



Лекция по нормальной физиологии для
студентов 2-го курса 1-го медицинского
факультета, обучающихся по специальности
«Лечебное дело»

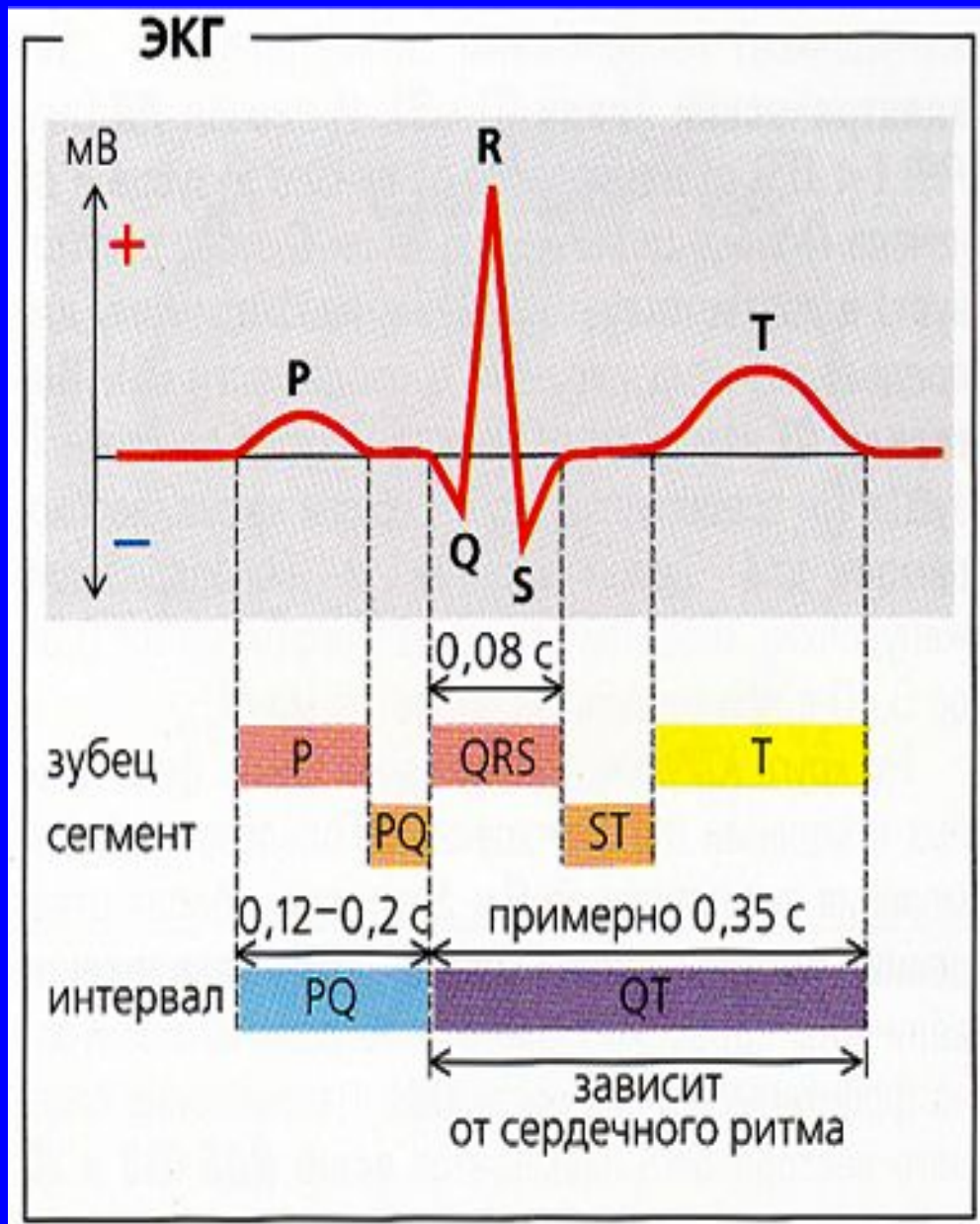
Система кровообращения

Лекция № 2

- **1.ЭКГ.**
- **2. Основы гемодинамики.**

ЭКГ

- **Запись электрических потенциалов в сердце называется электрокардиограммой (ЭКГ).**



- **Запись электрических потенциалов в сердце называется электрокардиограммой (ЭКГ).**

На кривой записи ЭКГ различают зубцы, сегменты и интервалы.

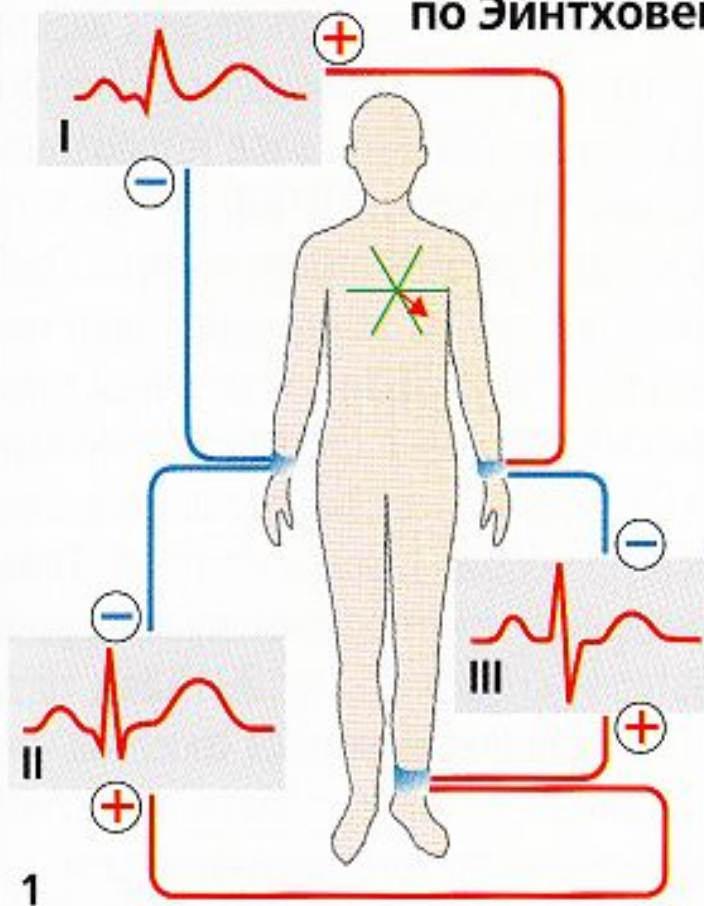
Зубцы – это отклонения от изоэлект-рической линии, они могут быть положительными и отрицательными. Различают 5 зубцов: P, Q, R, S, T. Зубец R всегда положителен, зубцы Q и S – отрицательны, зубцы P и T чаще положительны, но могут быть и отрицательными при патологии.

Зубец P отражает возбуждение предсердий, комплекс QRS – охват возбуждением желудочков, зубец T – процесс реполяризации желудочков.

