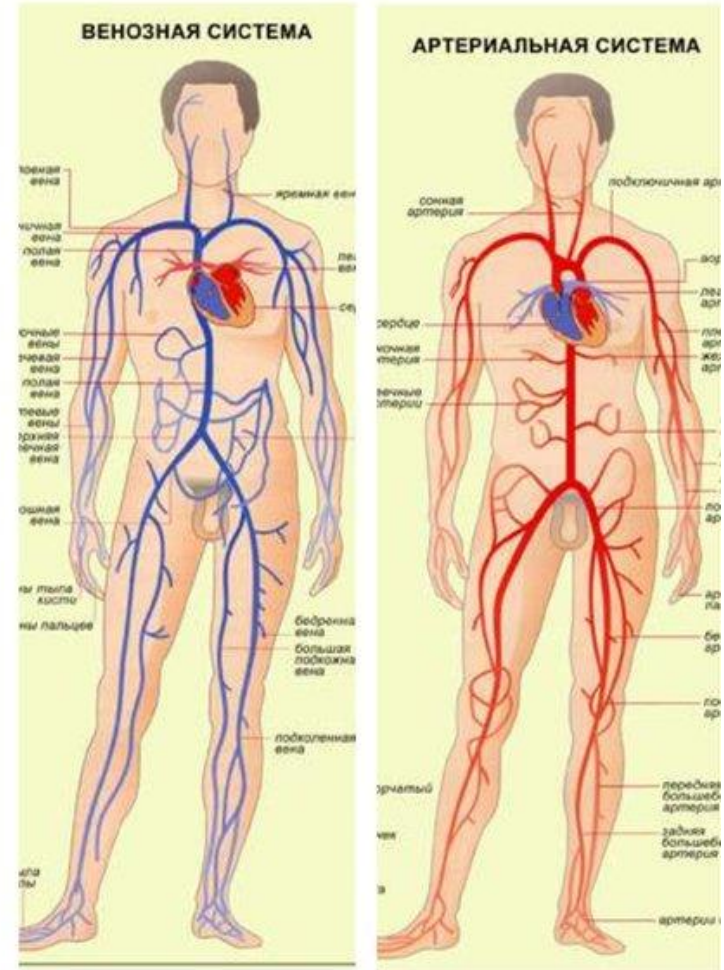
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА образована **СЕРДЦЕМ** и **кровеносными СОСУДАМИ.**



ССС обеспечивает циркуляцию крови в организме и транспорт содержащихся в ней веществ к органам, тканям и клеткам.

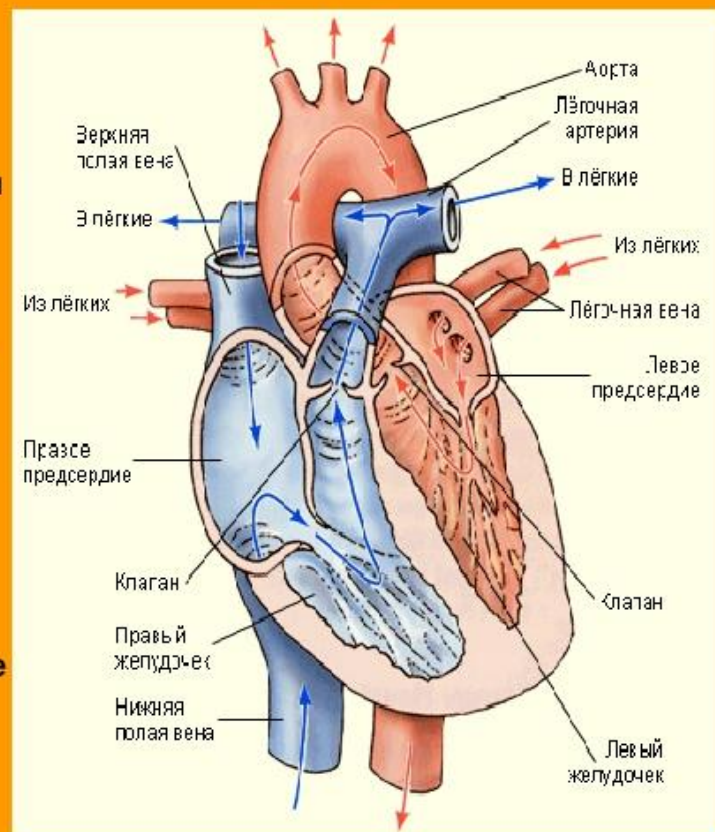
Функции ССС:

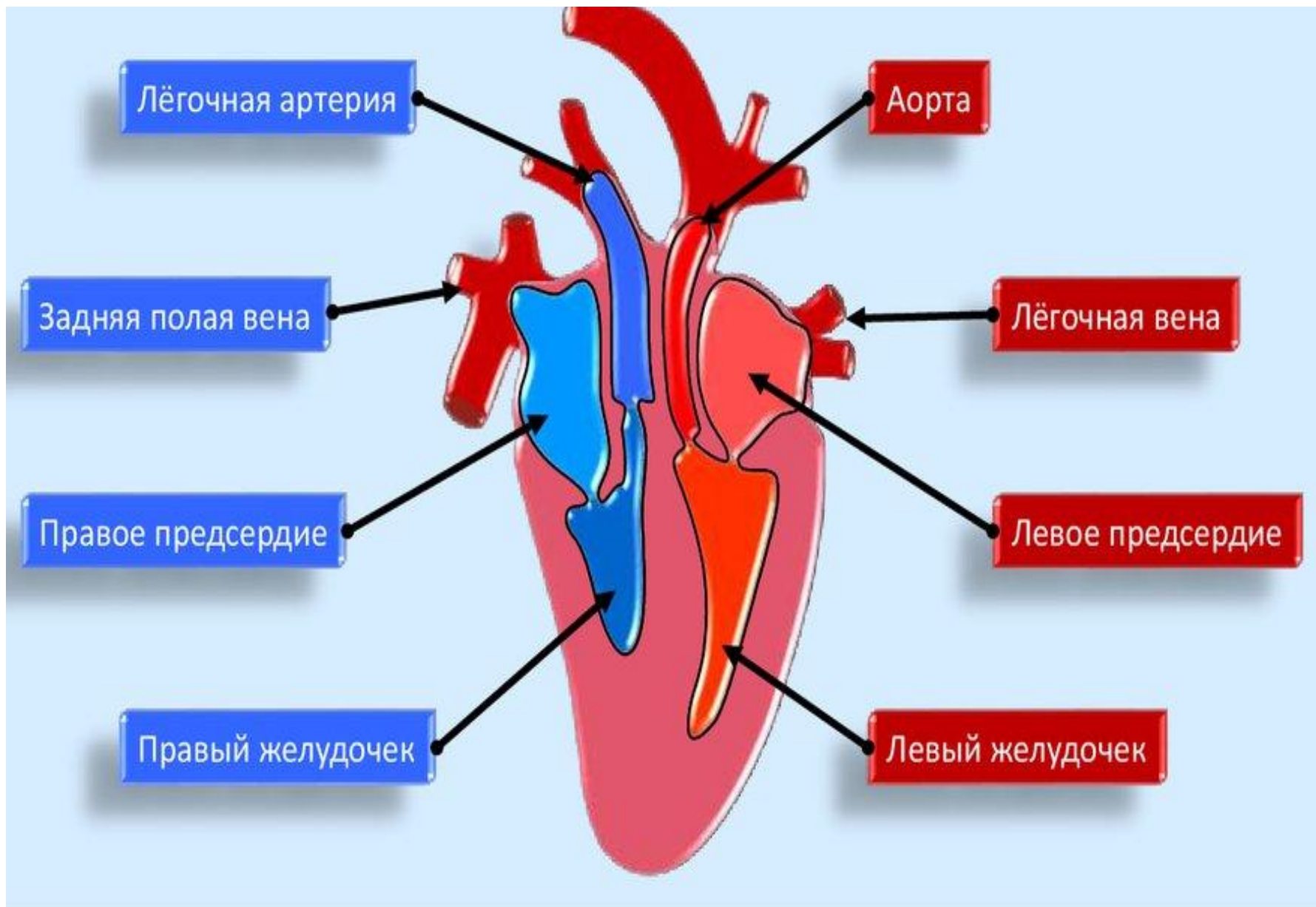
- трофическая** – доставка питательных веществ;
- дыхательная** - доставка кислорода и углекислого газа;
- экскреторная** - транспорт конечных продуктов обмена веществ к органам выделения;
- регуляторная** - доставка биологически активных веществ (например, гормонов);
- иммунная** – транспорт медиаторов воспаления, цитокинов и др.



Строение сердца

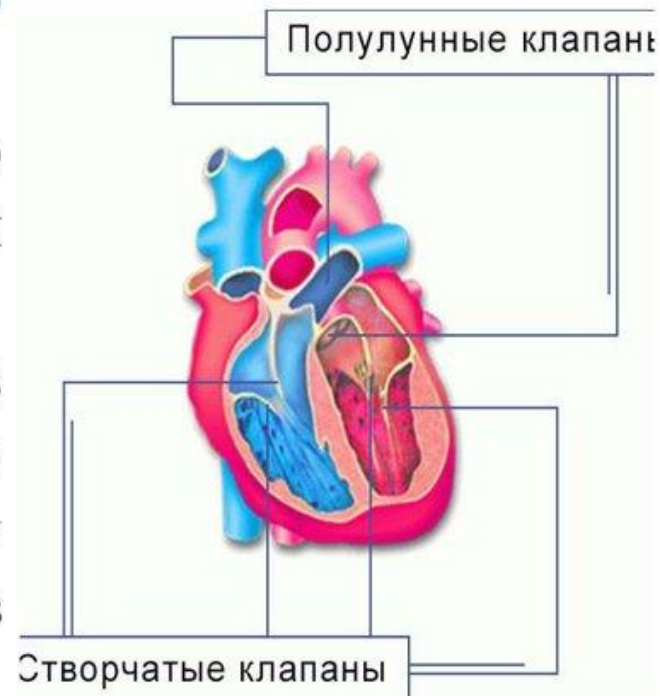
Условно сердце делится перегородкой на две половинки, левую и правую. Левая половина состоит из левого желудочка и левого предсердия. Между ними находится двухстворчатый клапан. У него только две створки по-другому он называется митральным. Правая половина сердца состоит из правого желудочка и правого предсердия. Они тоже отделены клапаном, но этот клапан имеет три створки и поэтому называется трехстворчатым. Клапаны открывают и закрывают проход между предсердиями и желудочками, заставляя кровь течь в одном направлении. Между желудочками и артериями расположены полулунные клапаны, каждый из которых состоит из трех кармашков. Клапан (нем.) «клаппе» - «крышка». Клапаны сердца и сосудов обеспечивают движение крови строго в одном направлении: по артериям – от сердца, по венам – к сердцу, из предсердий – в желудочки.



