

SATBAYEV UNIVERSITY

Алимбаев Чингиз Абдраимович

Гемодинамика

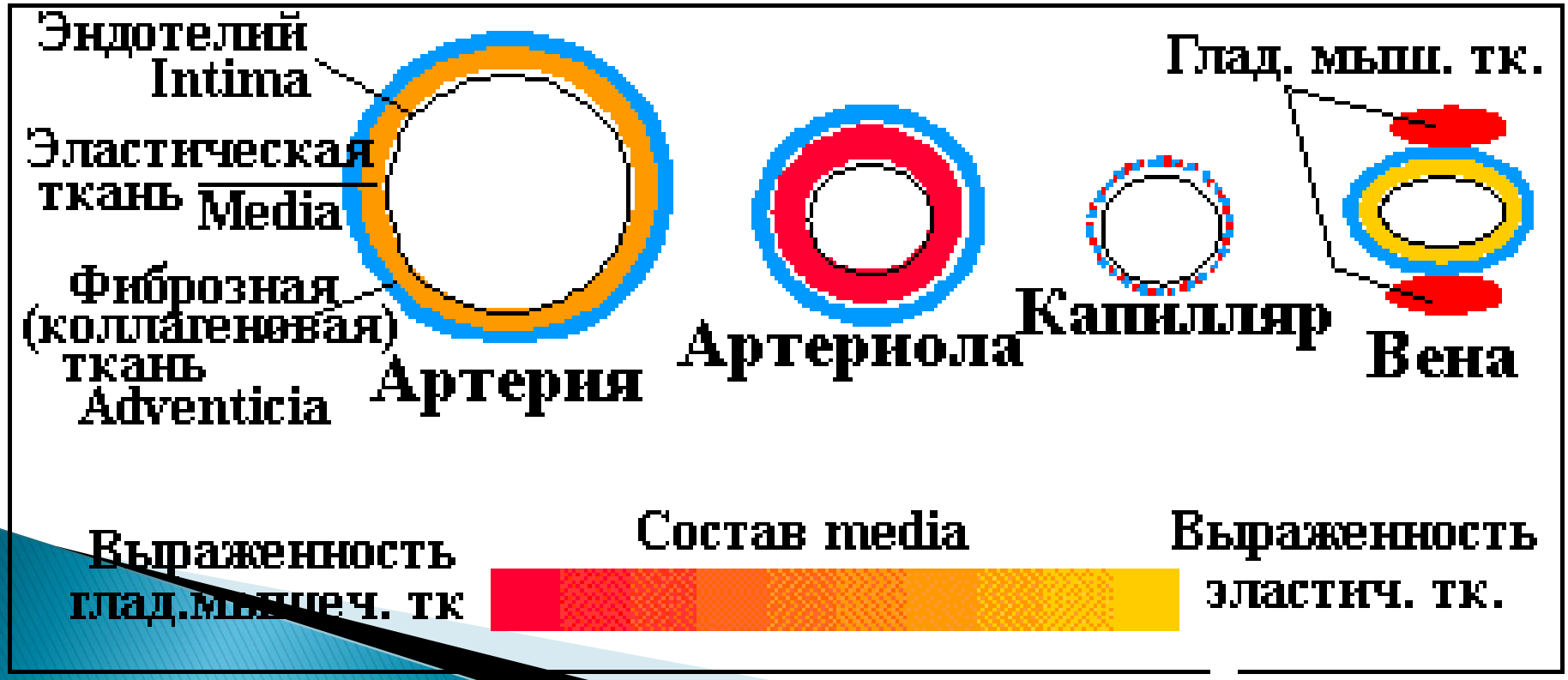
ПЛАН ЛЕКЦИИ

- 1. Морфологическая и функциональная классификация кровеносных сосудов.
- 2. Основные законы гемодинамики. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам. Периферическое сопротивление кровотоку, его значение.
- 3. Линейная и объемная скорости движения крови в разных участках кровеносного русла. Факторы их обусловливающие.
- 4. Кровяное давление, его виды: артериальное (систолическое, диастолическое, пульсовое, среднее), венозное. Факторы, обусловливающие кровяное давление. Понятие о нормальных величинах АД. Методики измерения кровяного давления.
- 5. Артериальный пульс, его происхождение, характеристика. Анализ сфигмограммы.

Морфологическая и функциональная классификация кровеносных сосудов

Стенка сосуда имеет всегда стандартный состав слоев: ***наружный (коллагеновая ткань), средний (гладкомышечные волокна) и внутренний (в состав входить сеть эластических волокон)***

НО! ВЫРАЖЕННОСТЬ СЛОЕВ СТЕНКИ ОПРЕДЕЛЯЕТ ФУНКЦИЮ СОСУДА



Амортизирующие сосуды

Аорта, легочная артерия, др. крупные сосуды.
Содержат эластические элементы.
Здесь сглаживаются подъемы АД при систоле.

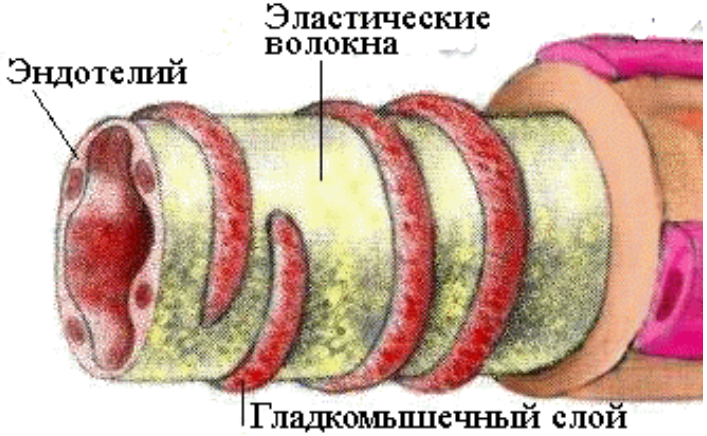


Сосуды распределения

Средние и мелкие артерии мышечного типа регионов и органов;
их функция — распределение потока крови по всем органам и тканям.

Резистивные сосуды (сосуды сопротивления)

Артерии диаметром менее 100 мкм, артериолы, **прекапиллярные сфинктеры** (они также определяют число функционирующих капилляров), сфинктеры магистральных сосудов.



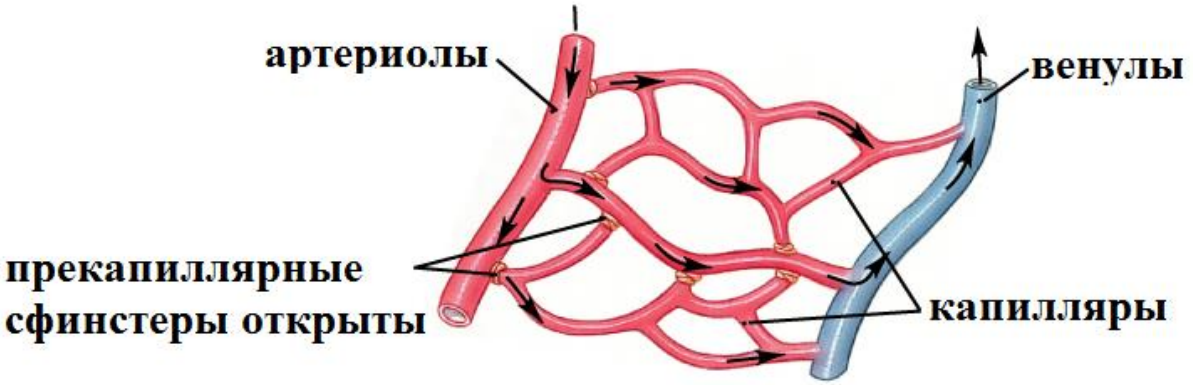
Эти сосуды содержат большое количество гладкомышечных клеток, поэтому способны значительно изменять диаметр сосуда, их называют «кранами сосудистой системы». Резистивные сосуды играю важную роль в кровоснабжении органов и влияют на величину АД.