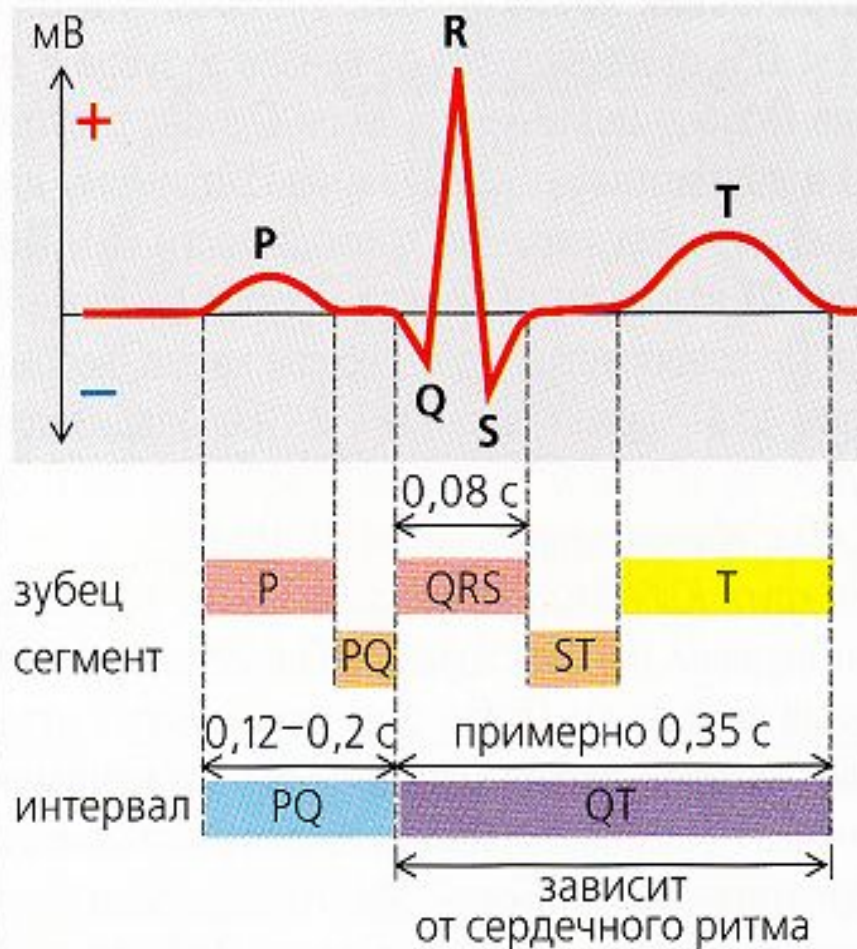
- *Сегменты* – это временные отрезки изоэлектрической линии между зубцами. Например, сегмент PQ – отражает время проведения ПД от предсердий до желудочков.
- *Интервалы* – это временные элементы ЭКГ, включающие в себя сегмент и ширину зубца. Например, интервал PQ определяется от начала зубца P до начала зубца Q и означает время проведения возбуждения от синусного узла до миокарда желудочков.

Электрокардиография

Отведения I, II и III (биполярные)
по Эйнтховену



ЭКГ



ЗУБЦЫ и ИНТЕРВАЛЫ:

- Зубец Р - возбуждение предсердий,
- Интервал PQ – время проведения ПД от предсердий до желудочков.
- Зубец Q – возбуждение межжелудочковой перегородки.
- Зубец R – возбуждение желудочков,
- Зубец S – деполяризация обоих желудочков.
- Интервал QT – электрическая систола желудочков
-
- Зубец T – реполяризация миокарда желудочков.

Показатели работы сердца

- За одну систолу желудочек выбрасывает до 70 мл крови (это систолический **объем** (СО)).
- Но он может сокращаться сильнее и выбрасывать **резервный систолический объем** (РСО) – до 30 мл.
- Во время диастолы в желудочек может поступить дополнительно около 40 мл крови - **резервный диастолический объем** (РДО).
- Умножая СО на частоту сокращений получим **минутный объем кровотока** (МОК).
- МОК в покое около 5 л/мин.
- МОК при физической нагрузке до 25 л/мин

Физиология кровеносных сосудов

- **1. Основы гемодинамики.**
- **2. Физиологическая классификация сосудистого русла**
- **3. Физиологическая характеристика кровотока в сосудах различного типа**

Гемодинамика- наука изучающая механизмы движения крови по сосудам.

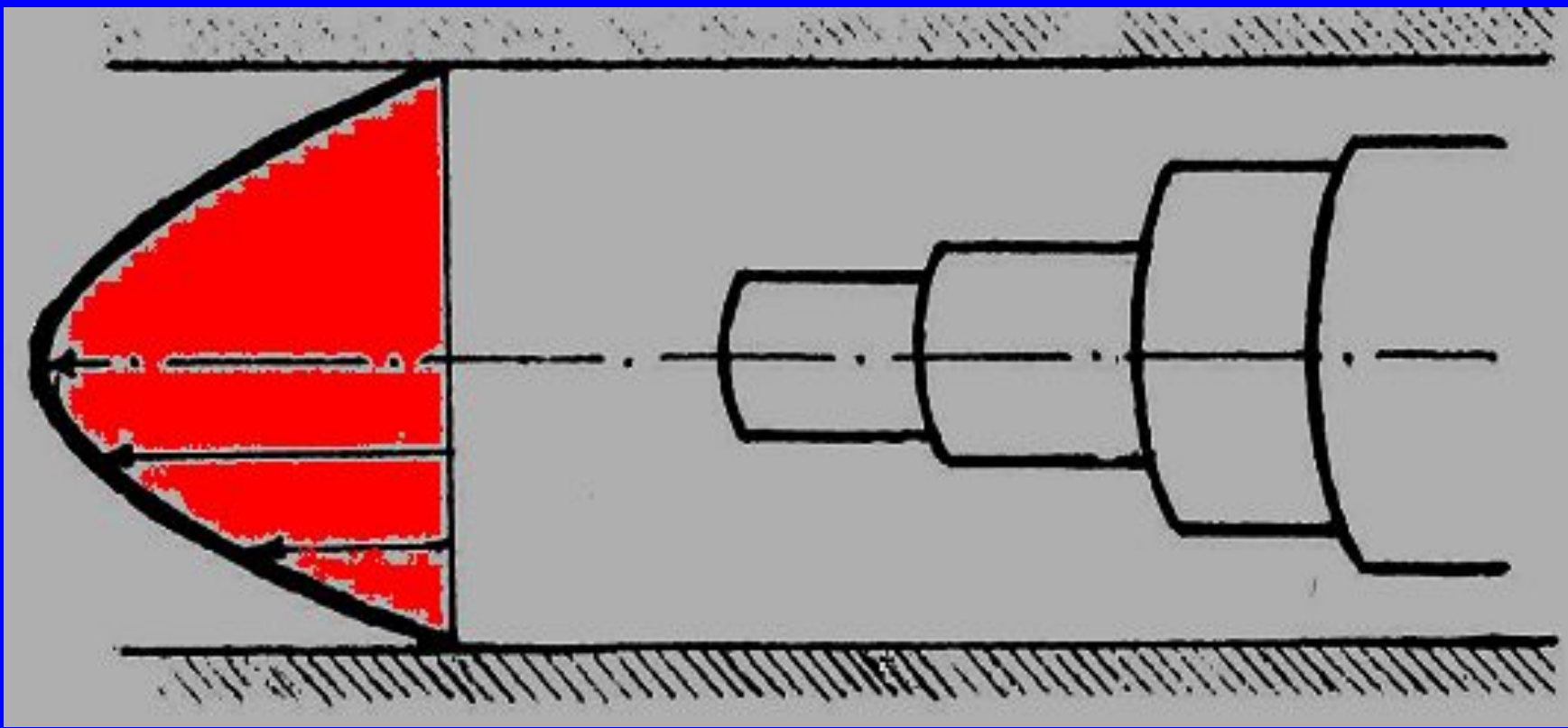
Кровоток в сосудах во многом определяется их свойствами : эластичностью, растяжимостью и сократимостью.

Объем крови протекающий через сосуд можно вычислить по следующей формуле $Q = P/R$ где:
P – среднее давление, R - сопротивление кровотоку.

Линейная скорость кровотока отражает скорость движения крови по сосуду.