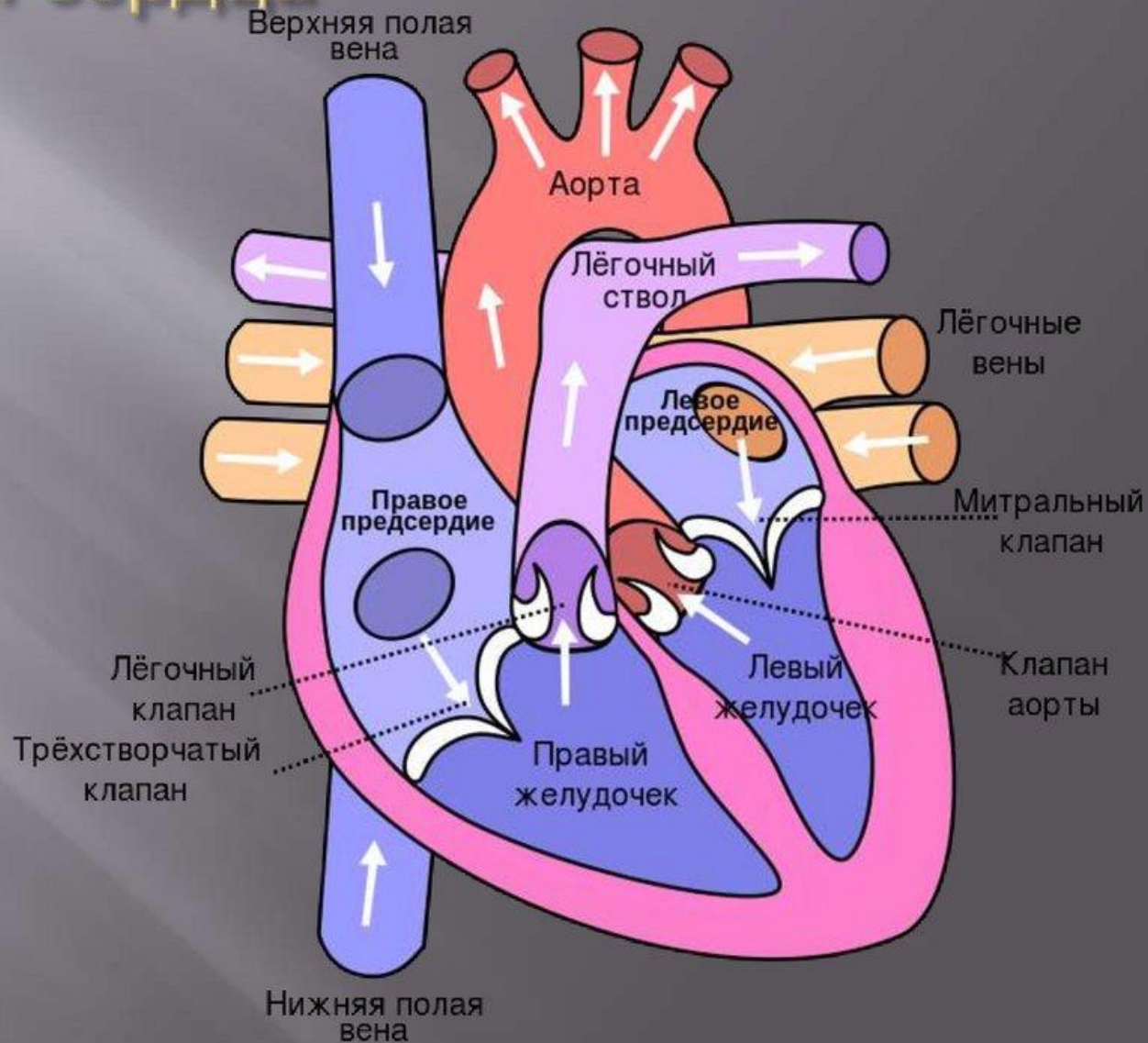


КЛАПАНЫ СЕРДЦА

- В левой части сердца клапан двустворчатый, в правой-трехстворчатый.
- У места выхода аорты из левого желудочка располагаются полулунные клапаны.
- Они пропускают кровь из желудочков в аорту и легочную артерию и препятствуют обратному движению крови из сосудов в желудочки.
- Клапаны сердца обеспечивают движение крови только **в одном направлении**.



Клапаны сердца



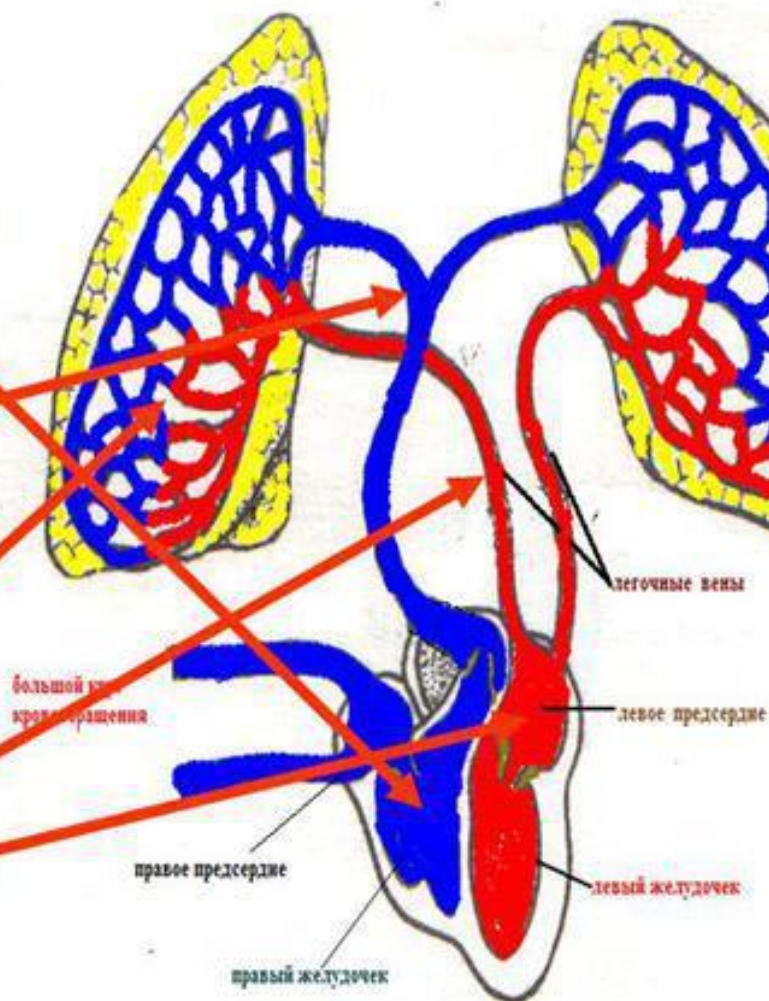
Клапан (нем.) «клаппе» - «крышка».
Клапаны сердца и сосудов
обеспечивают движение
крови строго в одном направлении:
по артериям – от сердца,
по венам – к сердцу,
из предсердий – в желудочки.

Малый круг кровообращения начинается с правого желудочка

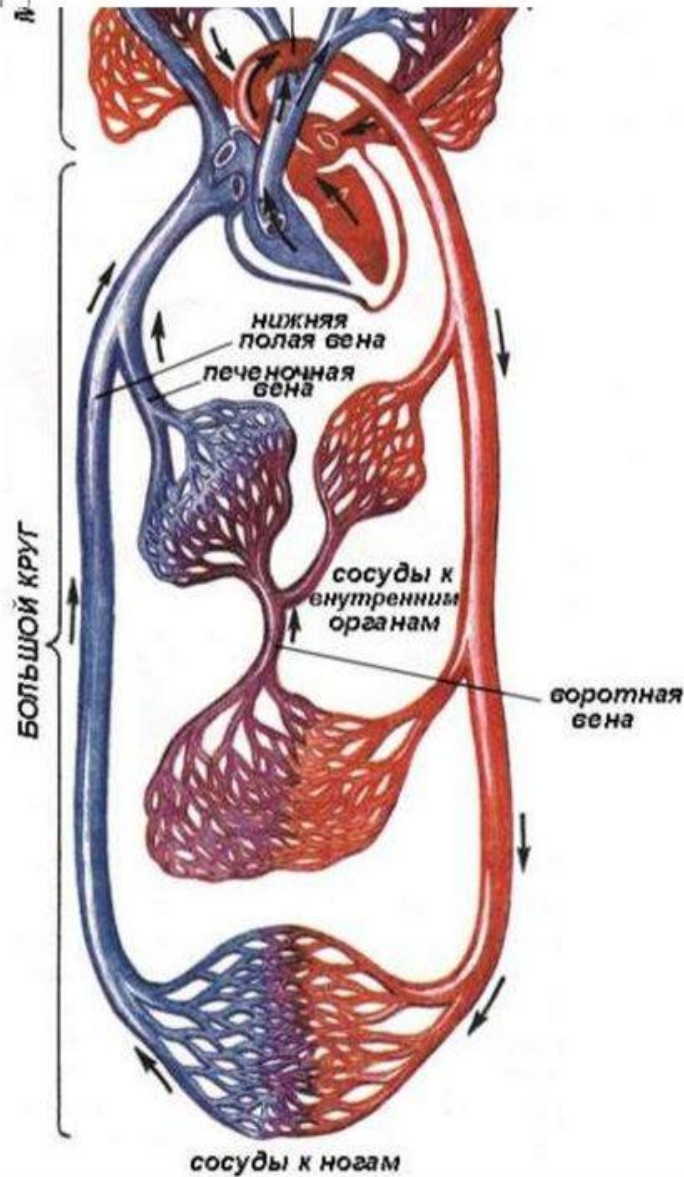
Сокращаясь правый желудочек выталкивает кровь в легочный ствол, который разделяется на правую и левую легочные артерии, несущие кровь в легкие.

В легочных капиллярах происходит газообмен: венозная кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом, становится артериальной.

По легочным венам артериальная кровь возвращается в левое предсердие.

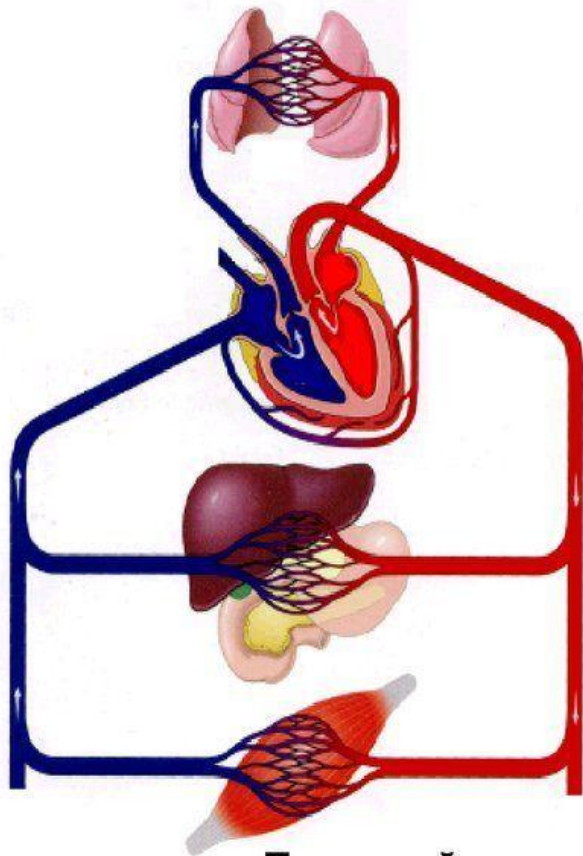


Большой круг кровообращения



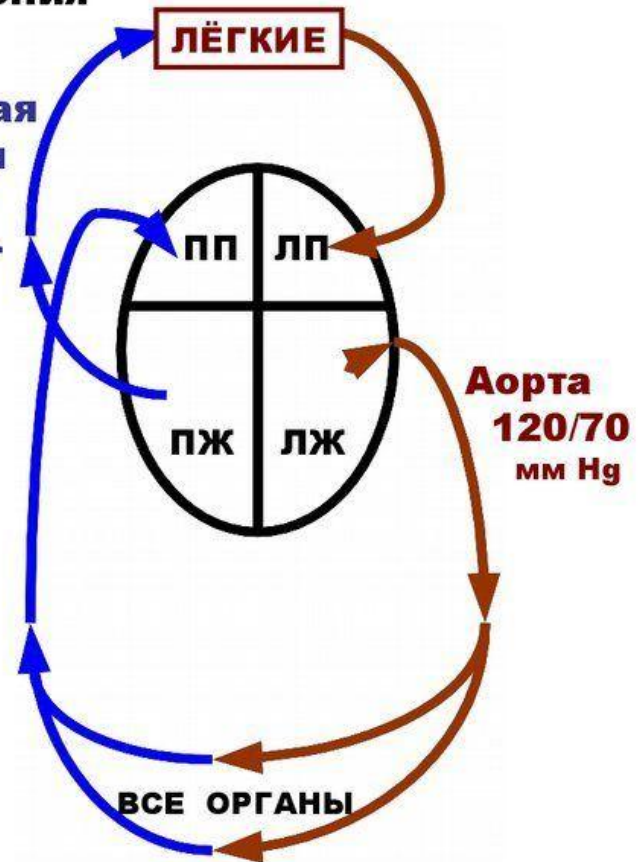
БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Малый круг кровообращения



Большой круг кровообращения

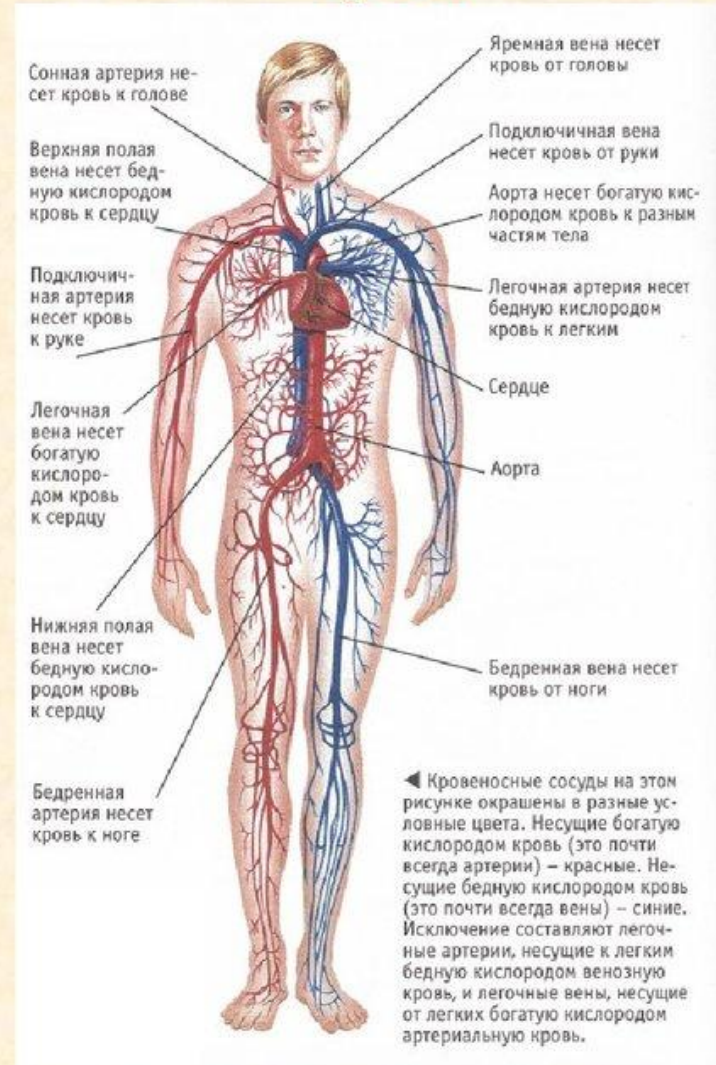
Лёгочная
артерия
30/15
мм рт.ст.