Сосуды *сфинктеры*

Последние участки прекапиллярных артериол.

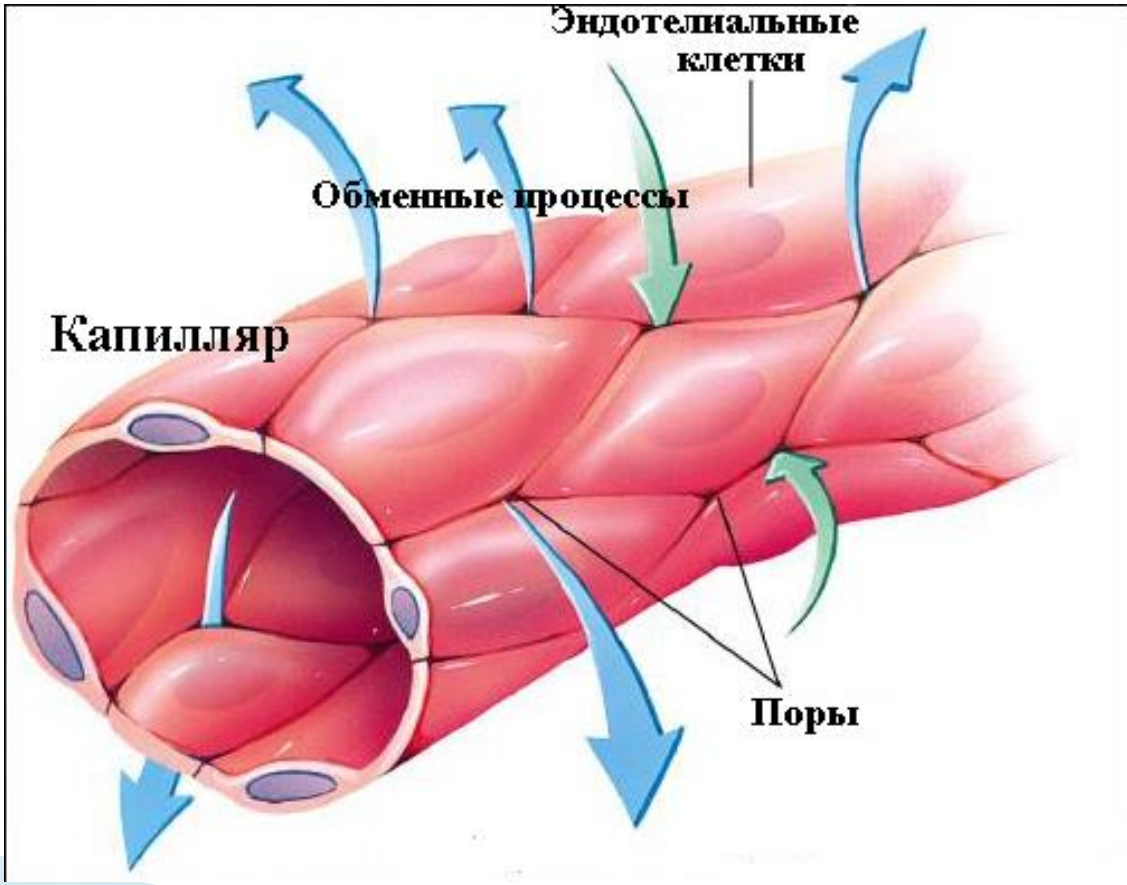
Изменяя диаметр артериол **определяют число функционирующих капилляров.**





Обменные сосуды

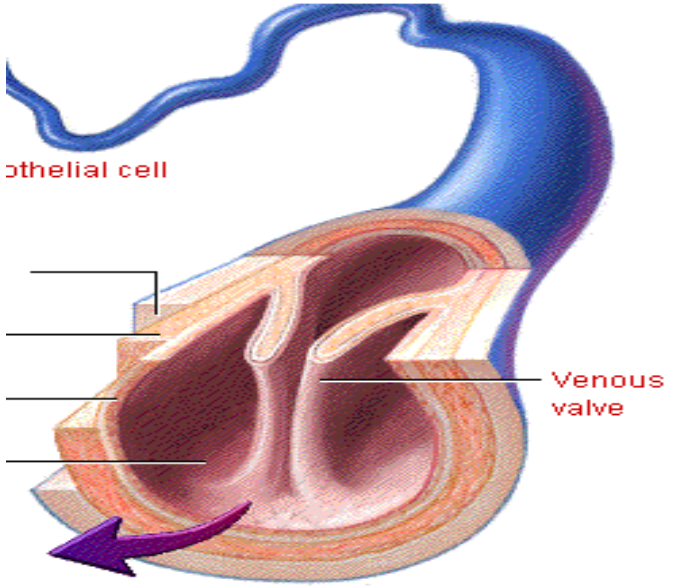
Капилляры. Строение стенок капилляров способствует обмену веществ.



Емкостные сосуды

Венулы, мелкие вены, венозные сплетения и специализированные образования — синусоиды селезенки. Стенки их тоньше артериальных, легко растяжимы, содержат клапаны. Вмещают много крови (особенно в венах печени, селезенки, кожи, легких).



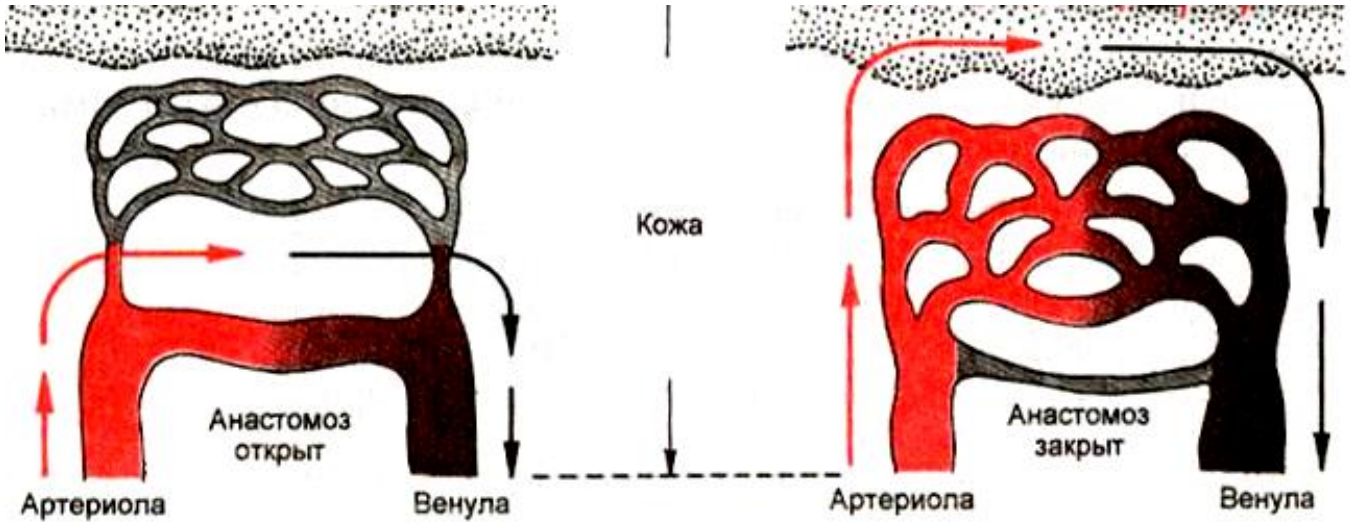


Шунтирующие (анастамозы)

Связывают артерии с венами минуя капилляры.

Участвуют в регуляции периферического кровотока, температуры частей тела.

Большое количество этих сосудов находится в ухе, носу, стопе и др.



Сосуды возврата крови в сердце

Представлены средними, крупными и полыми венами.

Основные законы гемодинамики. Факторы, обуславливающие движение крови по сосудам. Периферическое сопротивление кровотоку, его значение

Наука, изучающая движение крови по сосудам, получила название **гемодинамика**. Ее законы общие с ***гидродинамикой*** (учении о движении жидкостей).