Ток крови в артериях осуществляется ламинарно и турбулентно

- Кровь течет слоями: у стенки сосуда скорость кровотока меньше, а в центре кровоток быстрее .**



Изменение потока крови при появлении препятствия



Появление турбулентности приводит к росту сопротивления кровотоку и замедлению линейной и объемной скорости кровотока.

- Сосуды подразделяется на группы:
- А – амортизирующие (аорта, артерии),
- Б – резистивные (артериолы).
- В – обменные (капилляры),
- Г – шунтирующие (артериовенозные анастомозы).
- Д – емкостные (вены).

Кровенное давление

По сосудам кровь движется благодаря *градиенту давления.*

Начальное давление создается работой левого желудочка сердца. Поэтому самое высокое давление в аорте, а самое низкое - в приходящих венах.

Гидродинамическое давление крови — создается сердцем

систолическое - P_c , (120 мм рт. ст.)

диастолическое - P_d , (70 мм рт. ст.)

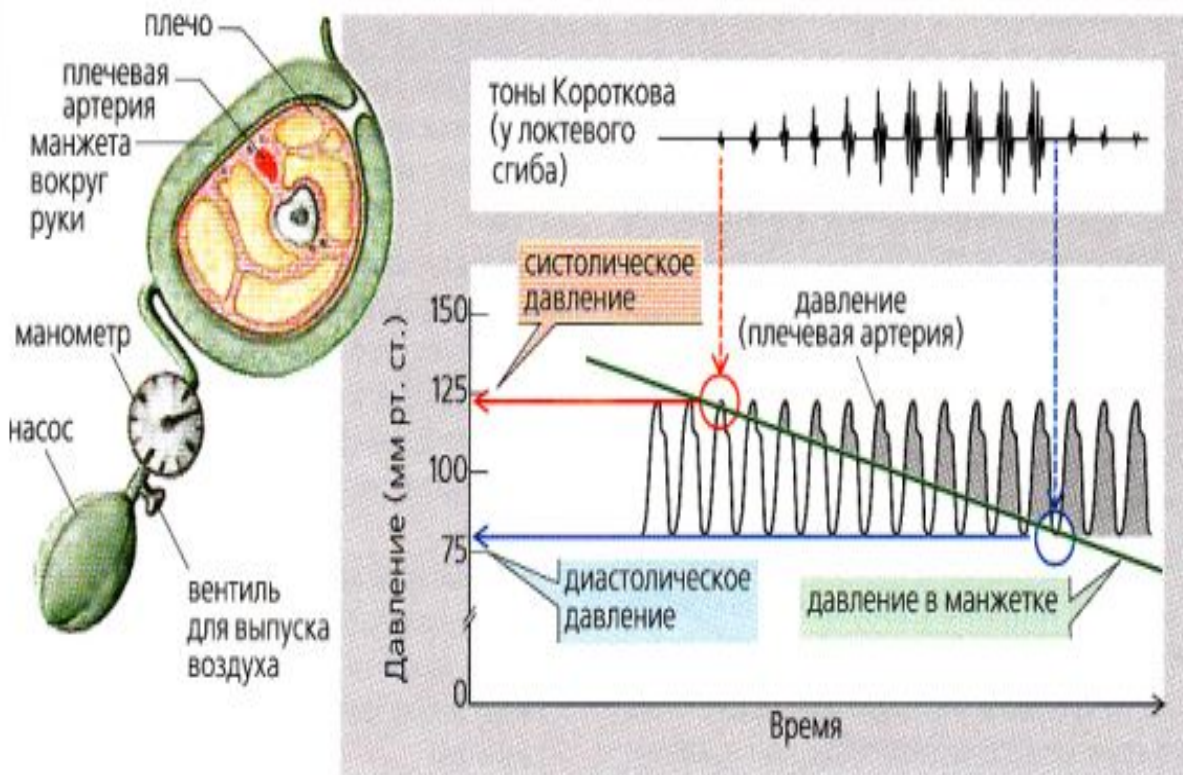
пульсовое — $P_{п.} = P_c - P_d$, (50 мм рт. ст.)

**Среднее — это сумма диастолического $+1/3$
пульсового.**

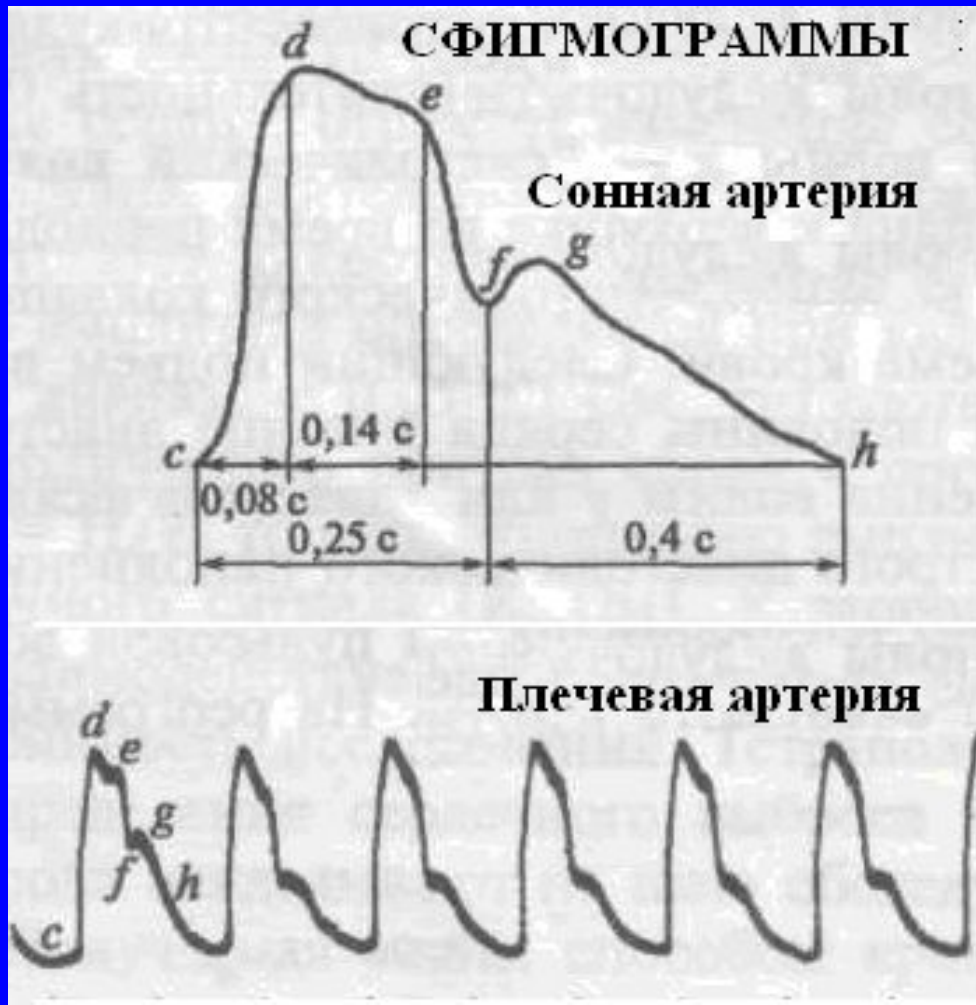
Измерение АД

- Измерить АД можно на любом сосуде, на который можно наложить манжету монотра, но чаще это плечевая артерия.