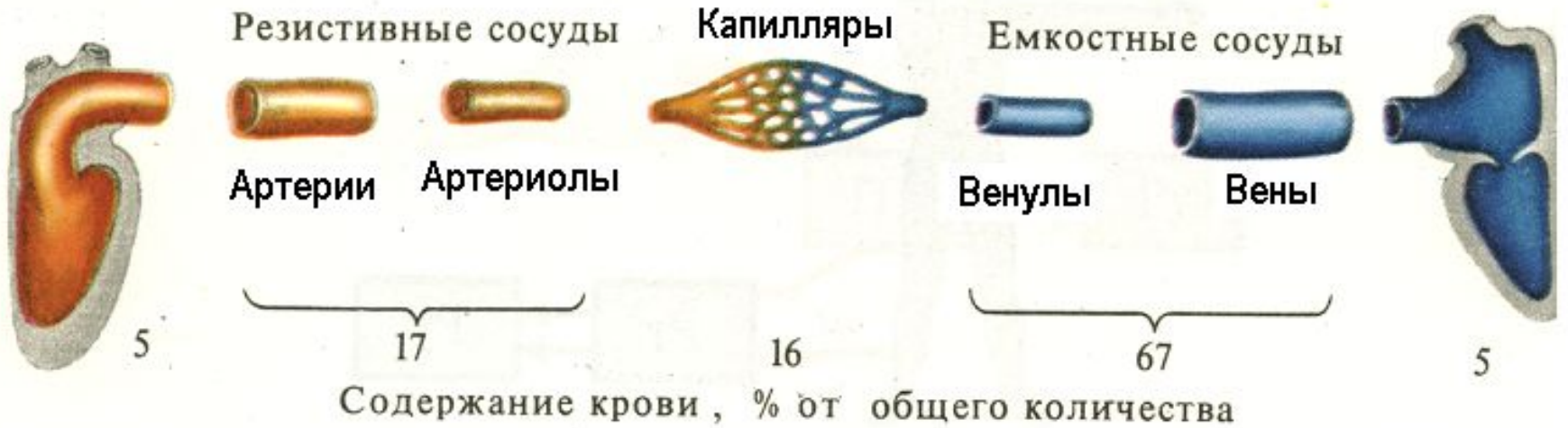
Кровеносные сосуды

Кровеносные сосуды

- эластичные
трубчатые
образования в теле
человека, по которым
силой ритмически
сокращающегося
сердца или
пульсирующего сосуда
осуществляется
перемещение крови по
организму



Отделы сосудистого русла



Функциональная характеристика отделов системы кровообращения

1. Генератор давления и расхода - **сердце**
2. **Компрессионный** отдел - **аорта и крупные артерии**
3. **Сосуды – стабилизаторы давления - артерии**
4. **Резистивный** отдел - **артериолы,**
5. **Обменный** отдел – **капилляры**
6. **Шунтирующие** сосуды - **артерио-венозные анастомозы,**
7. **Ёмкостные** сосуды - **вены, до 80% крови.**

Артерии.

- Артерии – это кровеносные сосуды, по которым кровь течет от сердца.
- Стенки состоят из трех оболочек: внутренняя – эндотелиальные клетки, средняя – гладкая мышечная ткань, наружная – рыхлая соединительная ткань. Стенки артерий толстые и упругие, что позволяет им выдерживать давление крови, выталкиваемой из сердца.
- Артерии расположены глубже, чем вены, т.к. их повреждение гораздо опаснее, чем повреждение вен.



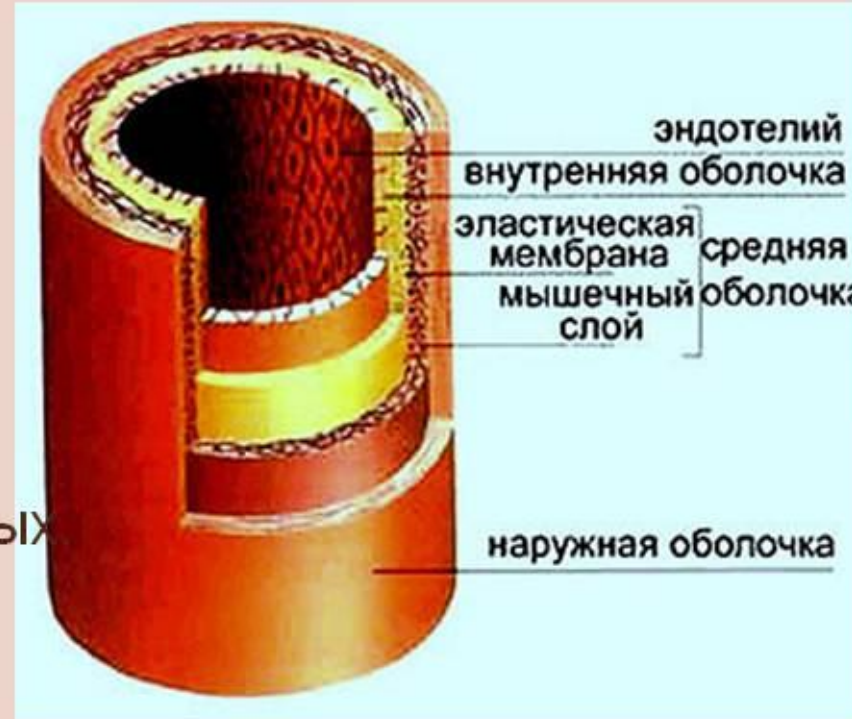
Артерии

- Артерии состоят из трех оболочек:

Внутренняя оболочка, или интима, обеспечивает легкое протекание крови.

Средняя оболочка, или медиа. Состоит из гладкомышечных волокон, прочных и эластичных позволяет изменять просвет артерии.

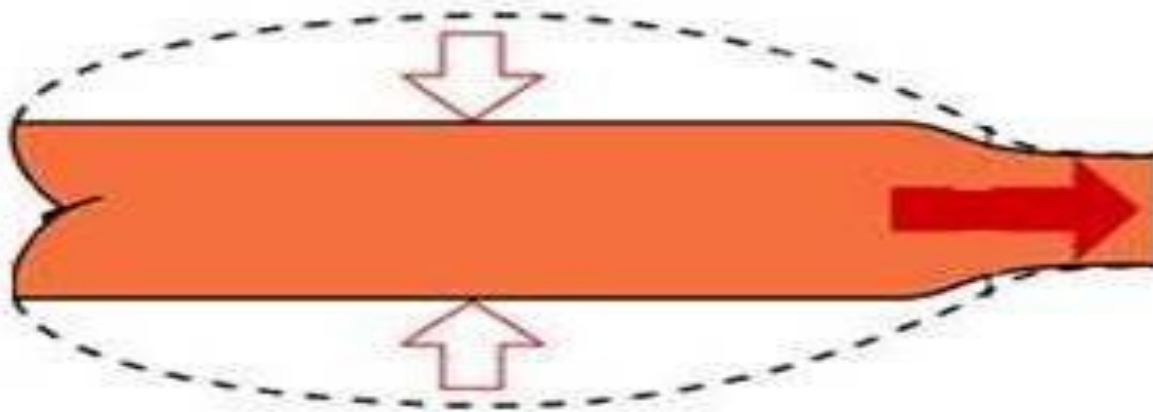
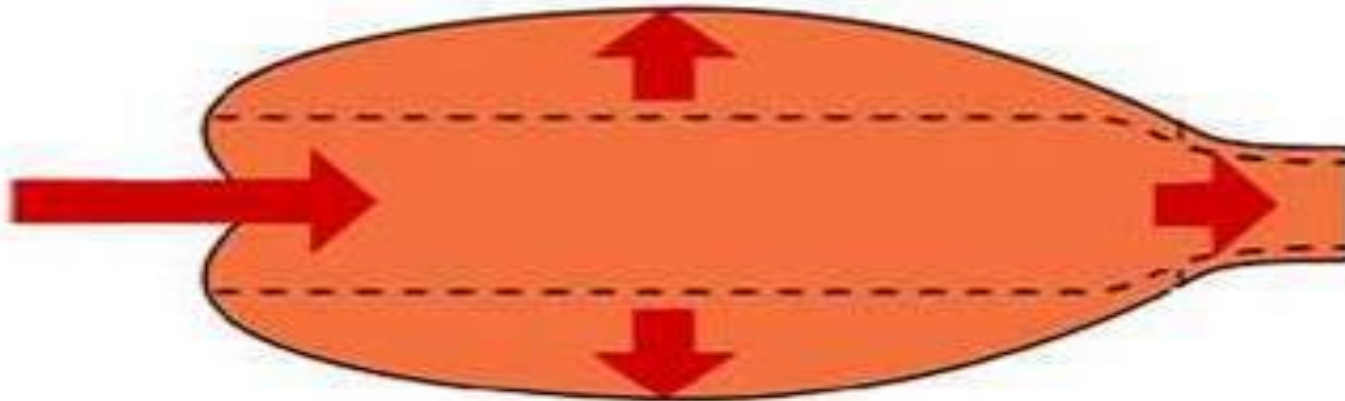
Наружная оболочка, или адвентиция. Соединительно-тканная внешняя оболочка.



сосуды, по которым циркулирует кровь, выходящая из сердца и идущая к различным органам.