Согласно закону гидродинамики ток жидкости по сосудам определяется двумя силами:

1. Давлением (P), под которым она движется, т.е. разностью давлений в начале и конце трубы. Эта сила способствующая движению.

2. Сопротивлением (R), которое вследствие вязкости, трения о стенки сосуда и вихревых движений испытывает жидкость. Сопротивление препятствует движению.

Законы гемодинамики

$$Q = \frac{P1 - P2}{R},$$

Q - объем жидкости, протекающее через любую трубу;

P1 - P2 - разность давлений в начале и в конце трубы;

R - сопротивление.

Законы гемодинамики

Если уравнение гидродинамики **применить к сосудистой системе**, то, учитывая, что в конце ее (полых венах) давление близко или равно нулю, уравнение можно записать так:

$$Q = \frac{P}{R},$$

Q - количество крови, изгнанное сердцем в минуту;

P - величина среднего давления в аорте,

R - величина сосудистого сопротивления.

Законы гемодинамики

$$P = Q \times R,$$

P - давление;
Q - объем крови;
R - величина периферического сопротивления.

Законы гемодинамики

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

R - периферическое сопротивление, которое определяется по формуле Пуазейля;

l - длина трубки (сосуда);

η - вязкость протекающей в ней жидкости;

π - отношение окружности к диаметру;

r - радиус трубки.

Периферическое сопротивление

$$R = \frac{P1 - P2}{Q};$$

R — периферическое сопротивление;

P1–P2 — давление в начале и в конце сосуда;

Q — количество крови, протекающей по сосудам в 1 секунду.



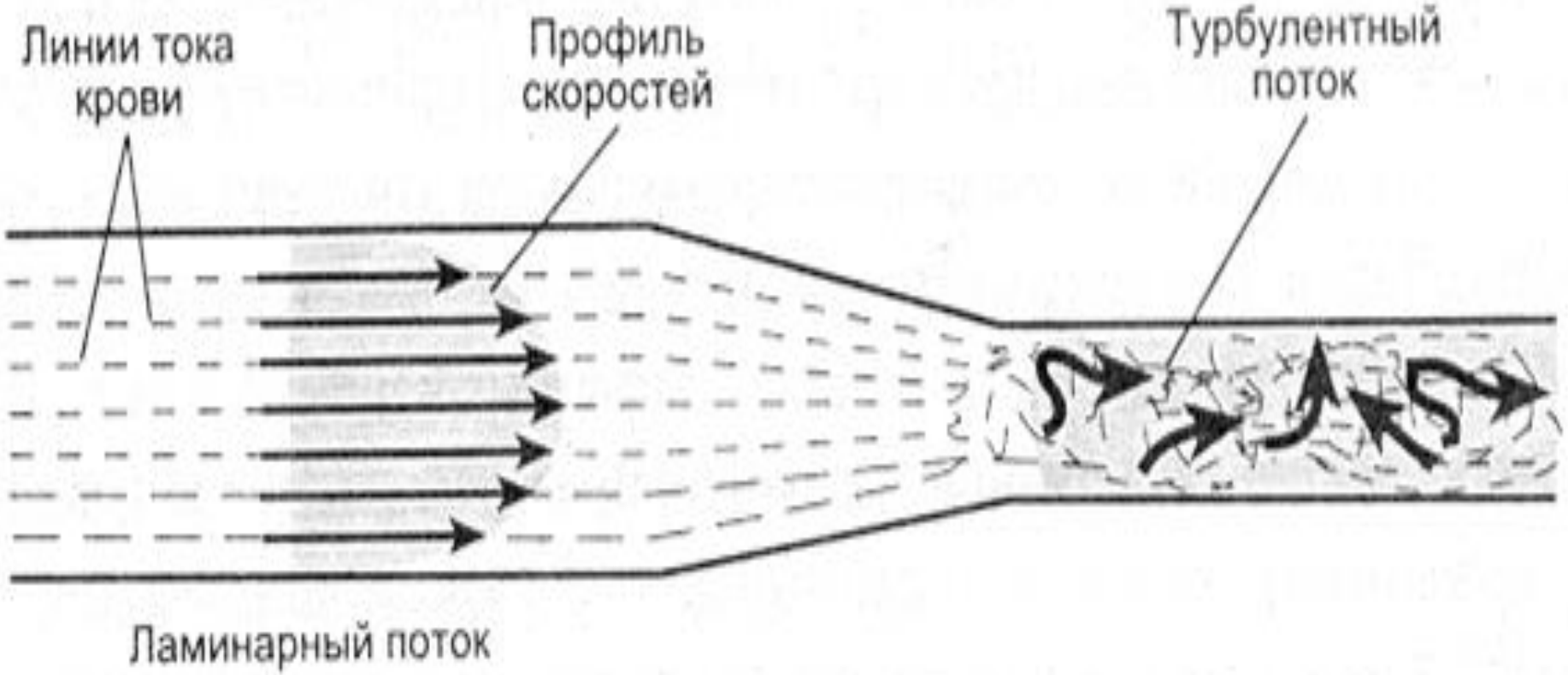
Периферическое сопротивление зависит от:

- Длины сосуда
- Вязкости крови
- Диаметра сосуда

Основными сосудами сопротивления являются **артерии и артериолы**

Линейная и объемная скорости движения крови в разных участках кровеносного русла. Факторы их обусловливающие

Ламинарный и турбулентный потоки крови



Основные показатели гемодинамики:

- Объемная скорость кровотока
- Линейная скорость
- Давление в разных участках русла

Объемная скорость — это количество крови протекающее через поперечное сечение сосуда в ед. времени (1 мин). В норме отток крови от сердца равен ее притоку к нему, это означает, что **объемная скорость** является **величиной постоянной**.

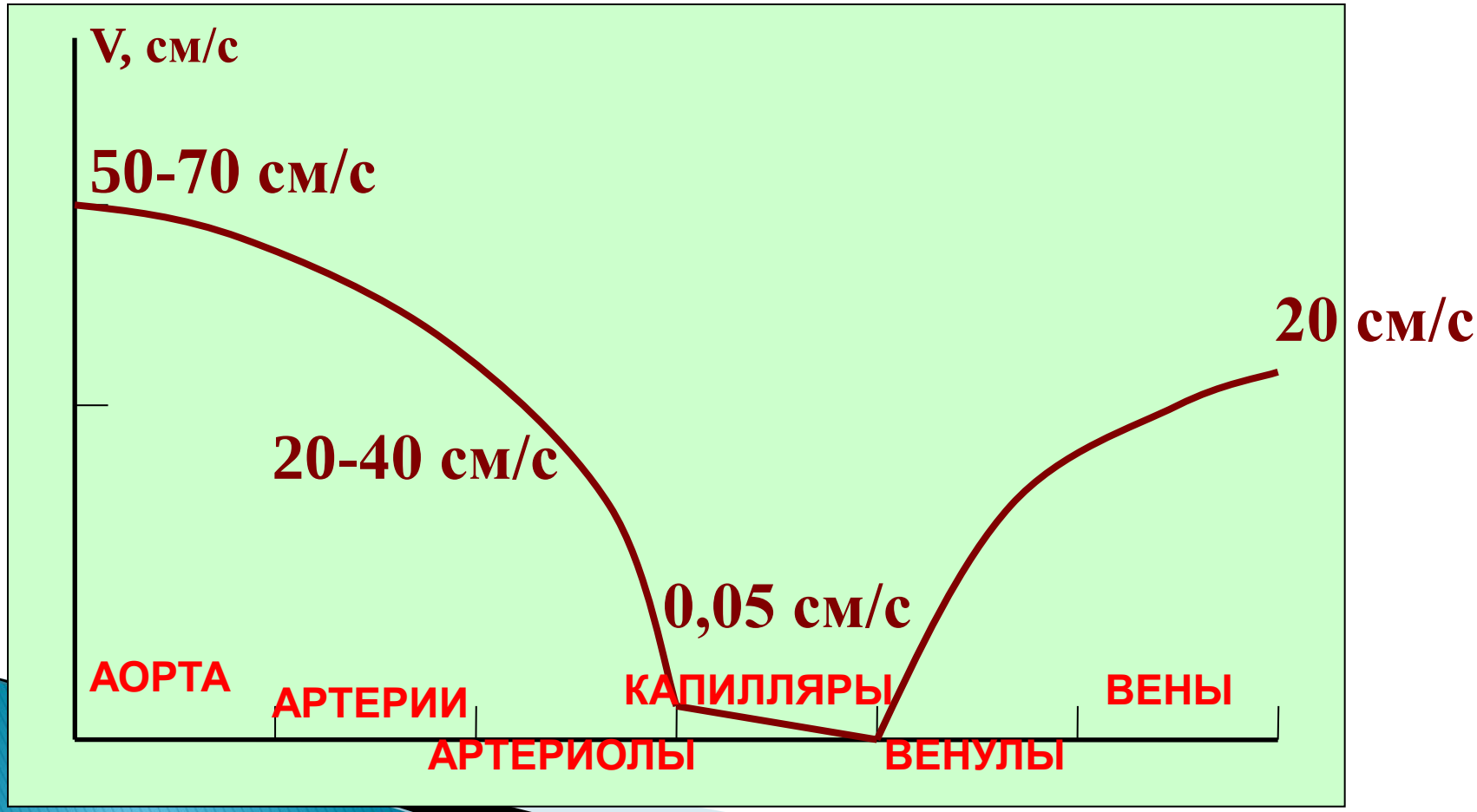
Линейная скорость — это скорость движения крови вдоль сосуда. Она различна в отдельных участках сосудистого русла и зависит **от общей суммы площади просветов конкретного отдела сосудов**.