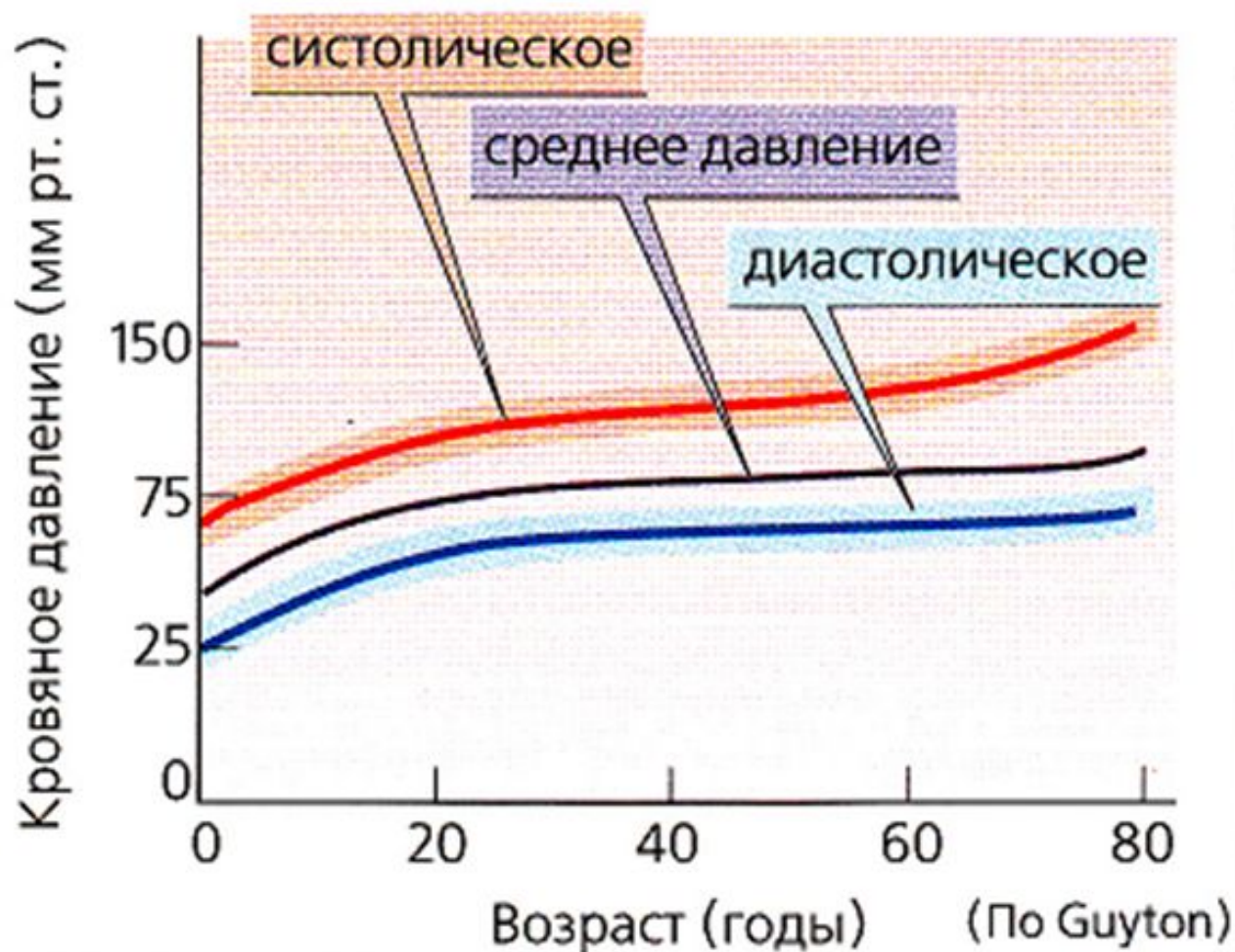
Измерение кровяного давления по методу Рива-Роччи



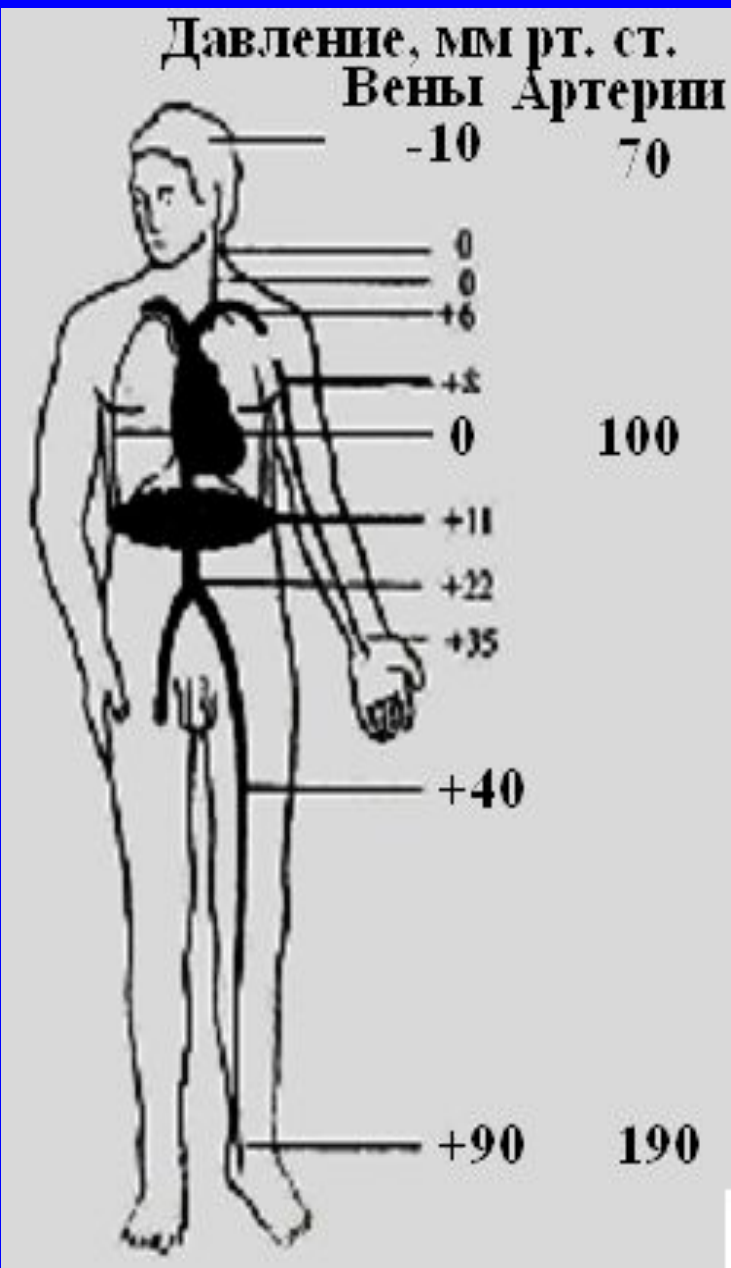
Артериальный пульс - это запись ритмических колебаний стенки артерии, а его запись называется - сфигмограмма.



Кровяное давление и возраст



С возрастом человека все показатели кровяного давления постепенно повышаются.



Трансмуральное давление - разность давления крови на стенку сосуда изнутри и снаружи.

У вертикально стоящего человека необходимо учитывать действие сил гравитации на столб крови в артериях.

Поэтому выше уровня сердца давление на стенку сосуда уменьшается, а ниже сердца – возрастает.

Пульс

- Когда порция крови выбрасывается из сердца она, ударяется в стенку аорты и порождает *ударную волну - пульс*. Эта волна распространяется на периферию по крови и стенке артерий.
- Скорость распространения пульсовой волны зависит от диаметра и эластичности сосуда.
- Чем эластичнее и шире сосуд, тем меньше скорость. В аорте она составляет 4-6 м/с, а в артериях мышечного типа - 8-12 м/с.
- С возрастом, в связи с развитием склеротических изменений стенки сосуда, скорость распространения пульсовой волны возрастает.