Компрессионный отдел

Растяжение давлением желудочков



"Отдача" элаستيки

Резистивный отдел

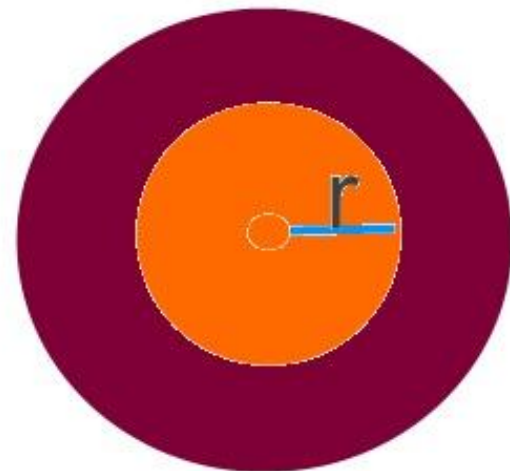
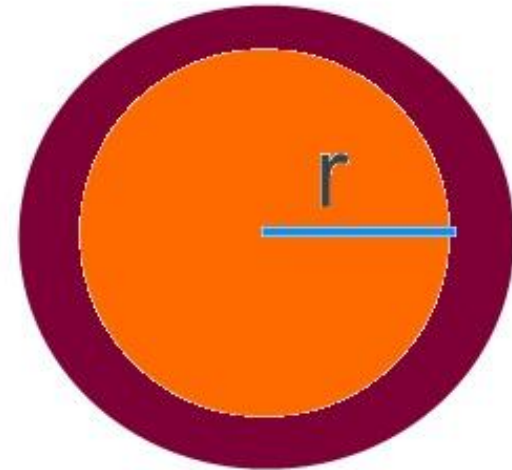
1. Создание периферического сосудистого сопротивления
2. Перераспределение крови и регуляция регионарного кровообращения

Артериолы выполняют свои функции путем изменения радиуса сосудов

- Свойства гладких мышц
- Свойства эндотелия

Сосудистый тонус

Определенная
степень сокращения
гладких мышц
сосудистой стенки,
которая определяет
радиус сосуда



Физиологические свойства гладких мышц

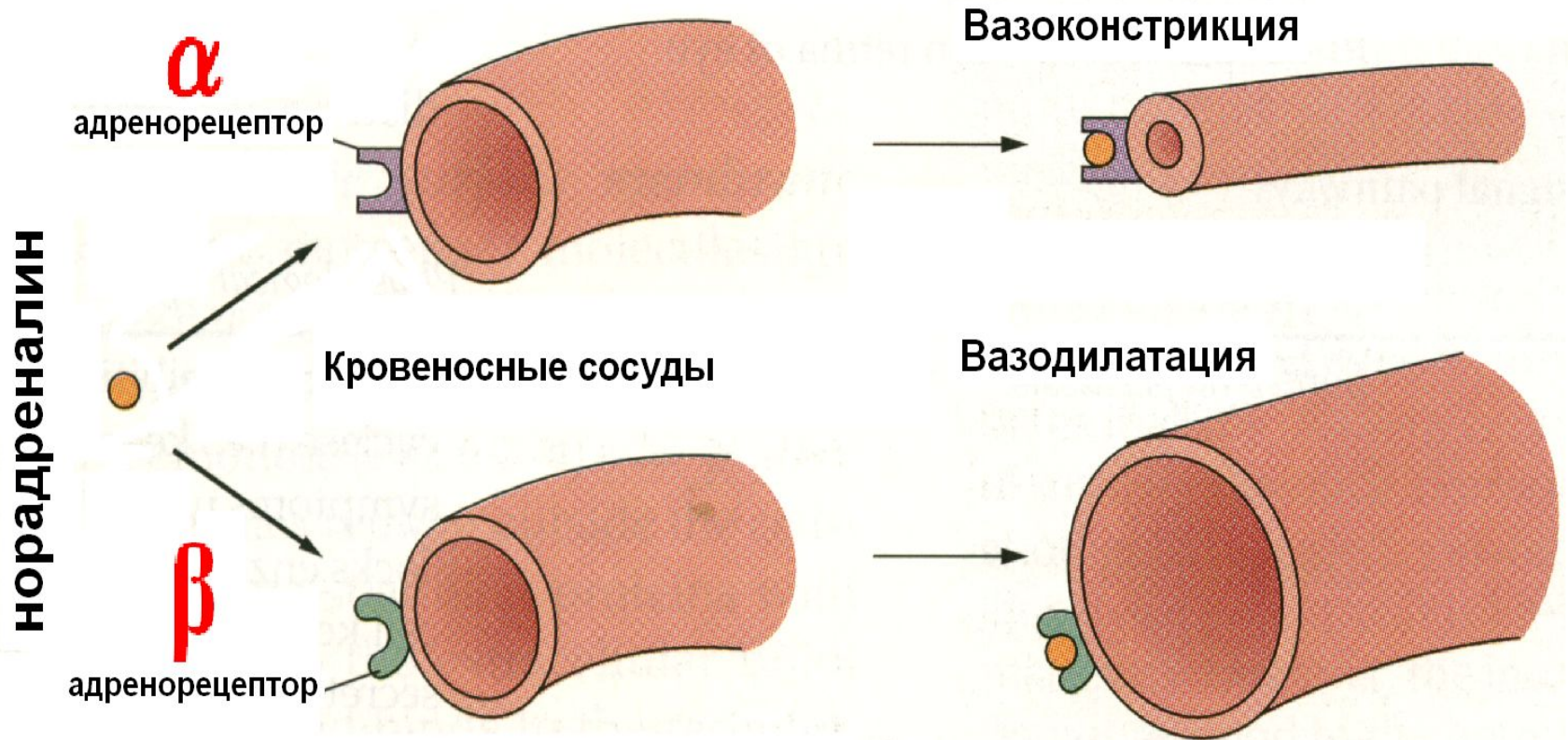
1. Обладают автоматией.
2. Способны к длительным тоническим сокращениям
3. Сокращаются в ответ на растяжение
4. Высоко чувствительны к биологически активным веществам

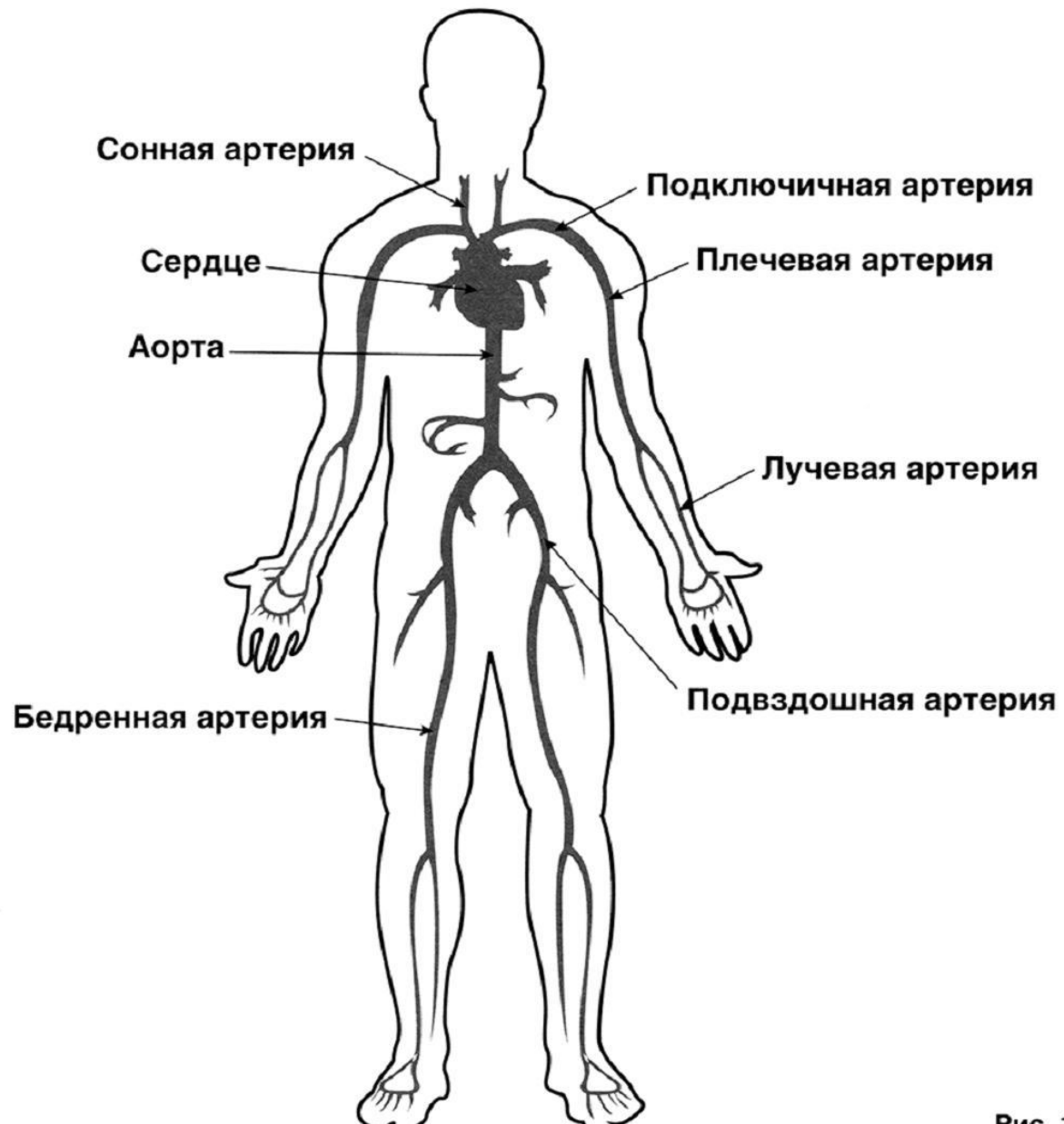
Сосуды иннервируются симпатическими нервами

Постганглионарные волокна выделяют

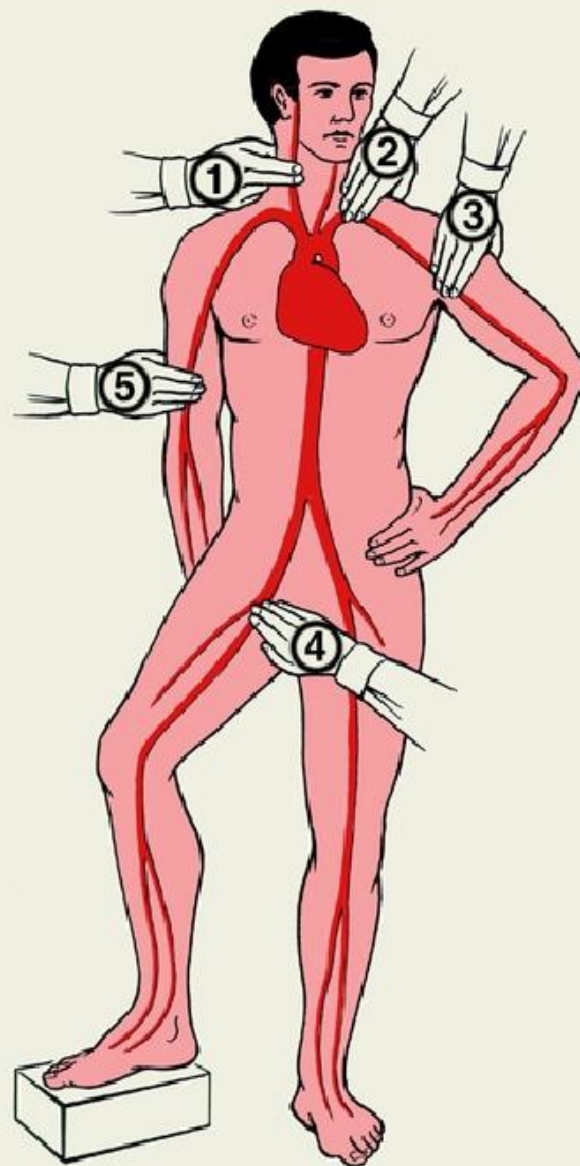
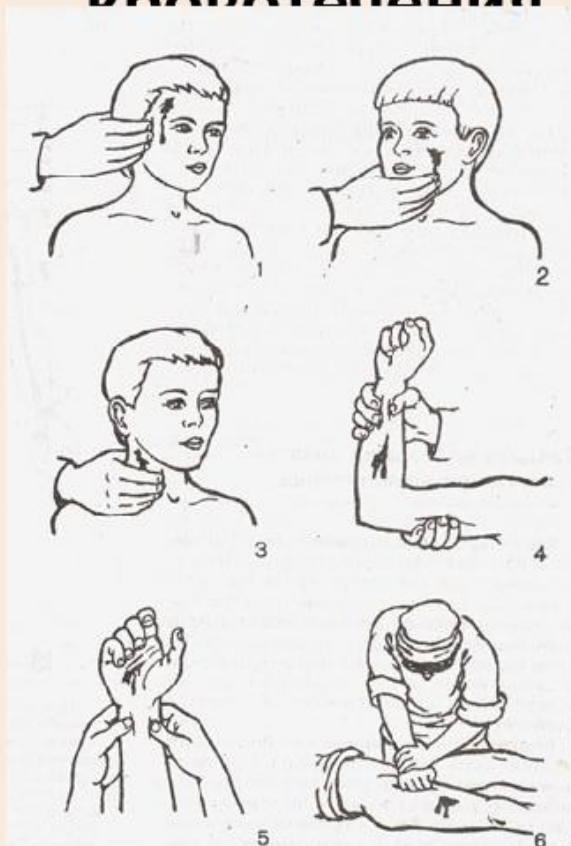
НОРАДРЕНАЛИН

Реакция гладких мышц на норадреналин
и адреналин зависит от типа
адренорецепторов