$$V=Q/\pi r^2;$$

В аорте d = **8 см²**, v = 50–70 см/с.

В капиллярах d = **8000 см²**, v = 0,05 см/с.

Скорость кровотока: в артериях 20–40 см/с,
артериолах — 0,5–10 см/с,
в полой вене — 20 см/с.



Движение крови по сосудам высокого давления (артерии)

Сосуды(кроме капилляров) содержат волокна:

Эластические — легкорастяжимы, создают эластическое напряжение, противодействующее кровяному давлению.

Коллагеновые — оказывают большее сопротивление растяжению. Образуют складки и противодействуют давлению, когда сосуд сильно растянут.

Гладкомышечные — создают тонус сосудов и изменяют просвет сосуда соответственно необходимости. Некоторые гладкомышечные клетки способны ритмично спонтанно сокращаться (независимо от ЦНС), что поддерживает **постоянный тонус стенок сосудов.**

Кровяное давление, в артериальном русле

Уровень кровяного давления измеряется в **мм ртутного столба** и определяется совокупностью разных факторов:

1. Нагнетающей силой сердца.

2.Периферическим сопротивлением.

3. Объемом циркулирующей крови.

Кровяное давление в артериях постоянно колеблется. Его **подъем** при систоле определяет **максимальное (систолическое)** давление.

Спад давления при диастоле соответствует **минимальному (диастолическому)** давлению (***зависит оно от периферического сопротивления и ЧСС***).

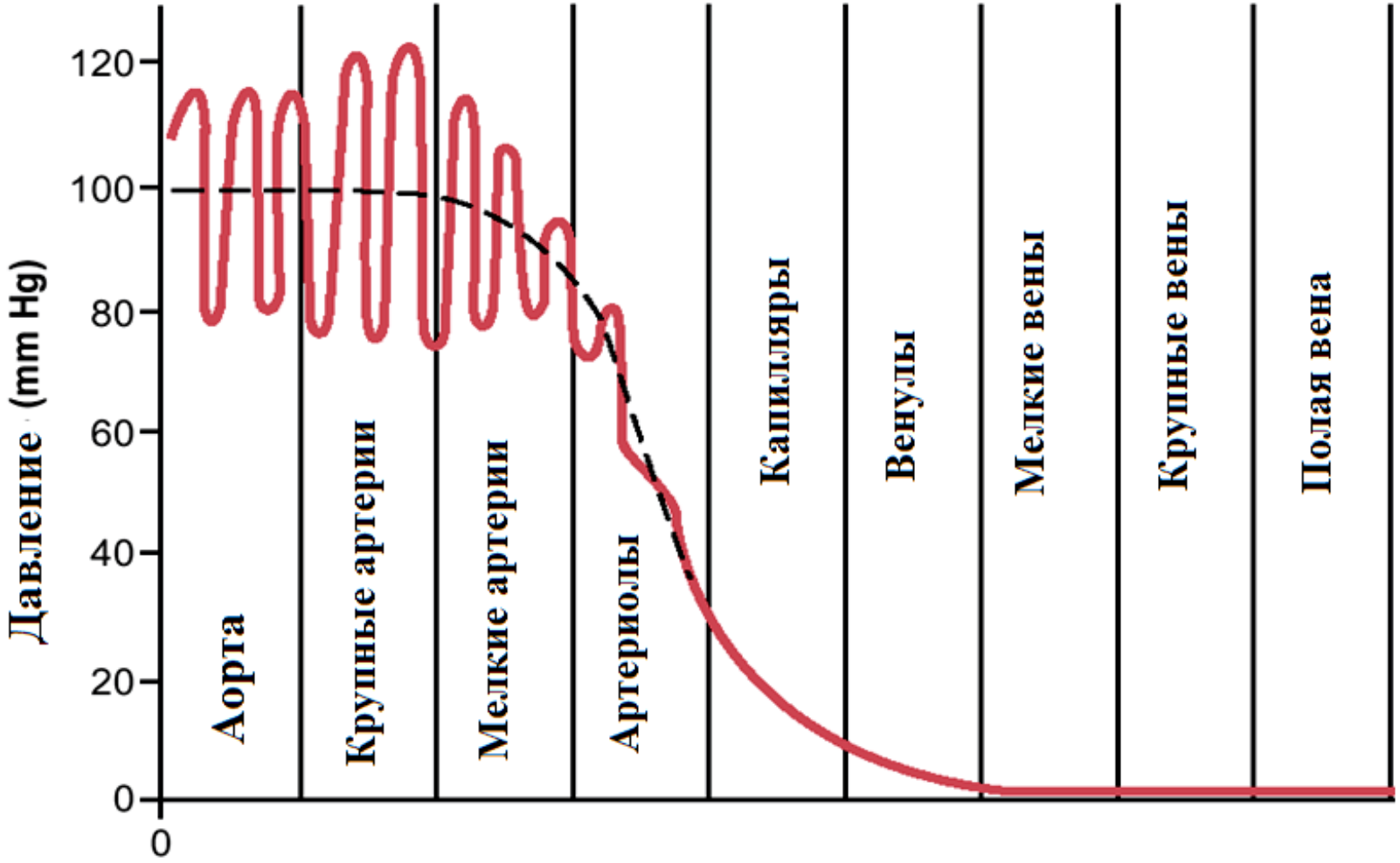
Амплитуда колебаний, т.е. ***разность между систолическим и диастолическим*** давлением составляет **пульсовое** давление, составляет **40–50 мм Hg**. Оно ***пропорционально объему выбрасываемой крови***.