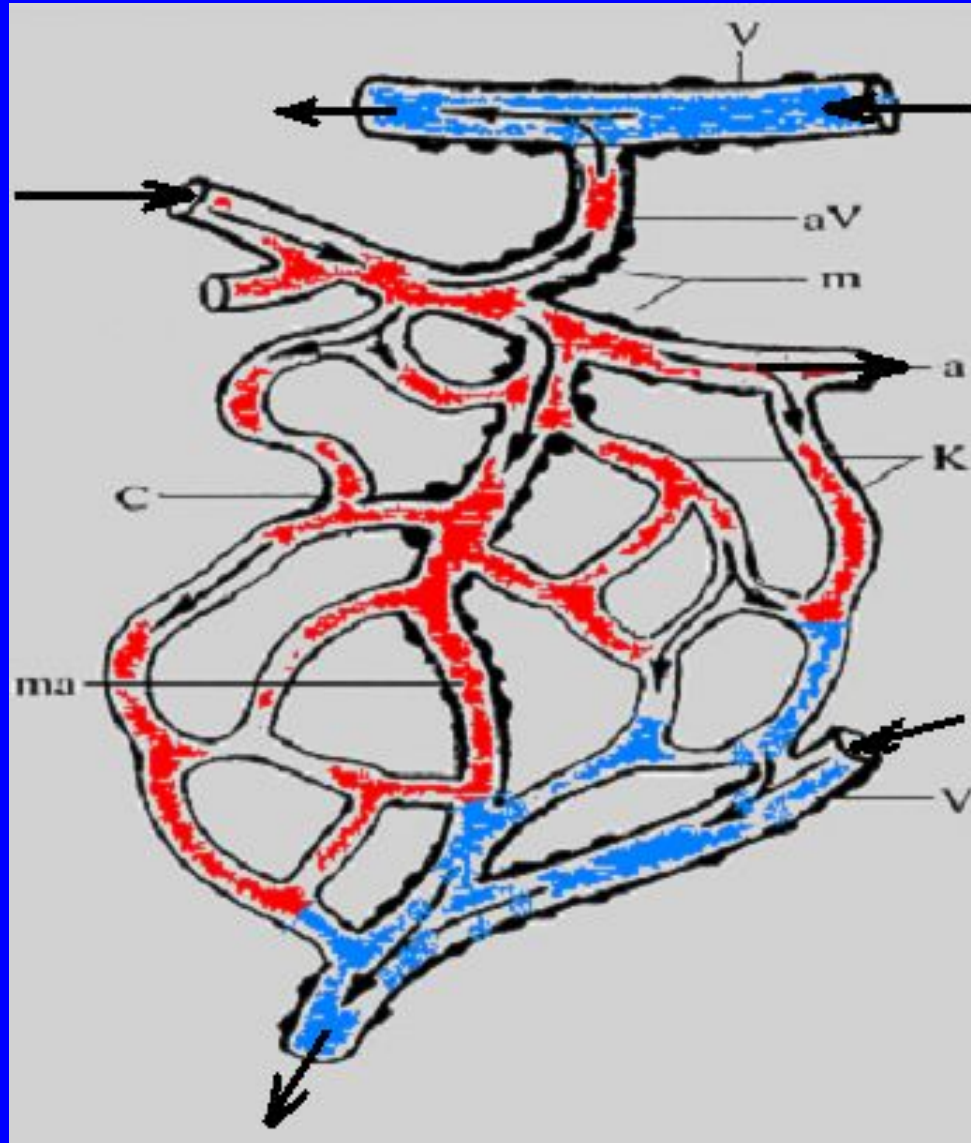
Пульс

- Характер *пульса*, позволяет врачу путем пальпации получить сведения о состоянии сердечно-сосудистой системы:
- частоте сердечных сокращений,
- ритмичности,
- Наполнении- по высоте пульсовой волны можно судить об эластичности сосудов.
- о скорости нарастания пульсовой волны - можно сказать об активности сокращения сердца,
- Напряжении – сила нажатия на артерию до исчезновения пульса.

Скорость линейного кровотока

- В аорте средняя скорость – 20 см/с.
- В артериях скорость 10-15 см/с.
- В артериолах - 0,2-0,3 см/с.
- В капиллярах – 0,3- мм/с.
- Скорость распространения пульсовой волны значительно выше, чем линейный кровоток.

ОБМЕННЫЕ СОСУДЫ- КАПИЛЛЯРЫ

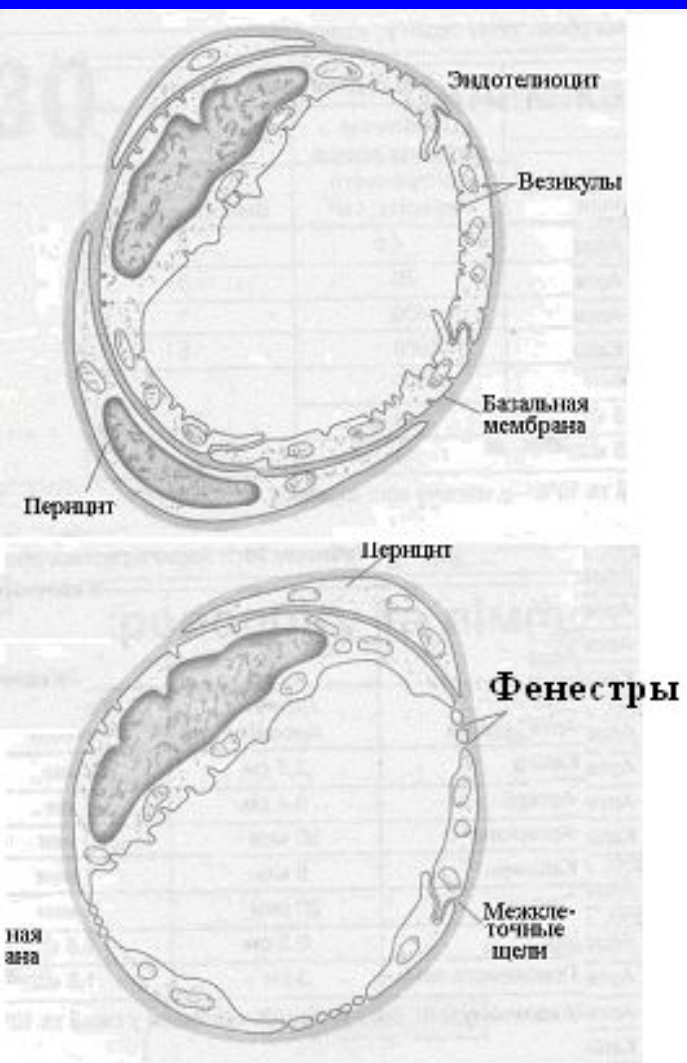


Функциональные группы обменных сосудов

- резистивные прекапилляры,
- сфинктеры,
- капилляры,
- резистивные посткапилляры,
- в некоторых органах имеются сосуды-шунты.

Стенка капилляра – идеально приспособлена для обеспечения обмена

- Стенка капилляра состоит из одного слоя эндотелиоцитов.
- Скорость кровотока в капилляре самая малая – 0,3 мм/с. что позволяет эритроциту находиться в капилляре 2-3 с. А это обеспечивает обменные процессы.



Регуляция капиллярного кровотока

- **Объем крови, поступающей к капиллярам, зависит от просвета предшествующих и последующих сосудов.**
- **Расширение предшествующих артериол повышает давление у устья капилляров. В результате капилляры пассивно открываются, а уменьшение кровотока обеспечивает закрытие капилляров.**
- **В покое большая часть капилляров закрыта.**

Регуляция состояния капилляров



- В большом круге кровообращения закрытие капилляра происходит при давлении крови около 10 мм рт. ст. В закрытии участвуют микрофибриллы, имеющиеся в эндотелиоцитах. Активно сокращаясь при низком давлении крови они закрывают капилляр.