Точки прижатий артерий для остановки артериального кровотечения

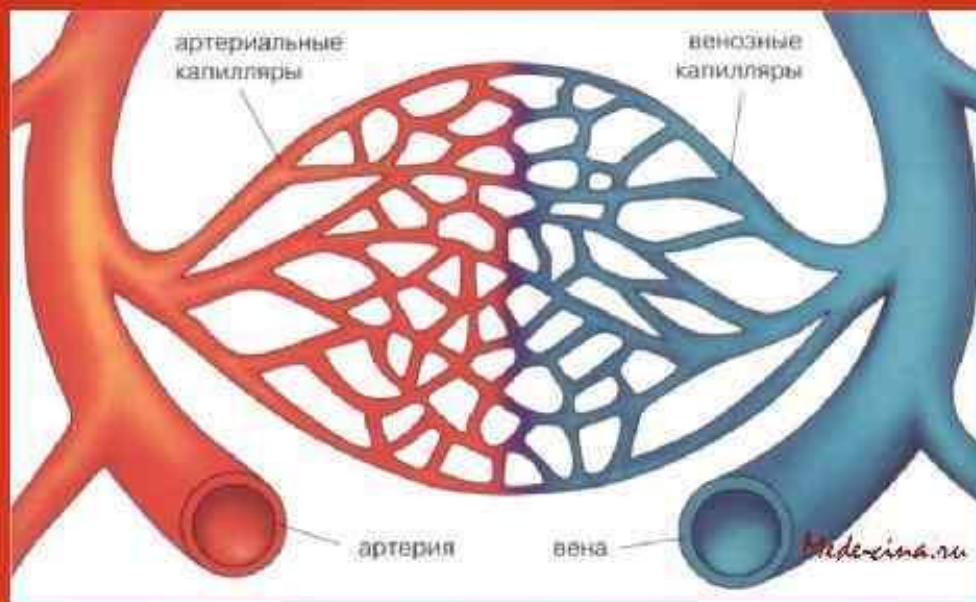


Капилляры.

- Сосуды, образующие связь между артериальной и венозной системами. Стенки однослойные, состоят из одного слоя клеток – эндотелия.
- Капилляры – это сосуды, в которых происходит основной обмен между кровью и внутренней средой организма, тканями и органами.



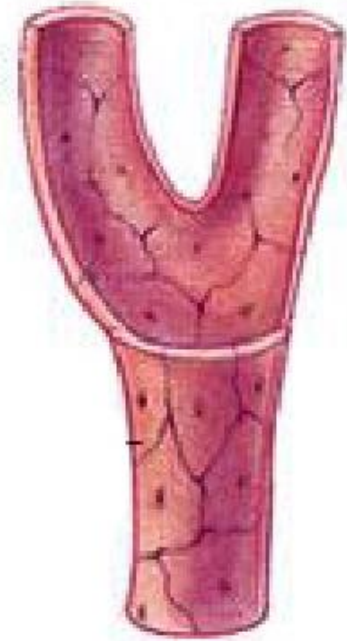
КАПИЛЛЯРЫ



Тонкая стенка капилляров образована лишь одним слоем плоских эндотелиальных клеток. Через нее легко проходят газы крови, продукты обмена веществ, питательные вещества.

Капилляры

- Капилляры в 50 раз тоньше человеческого волоса
- Стенки капилляров состоят из одного слоя клеток
- Через стенки капилляров вещества из крови проникают в органы и обратно
- Скорость течения крови по артериям – 0,5 м/сек, по венам – 0,14 м/сек, по капиллярам – 5 мм/сек



Фильтрация

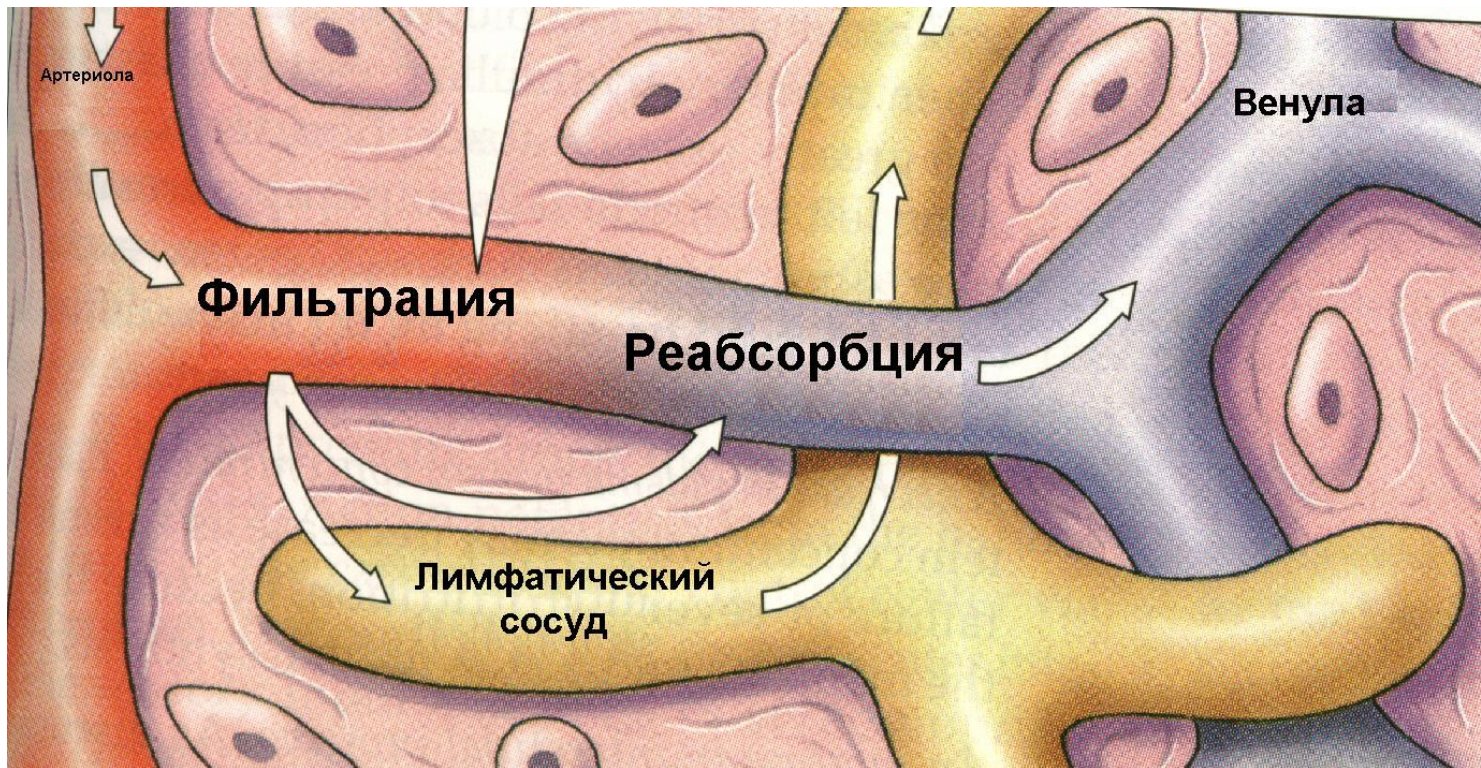
За **сутки** через капилляры проходит 8000
литров,

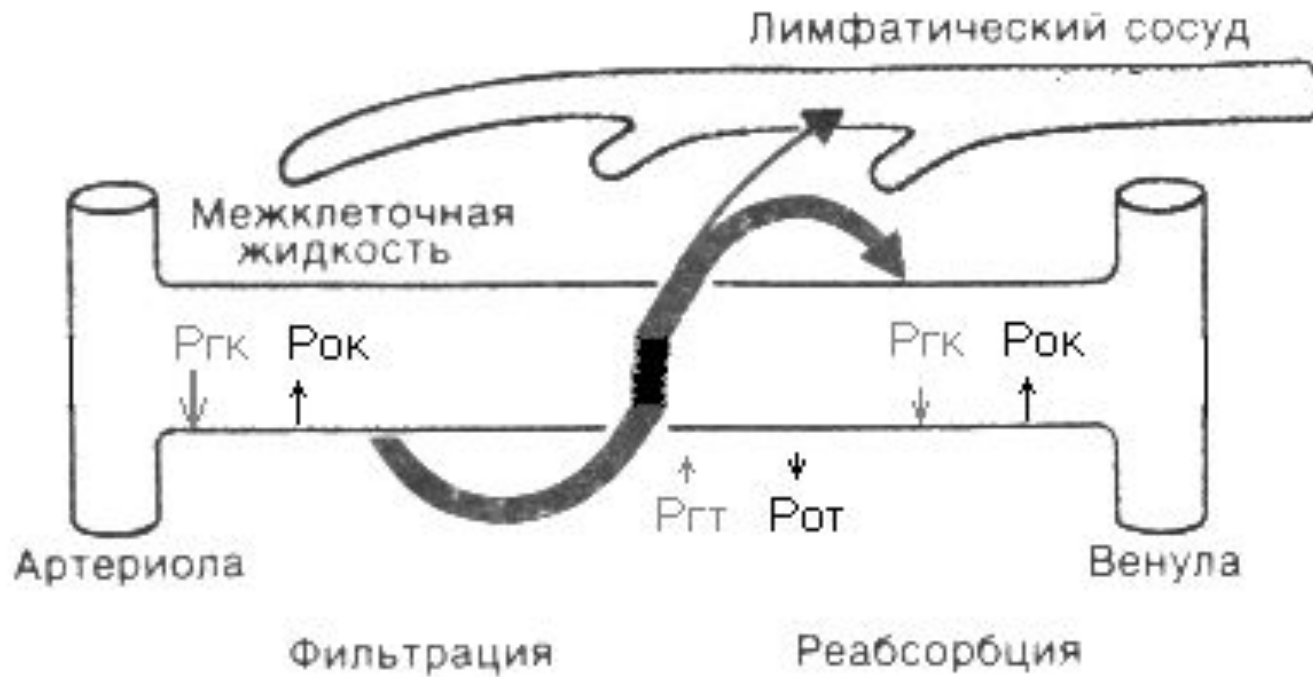
фильтруется 20,

реабсорбируется 18,

следовательно, 2 литра возвращается в кровь
через лимфатические сосуды.

Схема обмена жидкостью





Артериальная часть

$$P_{ф} = 32 - 25 - 3 + 5 = 9 \text{ мм рт.ст}$$

Венозная часть

$$P_{реабс.} = 15 - 25 - 3 + 5 = -8 \text{ мм рт.ст}$$

Регуляция количества работающих капилляров Механизм мерцания капилляров

В норме открыто (20-25%) кровь протекает лишь по “дежурным” капиллярам

метаболическая ауторегуляция,
приспосабливает местный кровоток к функциональным потребностям ткани.

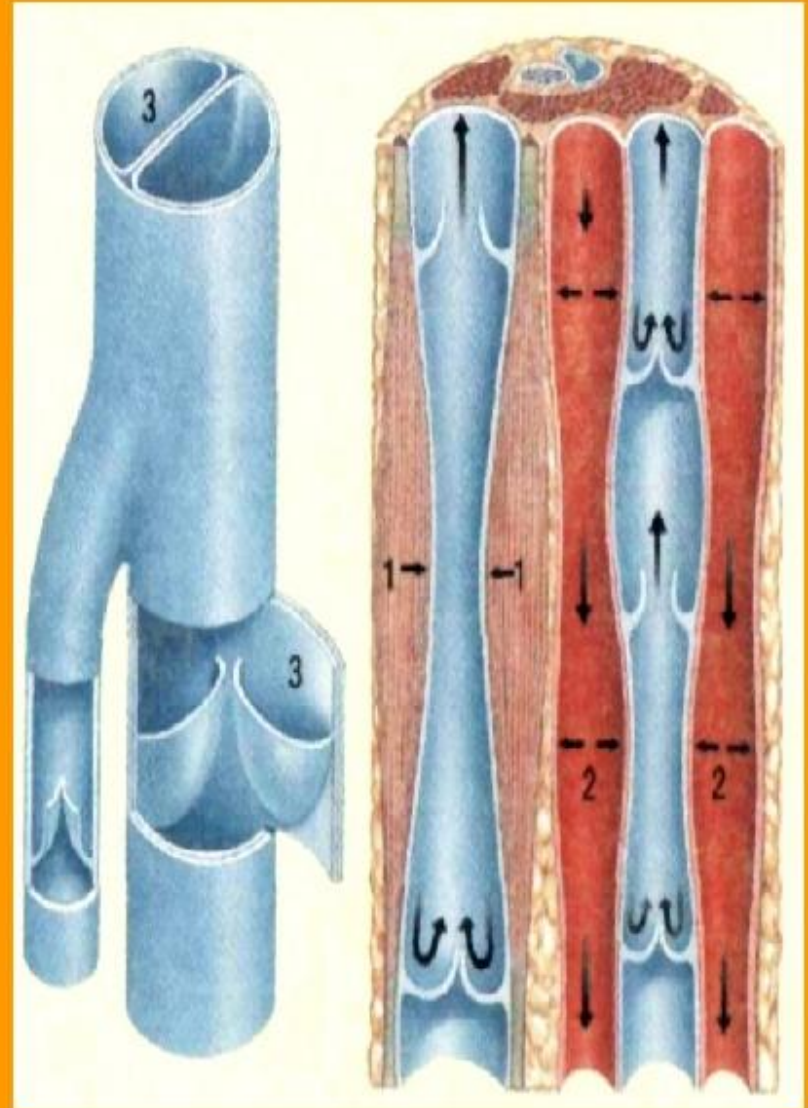
оксид углерода, угольная кислота, АДФ, АМФ, фосфорная и молочная кислоты расширяют сосуды

Возврат крови к сердцу

1. Кинетическая энергия систолы.
2. Присасывающее действие грудной клетки и сердца.
3. Тонус сосудистой мышечной стенки.
4. Сокращения скелетной мускулатуры - периферический мышечный насос
5. Венозные клапаны, препятствующие обратному току крови.