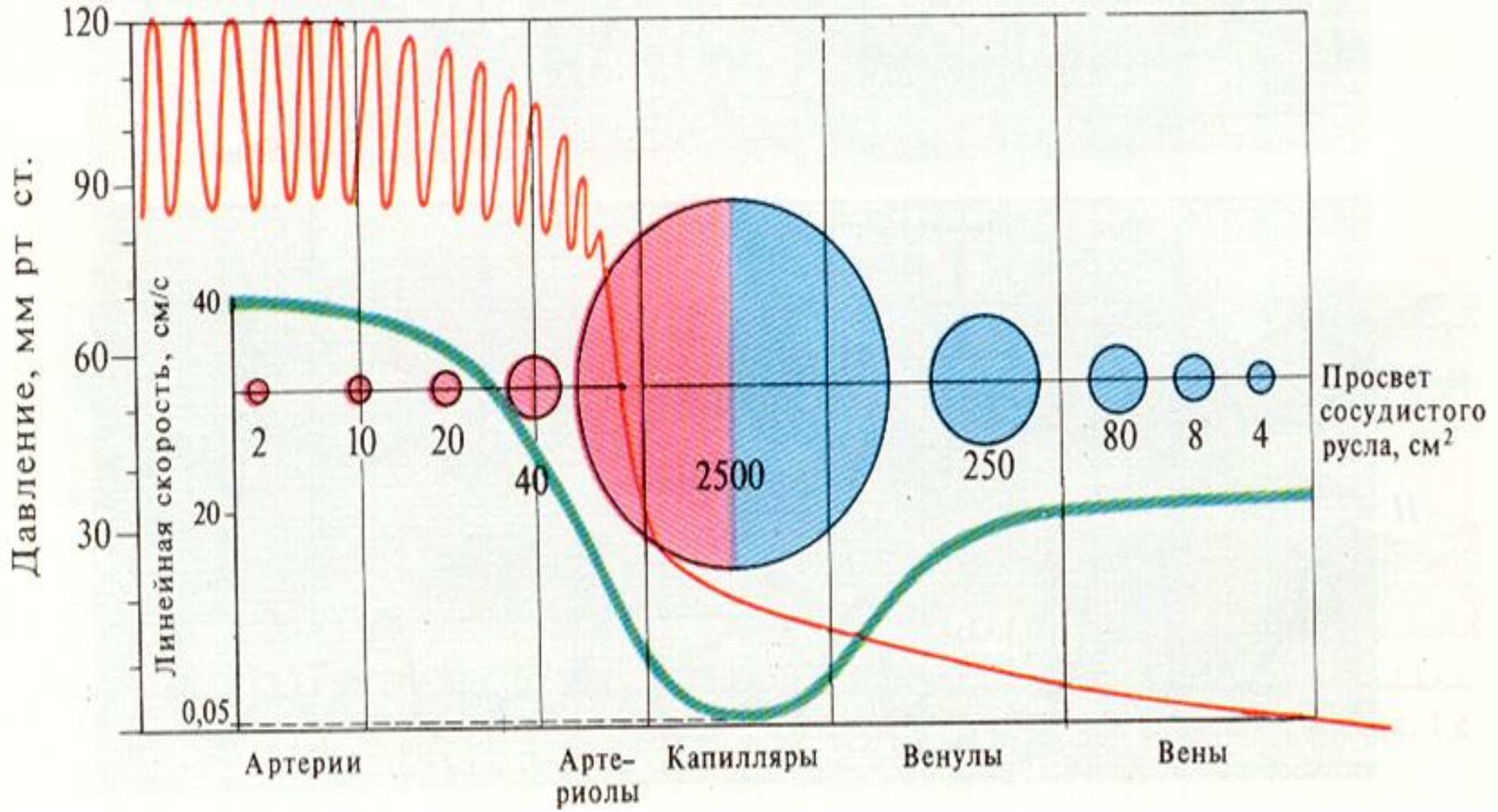
Усредненное по времени сердечного цикла АД, представляющее собой движущую силу кровотока, называют **средним** давлением.

Для **периферических** сосудов оно равно: **диастолическое давление + 1/3 пульсового давления.**

Для **центральных** артерий равно: **диастолическое давление+ 1/2 пульсового давления.**

Кровяное давление в различных участках кровяного русла





Показатели гемодинамики в различных отделах сосудистого русла

Нормальный уровень в плечевой артерии

САД **110-139 мм. рт. ст.** ДАД **60-89 мм. рт. ст.**

В кардиологии выделяют следующие уровни АД:

оптимальный уровень АД крови, САД **меньше 120 мм. рт. ст.,** ДАД – **менее 80 мм. рт. ст.**

нормальный уровень – САД **менее 130 мм. рт. ст. ,** ДАД **менее 85 мм. рт. ст.**

высокий нормальный уровень – САД **130-139 мм. рт. ст.,** ДАД **85-89 мм. рт. ст.**

Артериальная гипертензия возникает:

— при **повышении сердечного выброса**;

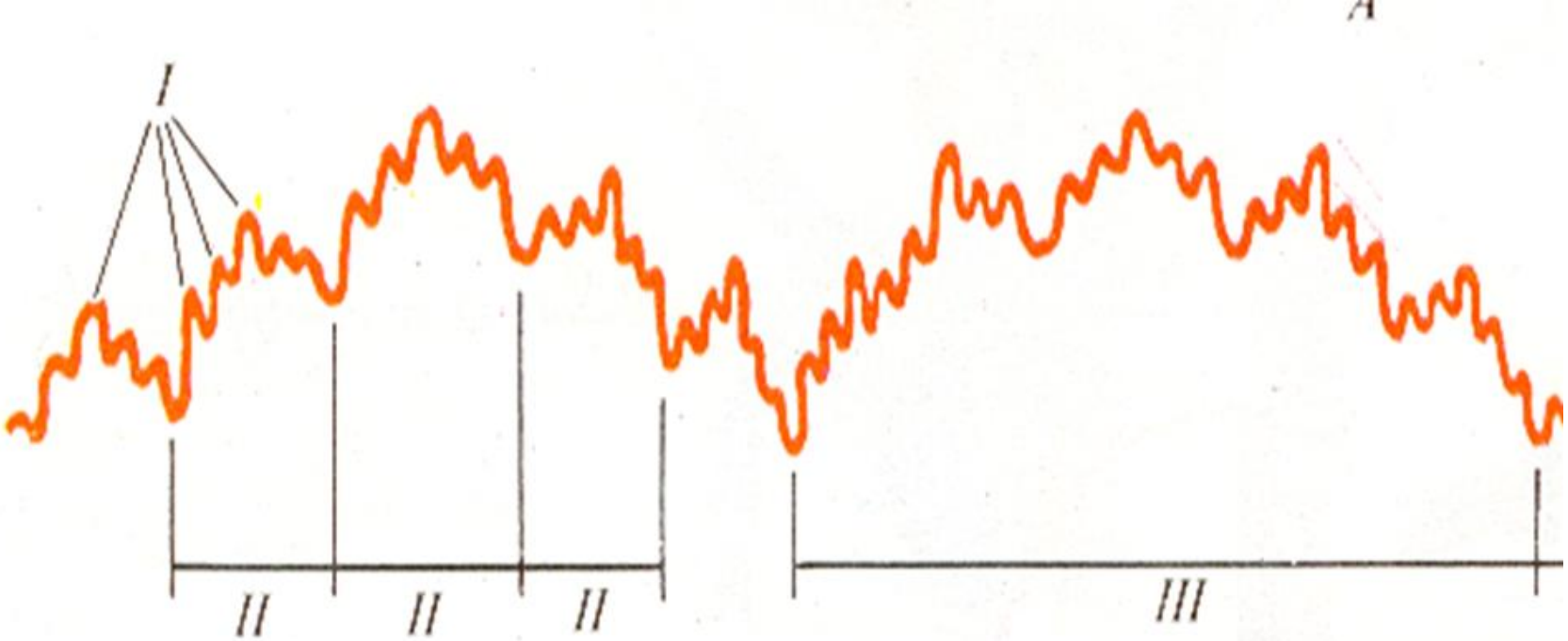
— при **повышении периферического сопротивления**;

— **увеличении массы циркулирующей крови**;

— при **сочетании нескольких факторов**.

В клинике принято различать гипертензию **первичную (эссенциальную)**, встречается в 90-95% случаев, причины трудно определимы и **вторичную (симптоматическую)** — 5-10% случаев, она сопутствует различным заболеваниям.