Условия обменных процессов в капилляре

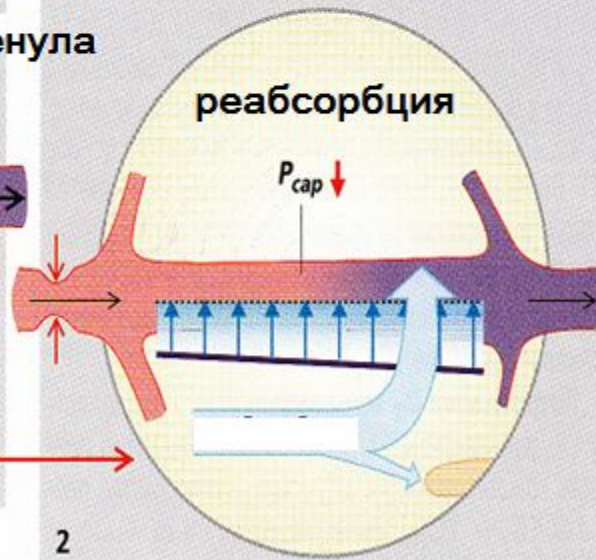
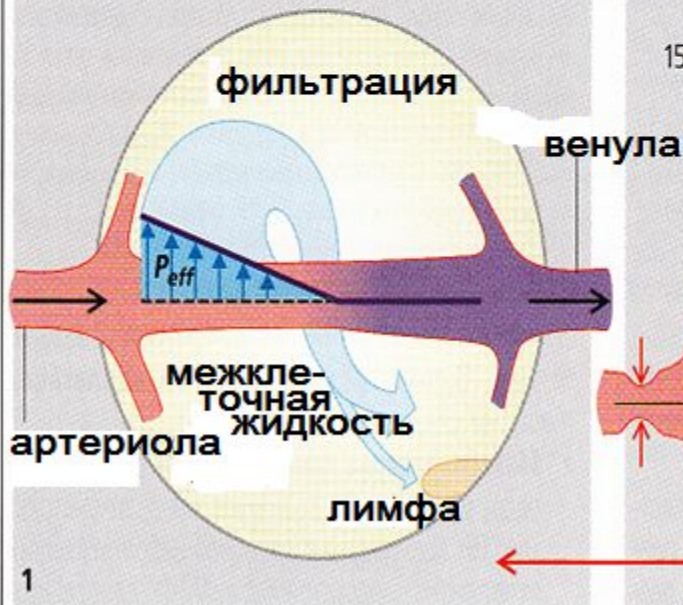
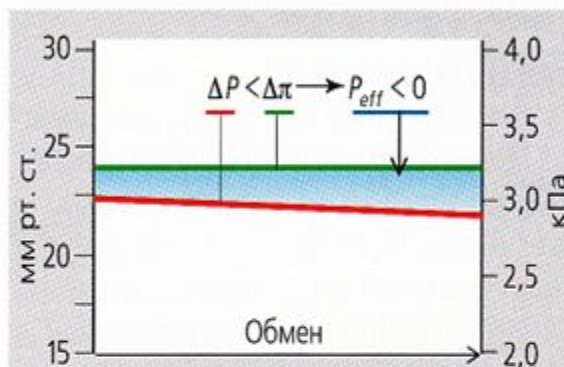
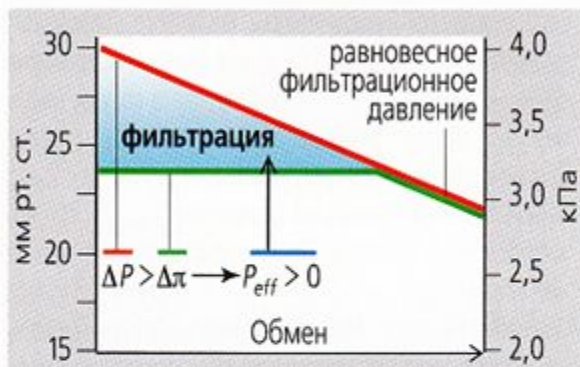
- В капилляре вода и растворимые в ней вещества обмениваются путем:
- Диффузии- по градиенту концентрации ионов.
- Фильтрации- под влиянием разности сил трансмурального и онкотического давления, (эффективного фильтрационного давления)
- Реабсорбции- (возврата) – за счет эффективного реабсорбционного давления.

- В сутки фильтруется
- 20 л воды,
а реабсорбируется 18 л.
- 2 л –возвращается с лимфой.

Обмен жидкостями через капилляры

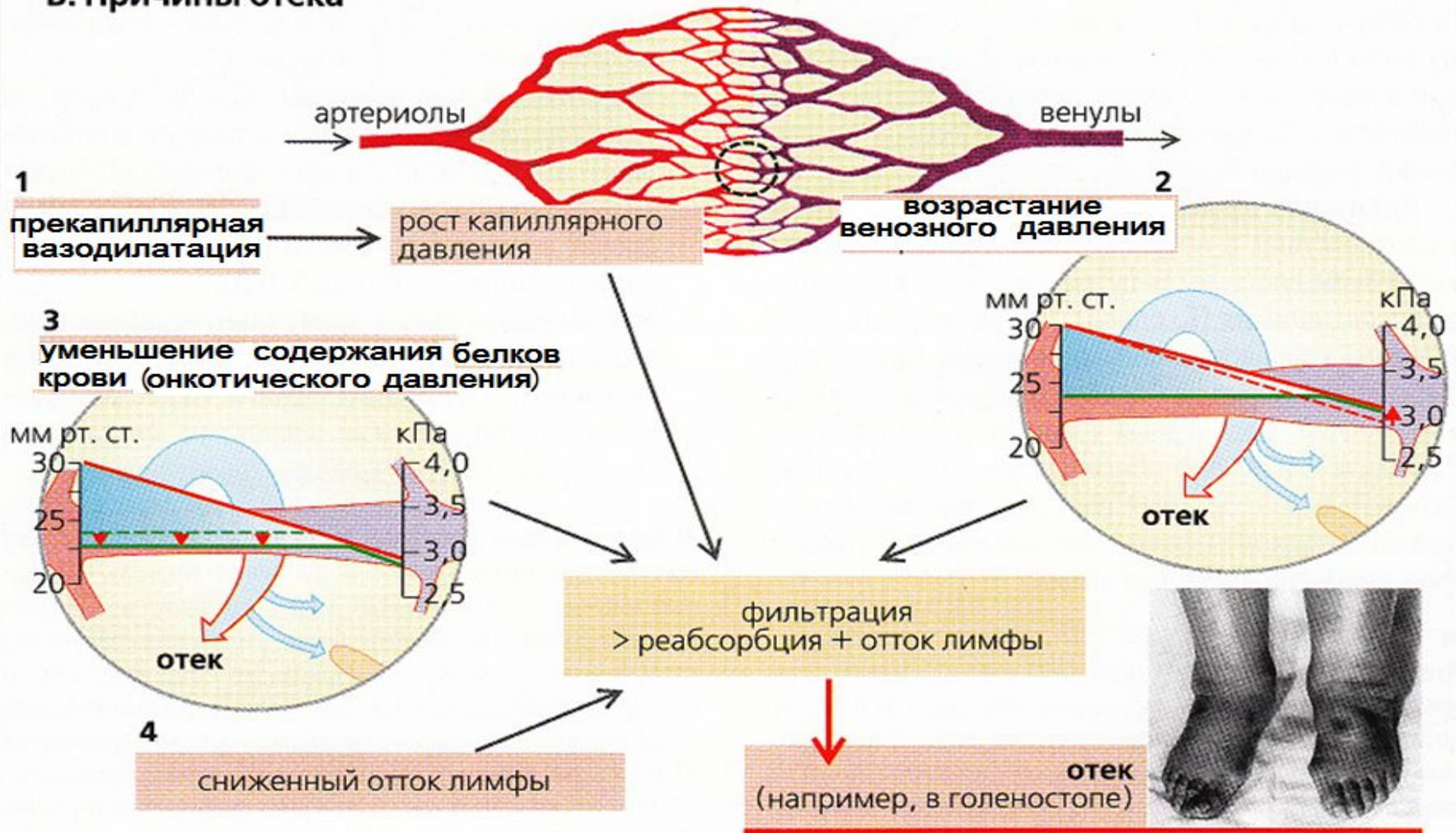
$$P_{\text{eff}} \text{ (эффективное фильтрационное давление)} = \Delta P \text{ (разность гидростатического давления)} - \Delta \pi \text{ (разность онкотического давления)}$$