Вены.

- Вены – это кровеносные сосуды, по которым кровь течет к сердцу.
- Сосуды головы не имеют мышечной оболочки, т.к. по ним кровь течет естественным образом (сверху вниз).
- Стенки вен нижних конечностей имеют хорошо развитый мышечный слой. Для предотвращения обратного тока крови в венах имеются полулунные клапаны. При приближении к сердцу, мышечная оболочка уменьшается, а клапаны исчезают.
- Стенки вен менее упруги, но более растяжимы.



Клапан
открыт

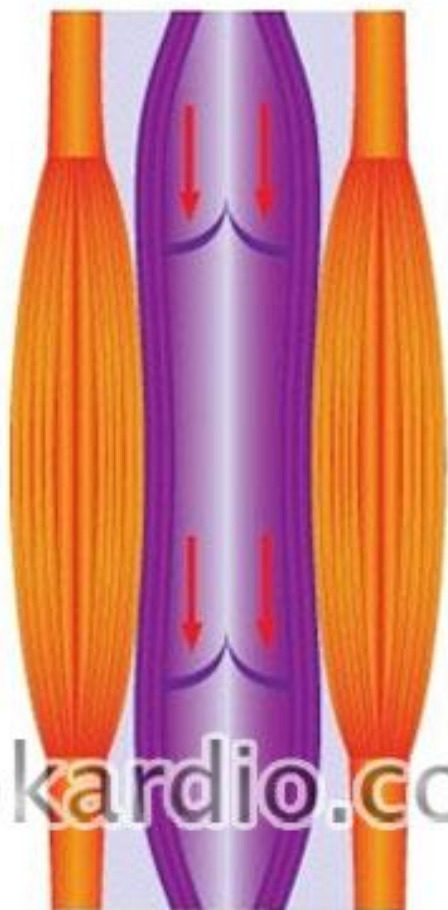
Клапан
закрыт



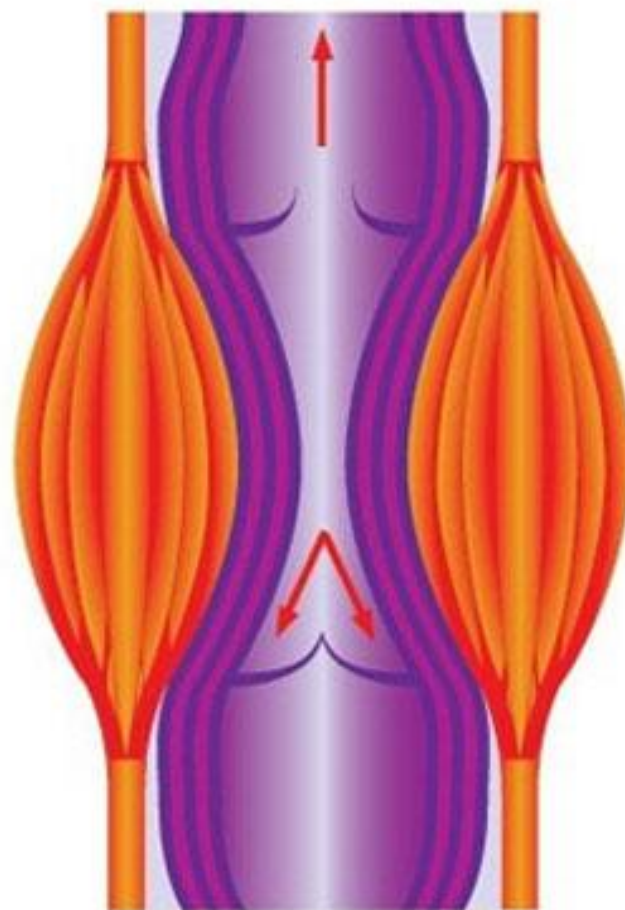
Нормальная вена



Варикозная вена



okardio.com



Икроножная мышца в качестве насоса для глубоких вен

Функции системы кровообращения

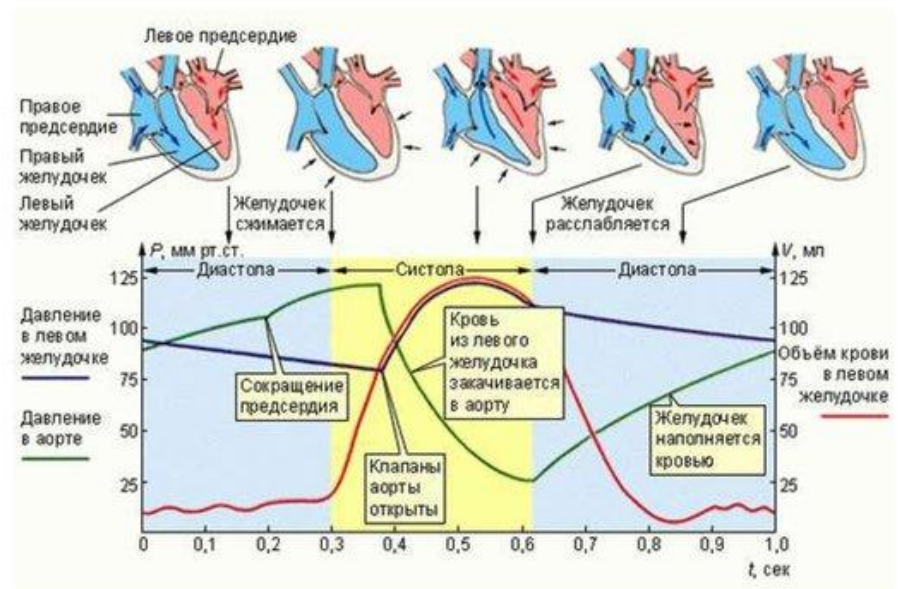
- Транспортная
- Дыхательная
- Питательная
- Экскреторная
- Терморегуляторная
- Гуморальной регуляции

Задача сердца

- создать разность давлений на артериальном и венозном концах сосудистой системы (140 и 0 мм рт. ст.), что является одним из главных условий непрерывного движения крови по сосудам.

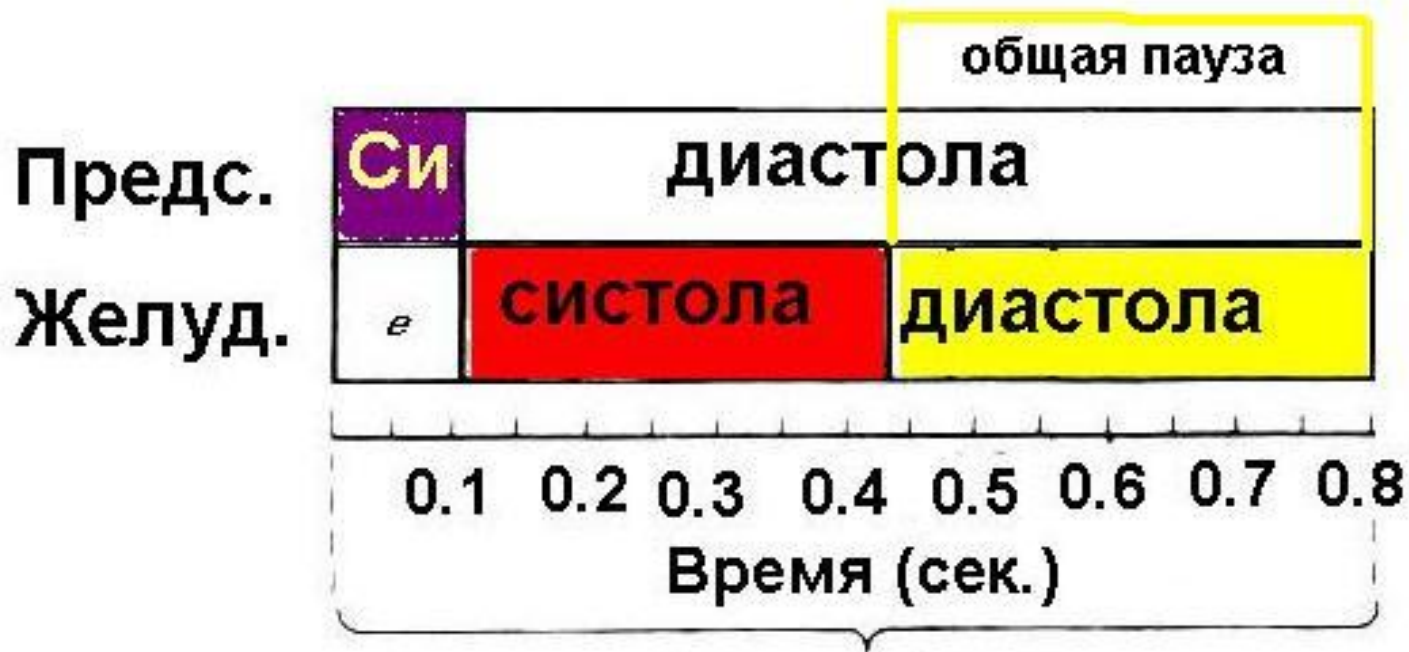
Систола и диастола

- Сокращение сердца называется **систолой**, расслабление – **диастолой**.
- За одну минуту сердце сокращается примерно 60–70 раз.
- Чередование работы и отдыха каждого из отделов сердца обеспечивает неутомляемость сердечной мышцы.



Режим работы сердца – сердечный цикл

- Ритмичное чередование
- сокращений и расслаблений предсердий и желудочков.