Гипотензию так же различают первичную, вторичную.



Кривые изменения кровяного давления

I – пульсовые волны

II – дыхательные волны

III – Обусловлены периодическими изменениями тонуса сосудодвигательного центра (обычно на фоне гипоксемии, например, в результате кровопотери).

Методики измерения кровяного давления

В практике используется несколько способов измерения АД:

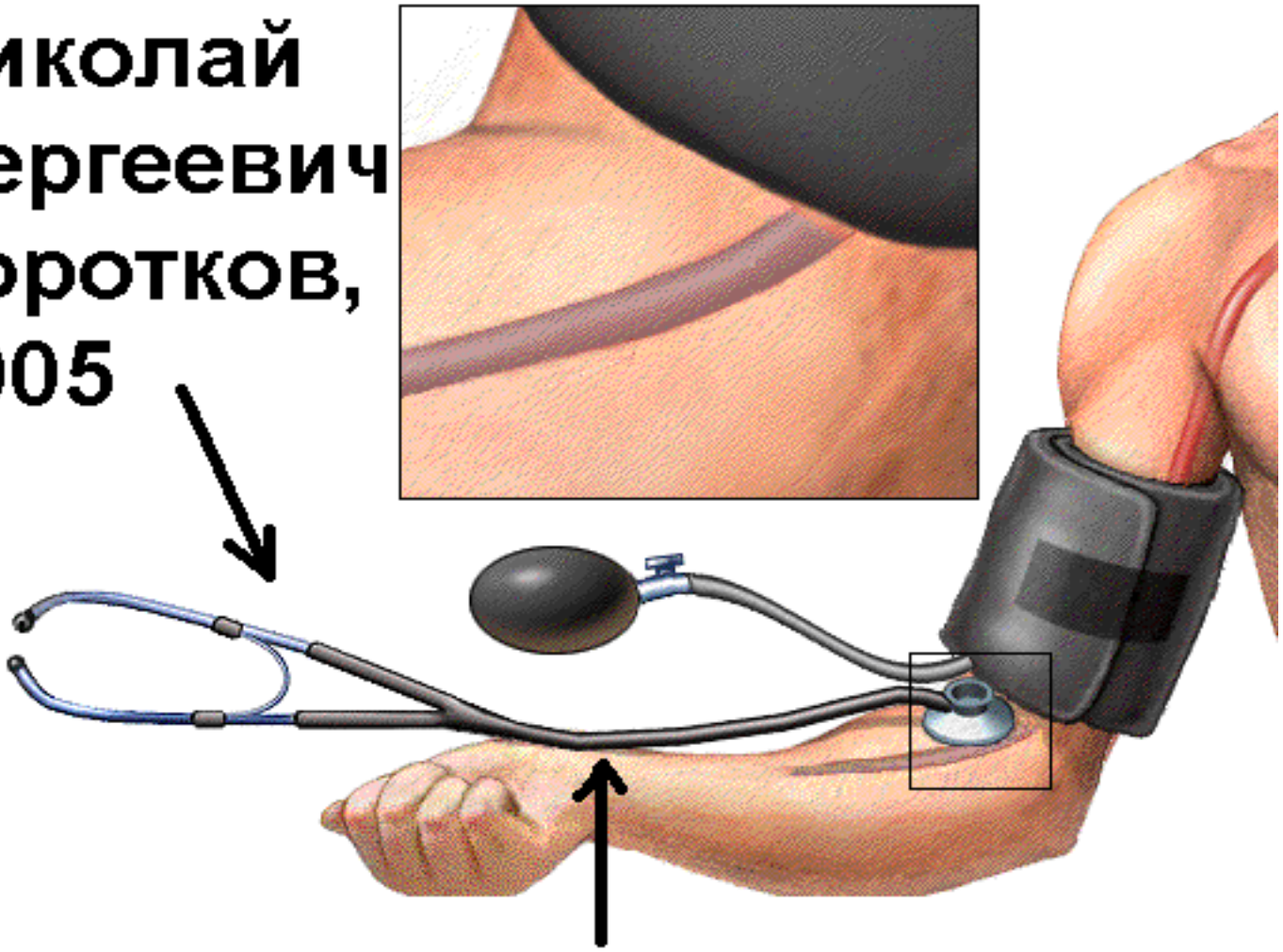
Прямой (кровавый, внутрисосудистый) проводится путем введения в сосуд канюли или катетера, соединенного с регистрирующим прибором. Впервые его осуществил 1733 году Стефан Хелс.

Непрямой пальпаторный предложенный **Рива-Роччи** (1896). Позволяет определить **только систолическое давление**.

Непрямой аускультативный (В 1905 году предложил Н.С.Коротков, путем **прослушивания (аускультация)** звуков (**тонов Короткова**) в плечевой артерии ниже манжеты с помощью стетоскопа или фонендоскопа.