= разность давлений снаружи и внутри



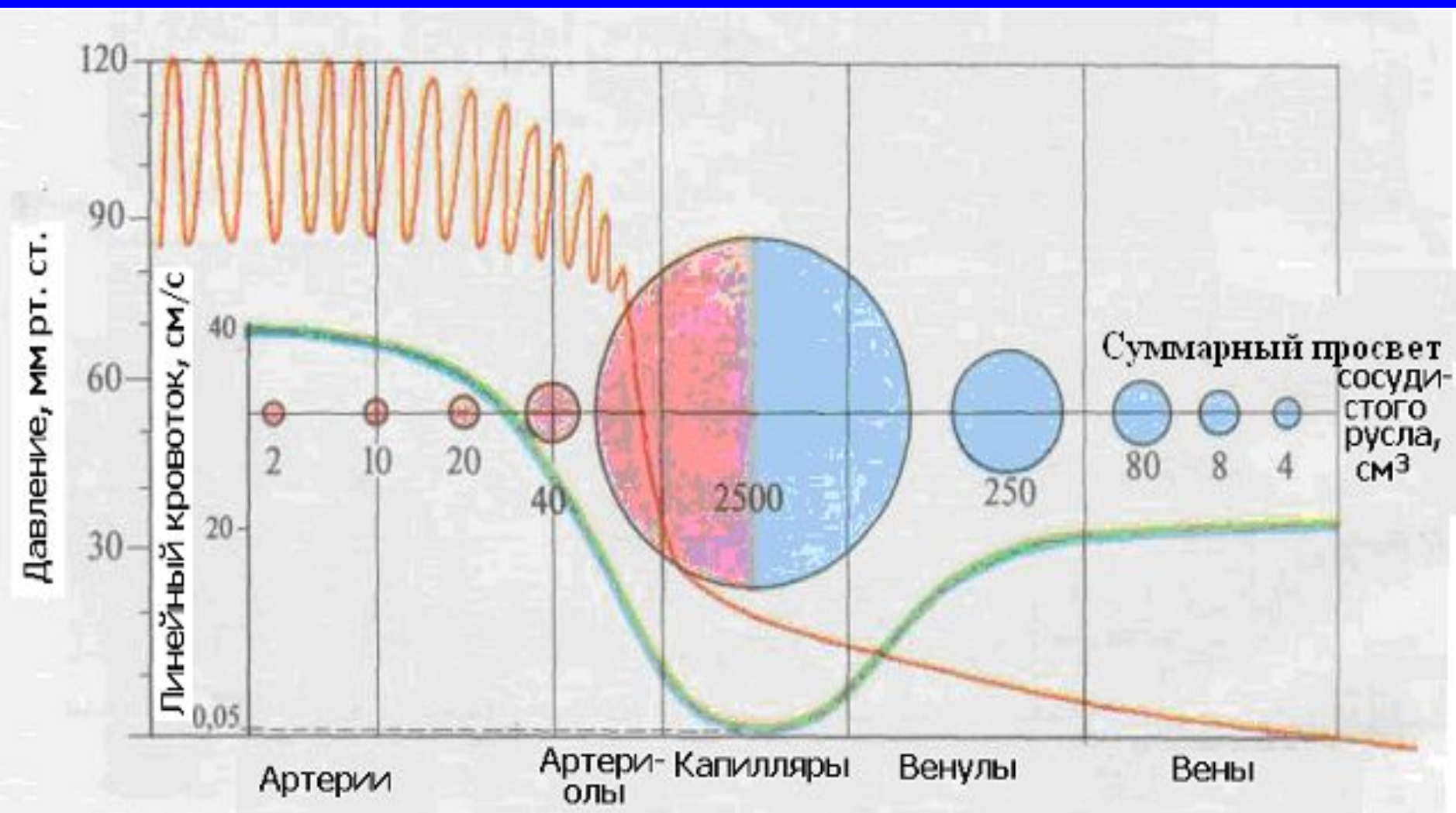
- Когда силы фильтрации и реабсорбции изменяются, то происходит либо удержание воды в русле (после кровопотери), либо выход воды из русла и отек тканей.

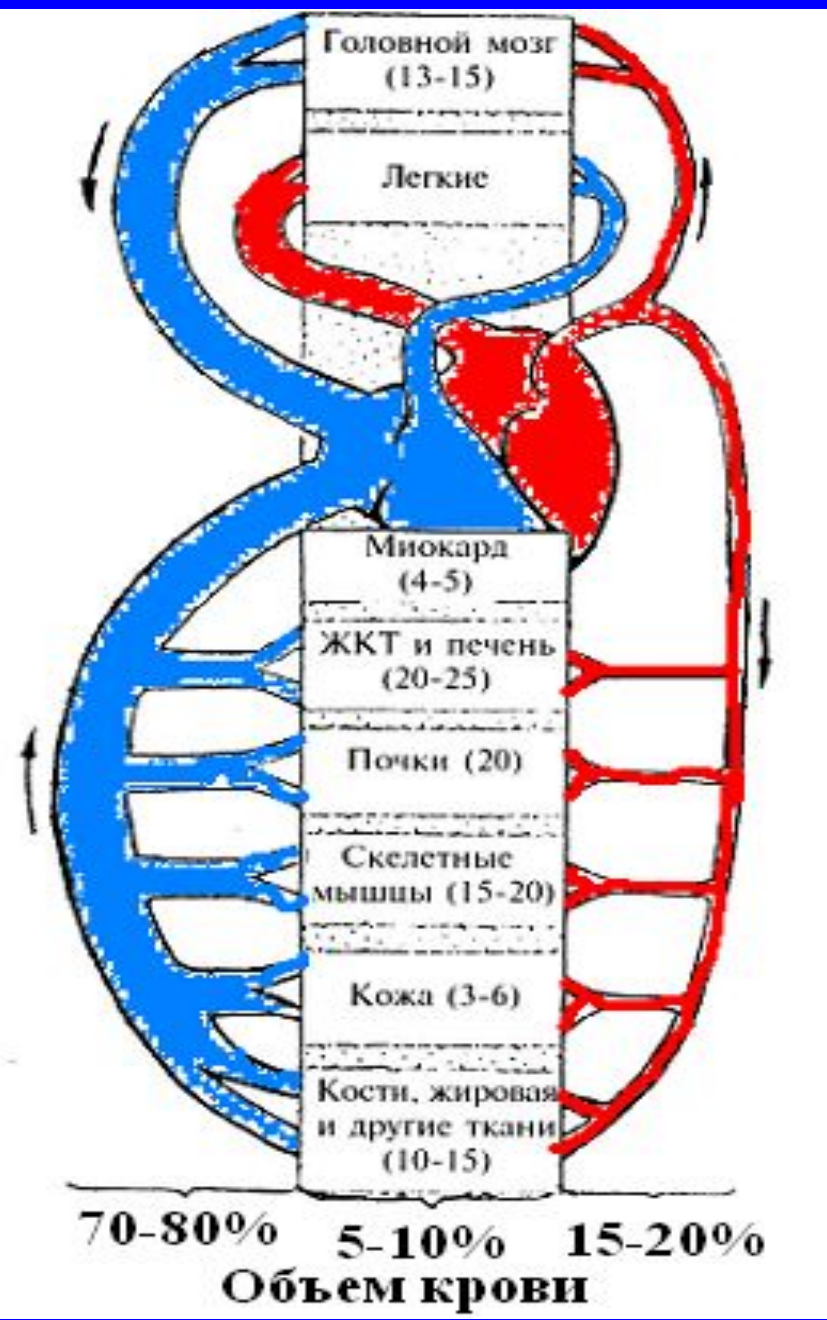
Б. Причины отека



- Главные причины отека: увеличение давления и уменьшение онкотического давления (Рон.).