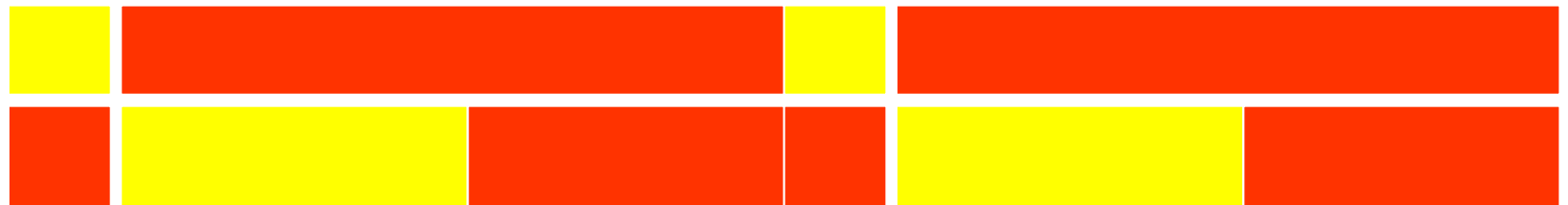


Сердечный цикл при пульсе 75 ударов в минуту

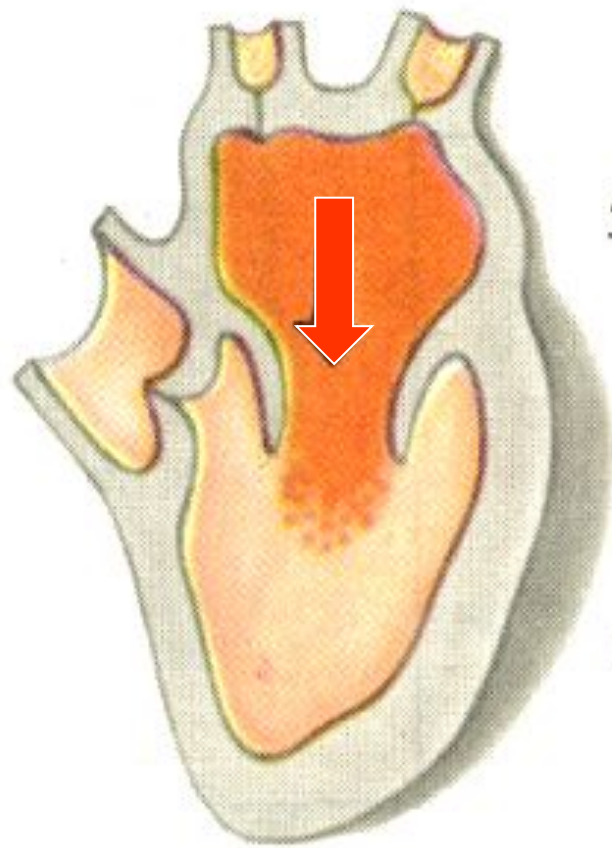
Систола предсердий – 0,1 сек

Систола желудочков – 0,3 сек

Общая пауза – 0,4 сек



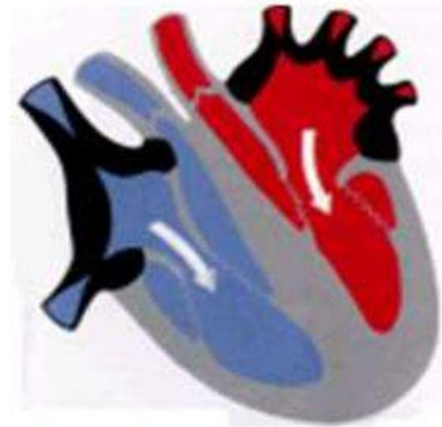
Систола предсердий



5—7 мм рт. ст.

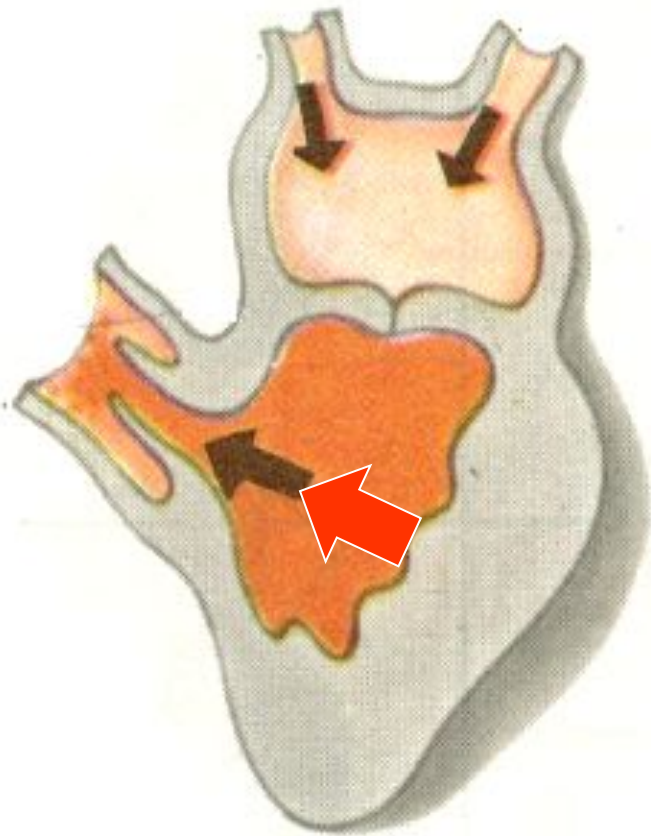
Около 0

СИСТОЛА ПРЕДСЕРДИЙ



- **Сокращается миокард предсердий**
- **Давление крови в предсердиях увеличивается до 5-7 мм Нг**
- **Атрио-вентрикулярные клапаны открыты**
- **Кровь из предсердий поступает в желудочки (30%)**
- **Полулунные клапаны закрыты, т.к. давление в аорте и лёгочной артерии выше, чем давление в желудочках сердца**

Систола желудочков



Около 0

120 мм рт. ст.

Систола желудочков

Систола желудочков – 0,33 с	Период напряжения – 0,08 с	Фаза асинхронного напряжения – 0,05 с
		Фаза изометрического напряжения – 0,03 с
	Период изгнания – 0,25 с	Фаза быстрого изгнания – 0,12 с
		Фаза медленного изгнания – 0,13 с

Систола желудочков

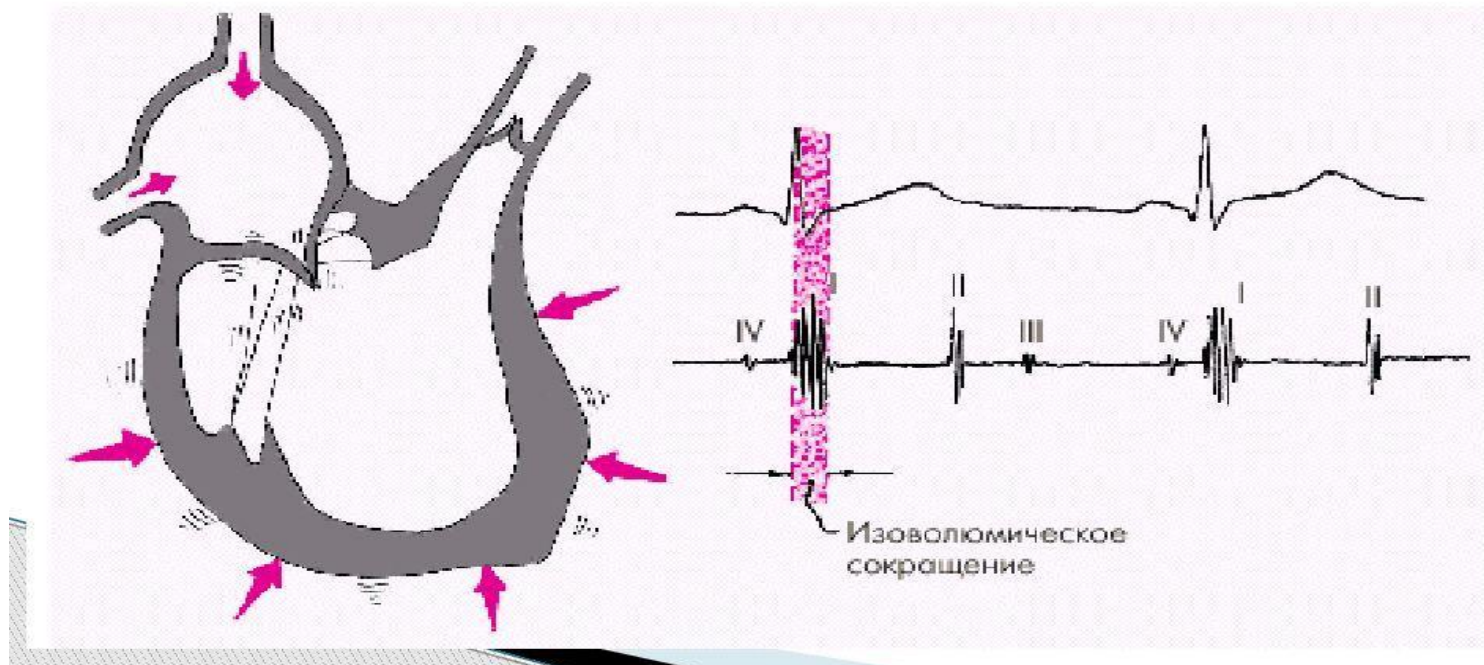
- **2 фаза - изометрическое сокращение** - начинается с момента закрытия атриовентрикулярных клапанов и протекает при закрытии всех клапанов (до **0.04 с**).

Так как **кровь несжимаема**, в эту фазу **длина мышечных волокон не изменяется, а увеличивается их напряжение**. В результате увеличивается давление в желудочках.

Период сокращения заканчивается открытием полулунных клапанов.

Давление растет от 0 до 70 - 80

**Фаза изометрического
(изоволюмического) сокращения - 0,03 с**



Систола желудочков

- **Период изгнания (0,25 с)** - состоит из 2-х фаз:
 - 1 фаза - быстрого изгнания (0,12 с);
 - 2 фаза - медленного изгнания (0,13 с);
- **Основной фактор** - разница давлений, которая способствует выбросу крови. Полулунные клапаны открываются, когда давление в левом желудочке становится выше диастолического давления в аорте. В этот период происходит изотоническое сокращение миокарда и выброс крови из желудочков:
УО составляет около $\frac{1}{2}$ КДО.

Период изгнания

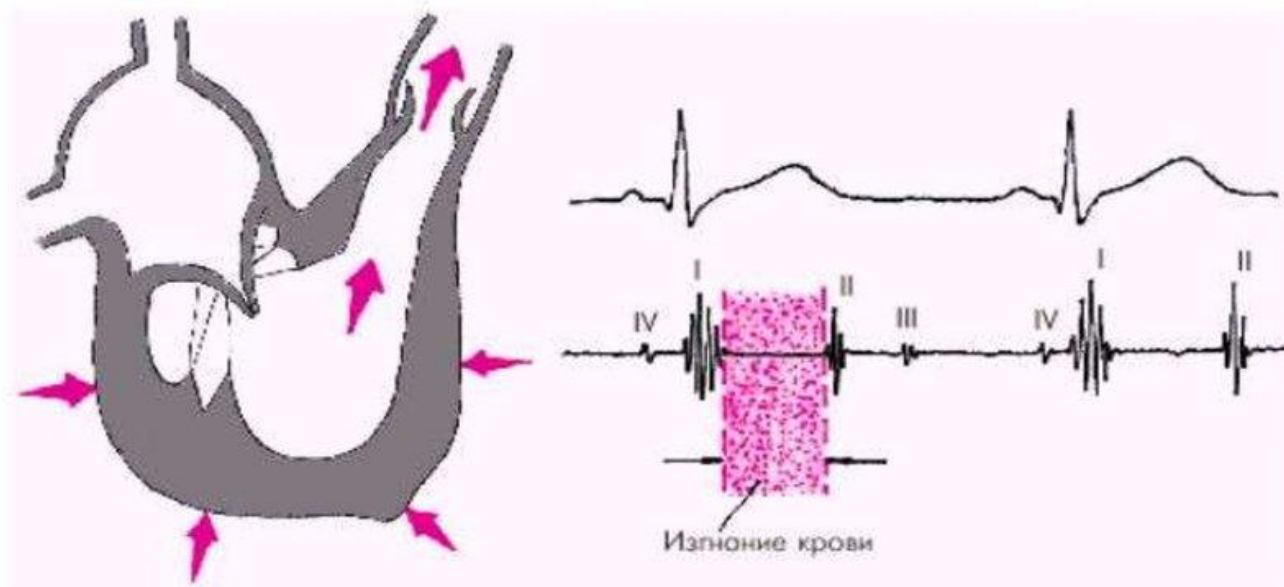
Фаза
быстрого
изгнания

- Начинается в момент, когда давление в желудочках стало выше давления в аорте и легочной артерии (80 и 20 мм рт. ст), открываются полулунные клапаны. Продолжается до максимального роста давления (120 – до 200 мм рт. ст.)

Фаза
медленного
изгнания

- Начало расслабления. Давление начинает снижаться

Период изгнания



Диастола желудочков

- Состоит из следующих 4 фаз.
- 1 - протодиастолический период - интервал времени от окончания систолы до закрытия полулунных клапанов (0,04 с). Кровь за счёт разности давления возвращается в желудочки, но наполняя кармашки полулунных клапанов закрывает их
- 2 - Фаза изоволюметрического расслабления (0,08 с) - осуществляется при полностью закрытых клапанах. Длина мышечного волокна постоянна, изменяется их напряжение и давление в желудочках уменьшается. В результате открываются атриовентрикулярные клапаны (происходит наполнение коронарных артерий)..
- 3 - Фаза наполнения - осуществляется в общую паузу сердца. Сначала быстрое наполнение (0.09), затем медленное (0.16) – желудочки наполняются в среднем на 2/3.

Период изометрического расслабления

- Уже закрыты полулунные и еще закрыты атриовентрикулярные клапаны. В желудочках остался конечный систолический объем. Это очень важный объем, он является резервным.