Измерение АД

Николай Сергеевич Коротков, 1905



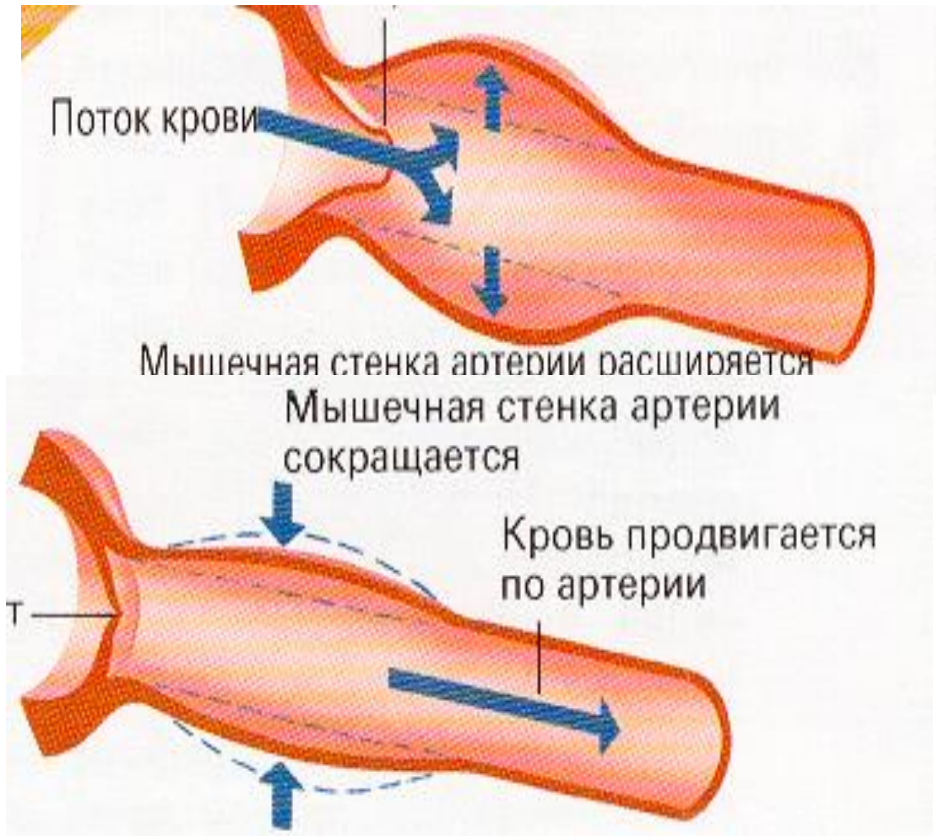
Scipione Riva-Rocci, 1896

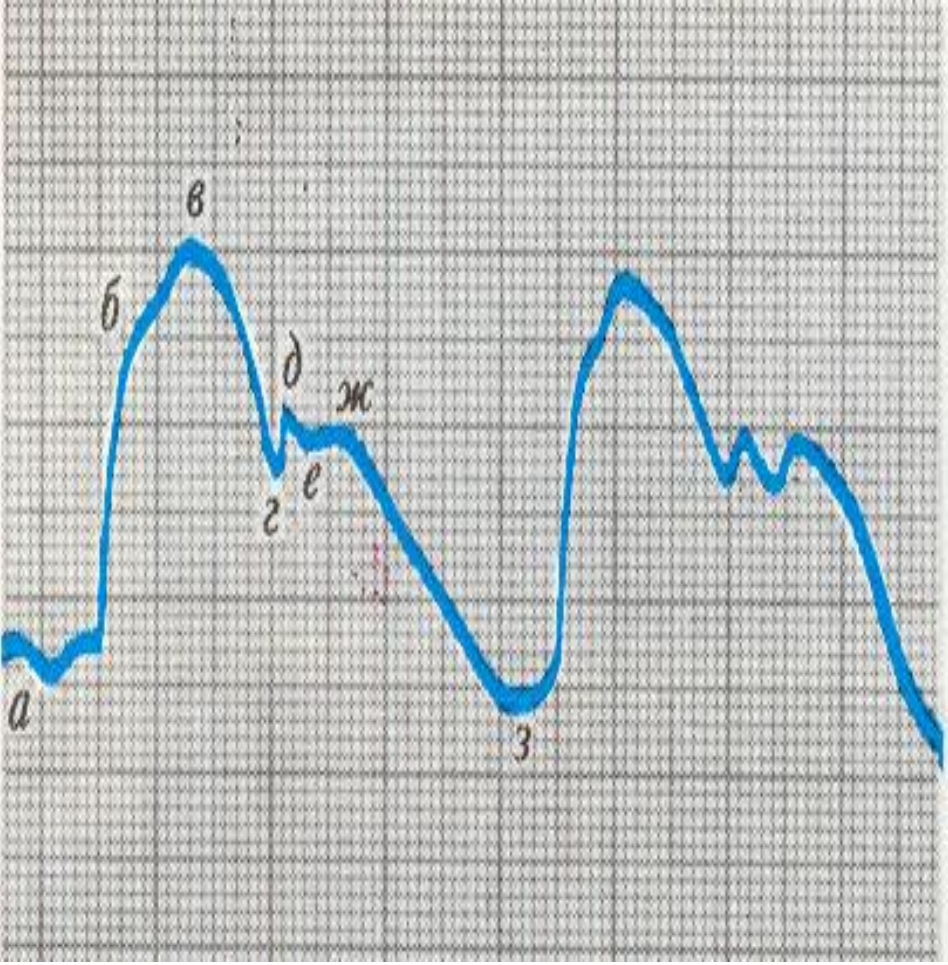
Артериальный пульс, его происхождение, характеристика. Анализ сфигмограммы

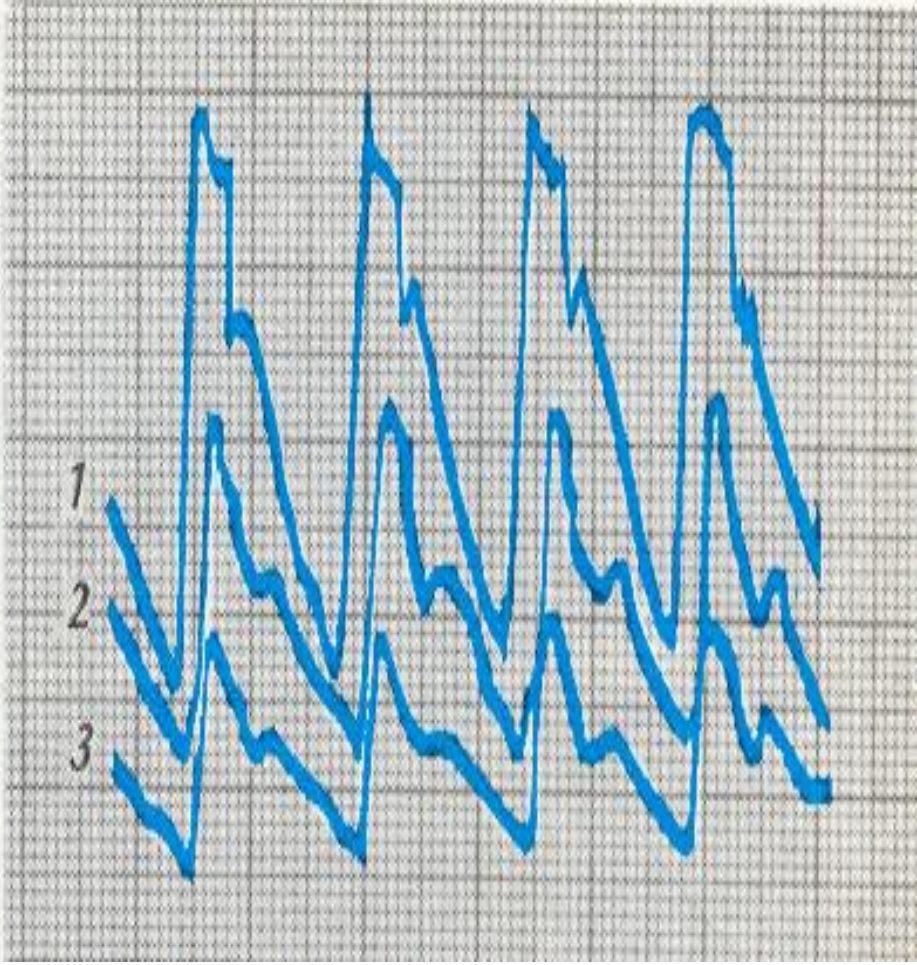


Пульс — это ритмические колебания стенок сосудов, связанные с динамикой их наполнения кровью и давления в них в течение одного сердечного цикла.

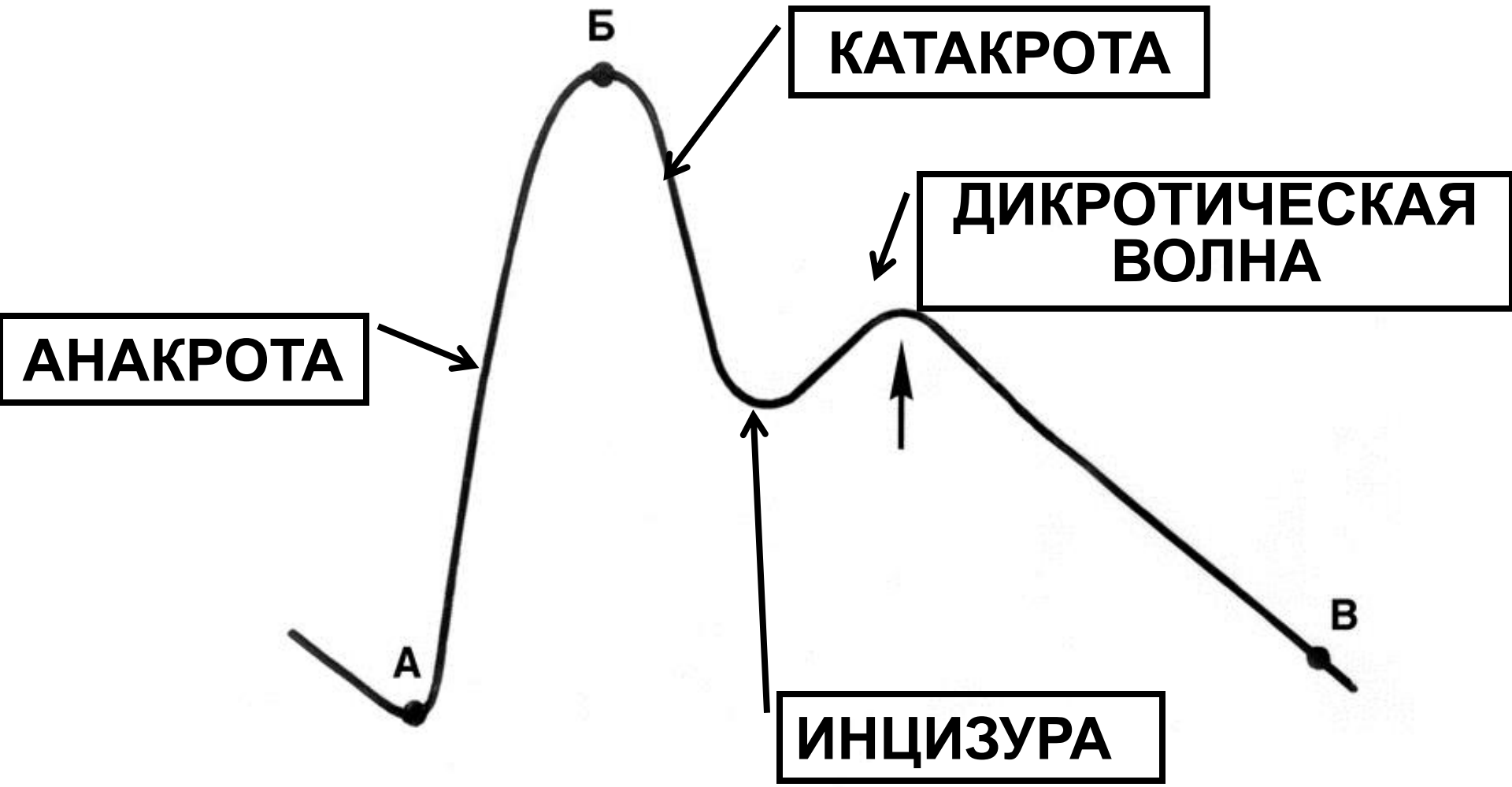
Выбрасываемый в аорту объем крови при систоле создает в ней повышение давления и растягивает ее стенки. В силу упругости стенки аорты стремятся уменьшить свою емкость и продвигают объем крови вперед, где также происходит растягивание стенок, возникает **«компенсаторная камера».**