Изменение давления и суммарной емкости отдельных участков сосудистого русла

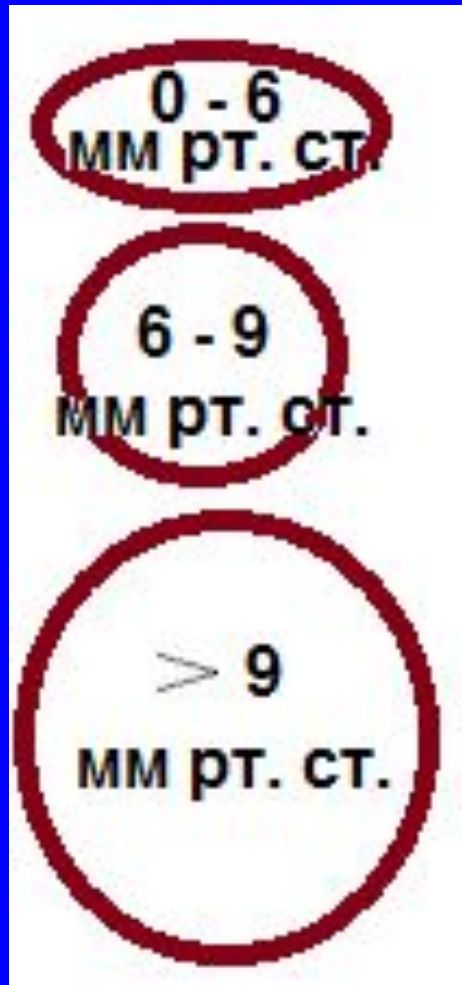




ЕМКОСТНЫЕ СОСУДЫ

- В крупных венах, давление составляет 5-6 мм рт. ст.
- Скорость кровотока в венах 6-14 см/с. а в полых венах до 20 см/с.
- Обычно 70-80 % объема крови находится в венах.

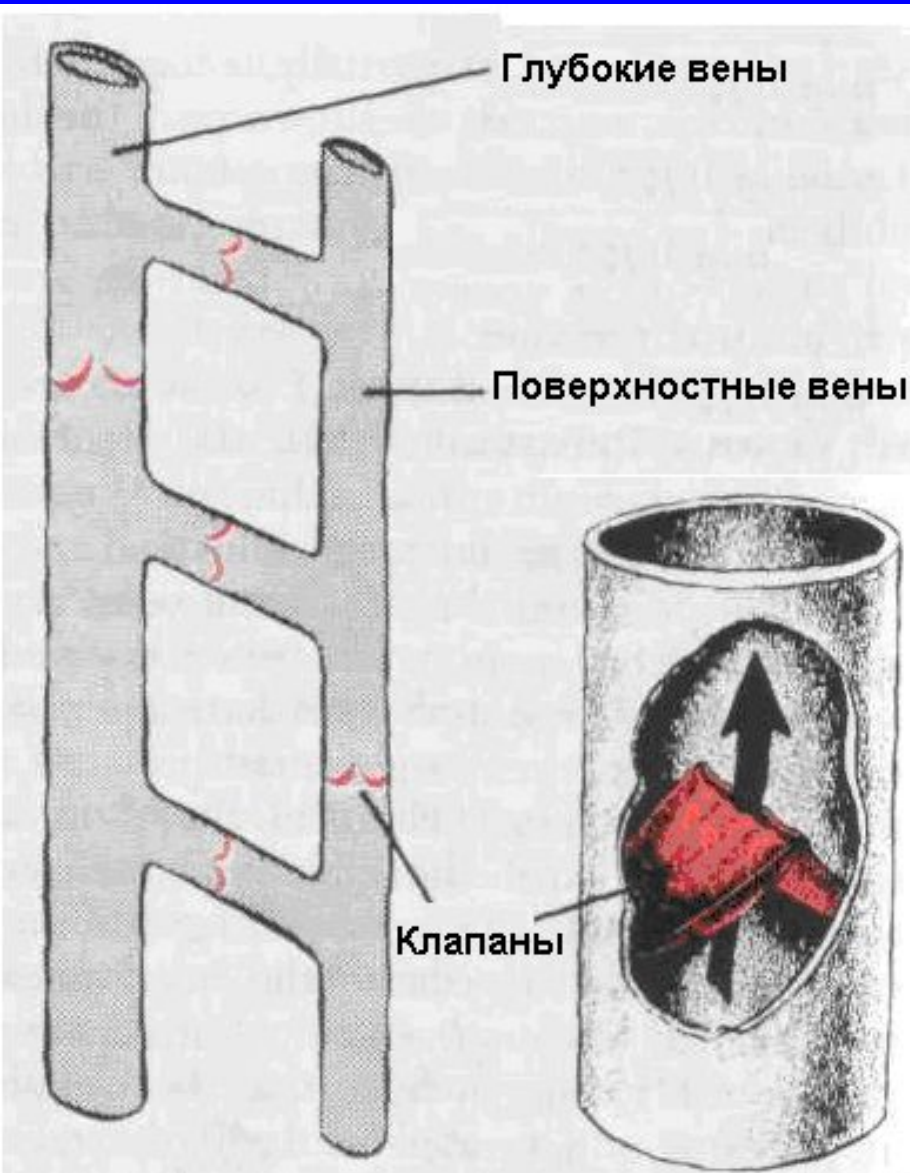
Состояние просвета вен в зависимости от уровня трансмурального давления



- При нулевом трансмуральном давлении вены спавшиеся.
- Повышение давления крови от 0 до 6 мм рт.ст. вызывает эллипсоидный просвет вен.
- Вены, с давлением крови 6-9 мм рт. ст., приобретают округлое поперечное сечение, то есть полностью расправляются.
- Давление крови > 9 мм рт.ст. растягивает вены.

Клапаны и венозный кровоток

- Клапаны вен обеспечивают возврат крови к сердцу, когда человек находится в вертикальном положении.



- Возврат крови к сердцу обеспечивается:
- Наличием остаточной энергии систолы левого желудочка.
- наличием градиента давления в мелких и крупных венах.
- присасывающим действием грудной полости при вдохе;
- Наличием клапанов в венах нижних конечностей.
- Сокращением мышц конечностей при движении.

Вены и депо крови

- **Емкостная функция вен обусловлена их суммарно большим просветом, высокой растяжимостью и эластичностью.**
- **Емкостные сосуды могут вмещать до 70-80% крови.**
- **Депо крови являются: печень, селезенка, легкие, вены брюшной полости и кожи.**

Венный пульс

- Венный пульс обусловлен затруднением поступления крови в сердце в систолу.
- Флебодиаграмма это запись венного пульса на яремных венах.
- Волна «а»- систола правого предсердия.
- Волна «с»- передаточная пульсация от сонных артерий.
- Волна «v»- задержка кровотока и растяжение стенок предсердий.