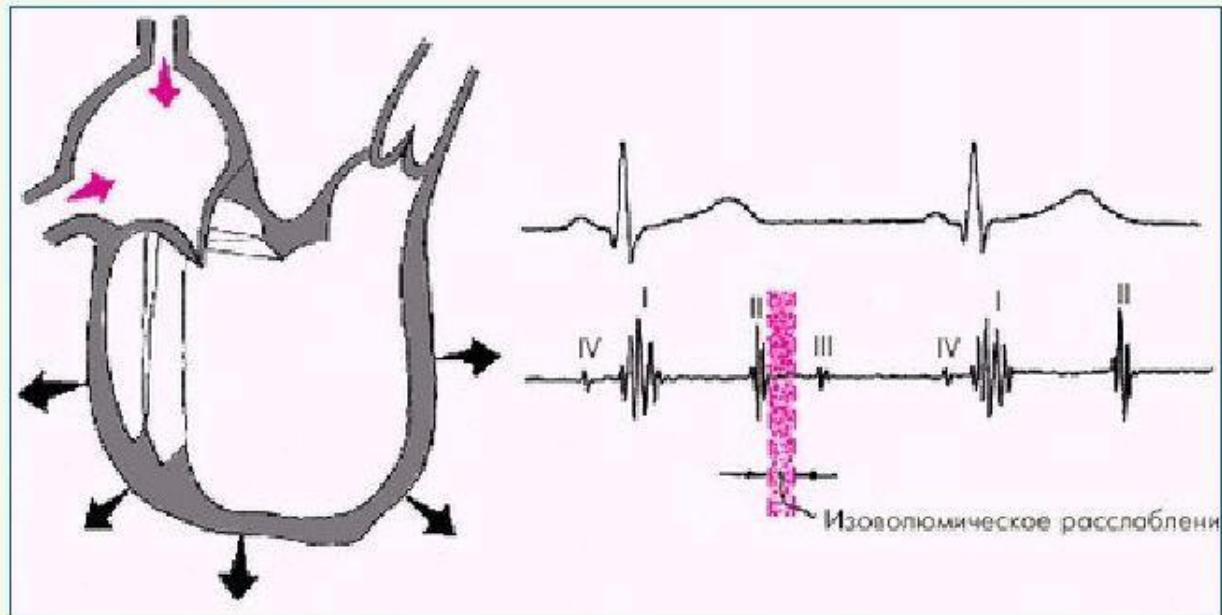
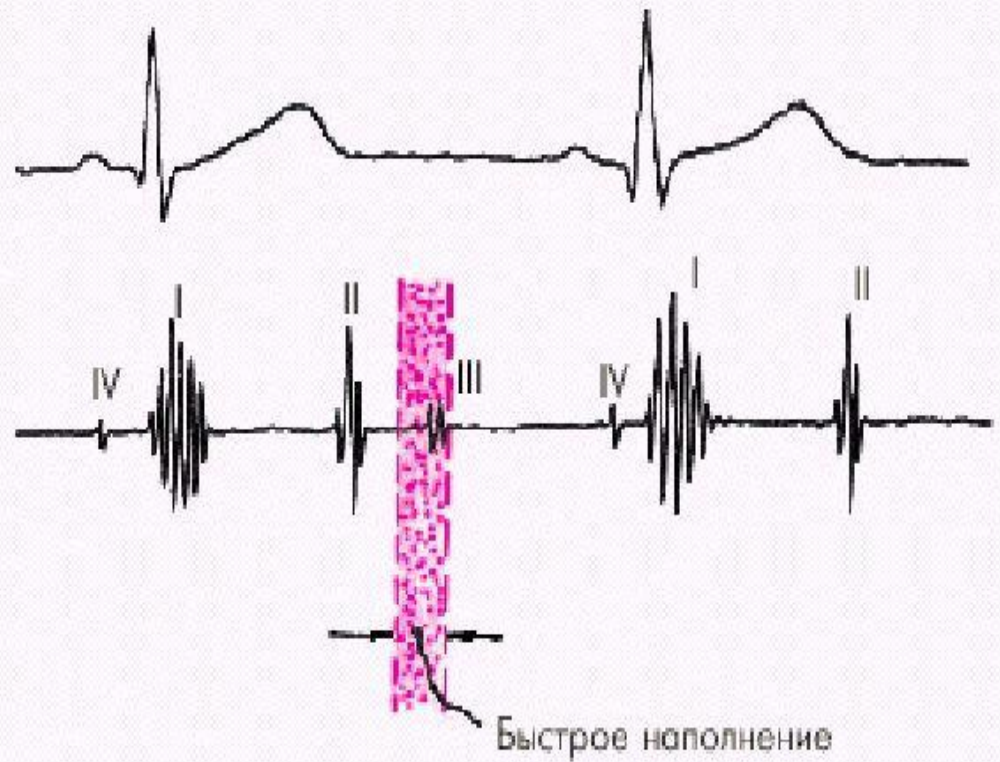
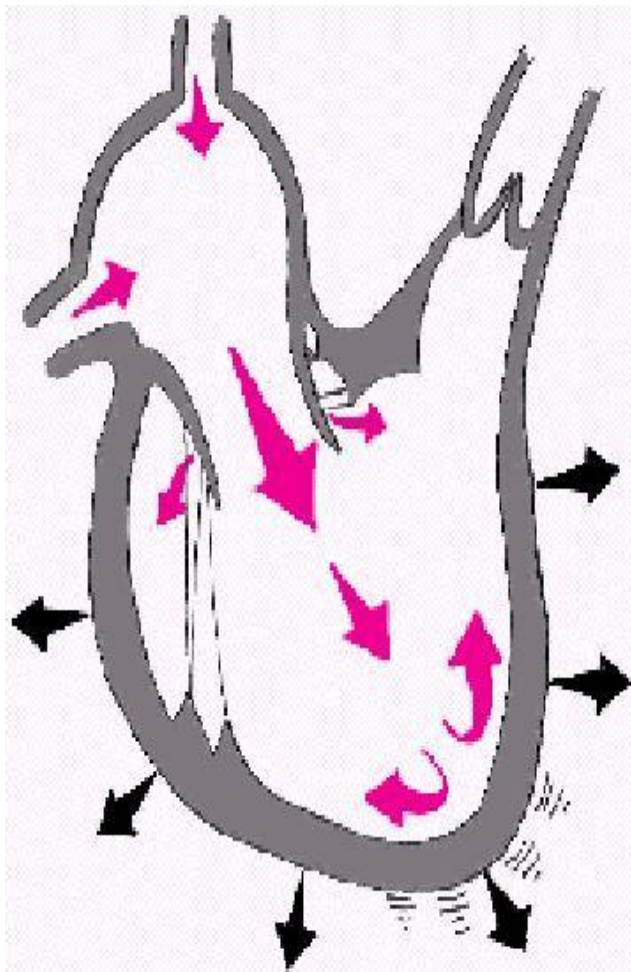


Рис. 1.24. Изменения внутрисердечной гемодинамики во время фазы извольюмического расслабления желудочков.

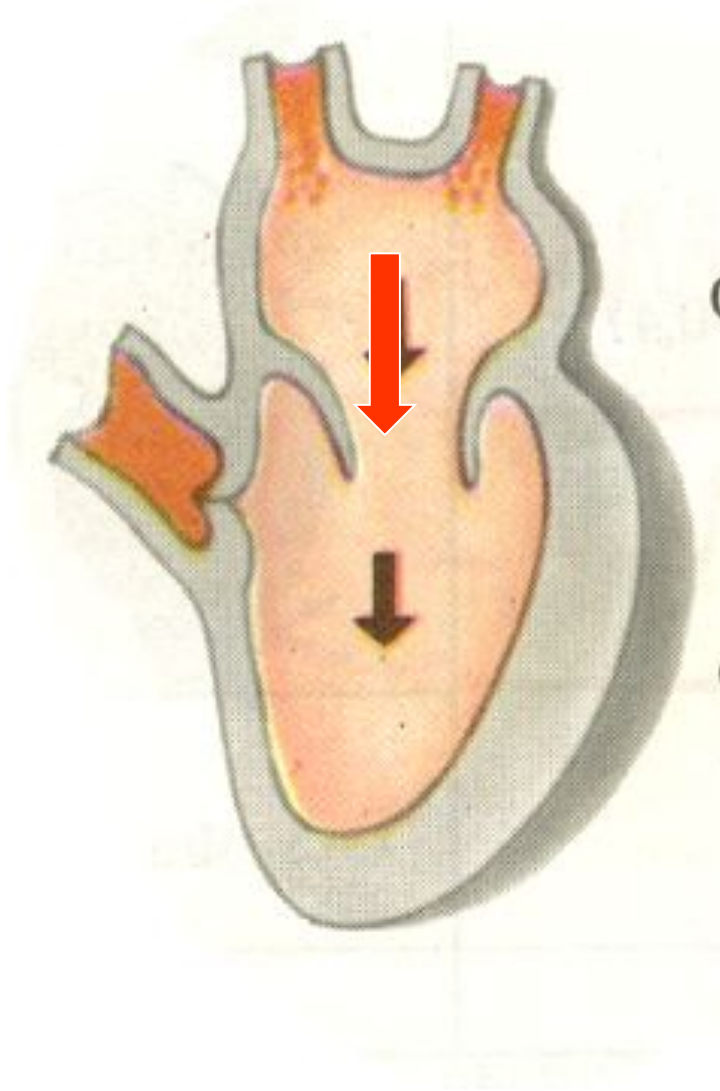
После закрытия полулунных клапанов начинается **фаза изометрического расслабления желудочков.** К этому моменту предсердия наполнены кровью, желудочки пустые, клапаны закрыты (период замкнутых клапанов).

Период наполнения

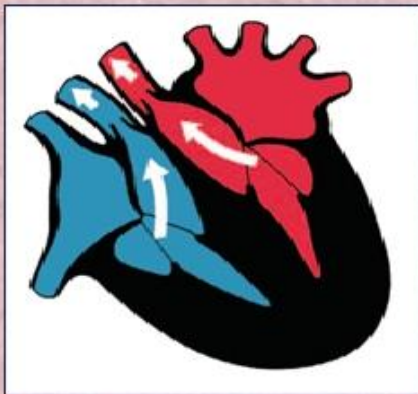
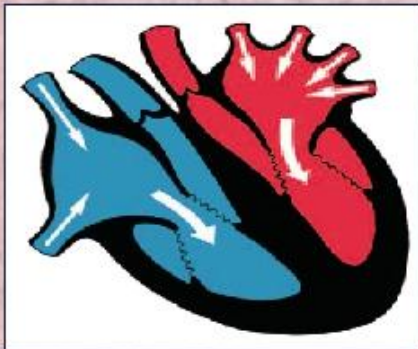
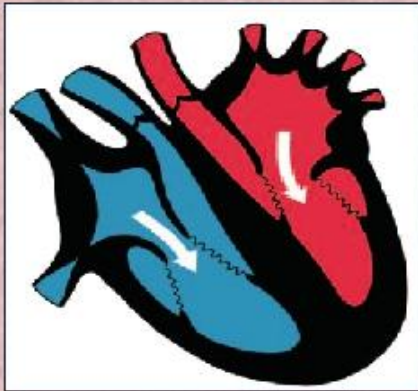
- Начинается с момента открытия атриовентрикулярных клапанов – когда давление в желудочках становится равным 0 – меньше, чем в предсердиях.



Общая пауза



Сердечный цикл



Фаза сердечного цикла	Положение клапанов	Направление движения крови	Продолжительность
Сокращение предсердий (систола)	Створчатые открыты	Из предсердий в желудочки	0,1 сек
	Полулунные закрыты		
Сокращение желудочков (систола)	Створчатые закрыты	Из желудочков в аорту и легочную артерию	0,3 сек
	Полулунные открыты		
Расслабление предсердий и желудочков (диастола)	Створчатые открыты	Из вен в предсердия и желудочки	0,4 сек
	Полулунные закрыты		

Давление в полостях сердца

Камера сердца	Систола	Диастола
Предсердия правое левое	4-5 мм рт. ст. 5-7 мм рт. ст.	Около 0
Желудочки правый левый	30 мм рт. ст. 120 мм рт. ст.	Около 0

Объемы сердца

- Конечный диастолический объем (КДО) – 130 мл.
- Систолический объем (СО) – 60 мл.
- Конечный систолический объем (КСО) – резервный объем – 70 мл.