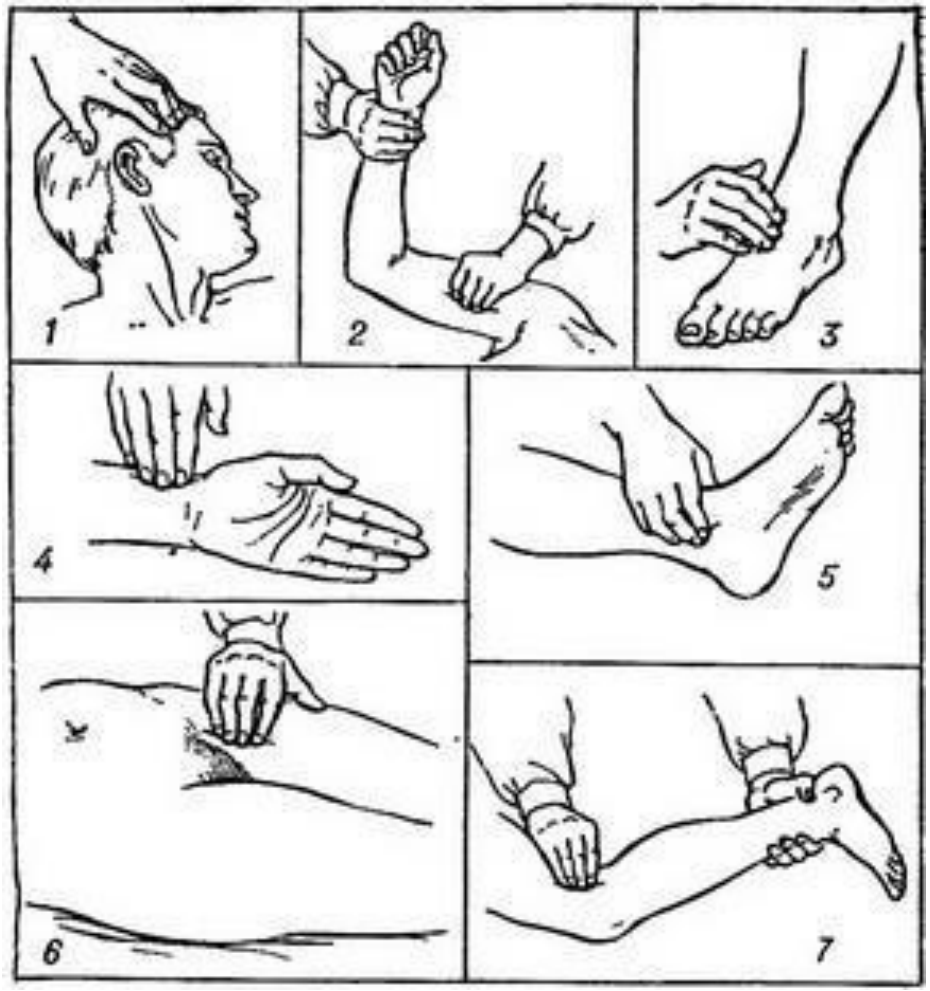




Запись пульсовой волны. Сфигмограмма



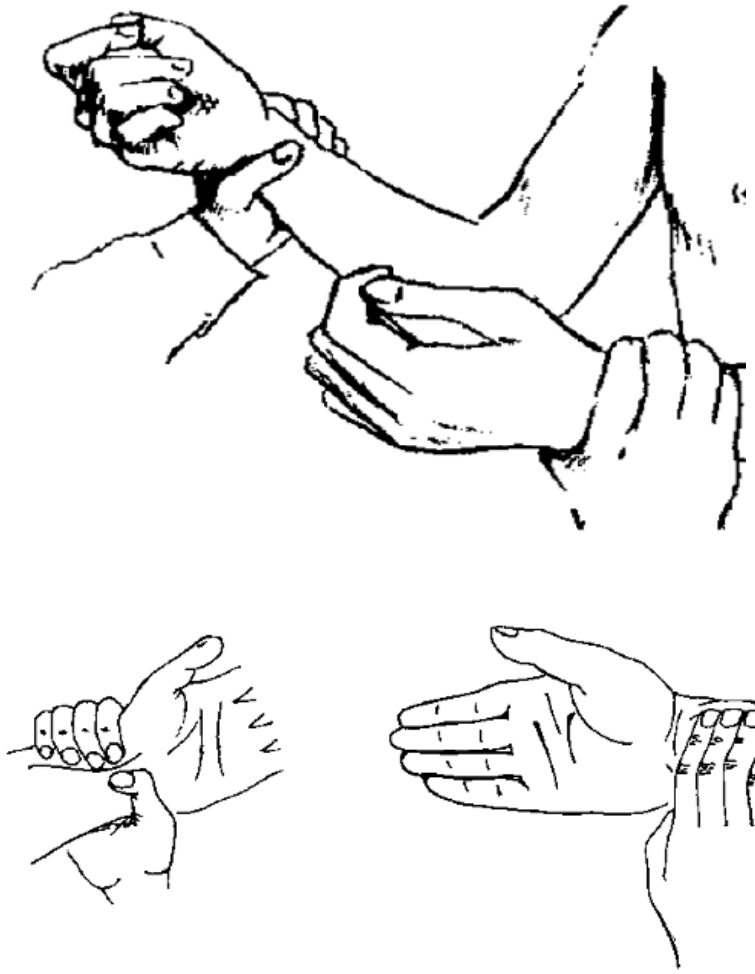
Запись пульсовой волны. Сфигмограмма



Методика измерения пульса на различных артериях:

1 — височной; 2 — плечевой; 3 — тыльной артерии стопы; 4 — лучевой; 5 — задней большеберцовой; 6 — бедренной; 7 — подколенной.





Методика измерения пульса на лучевой артерии

Характеристики пульса:

1. Частота

- *нормальный пульс – 60-80*
- *частый 90-100 (тахикардия)*
- *редкий 40-50 (брадикардия)*

2. Ритм

- *ритмичный*
- *аритмичный, альтернирующий пульс , парадоксальный пульс*

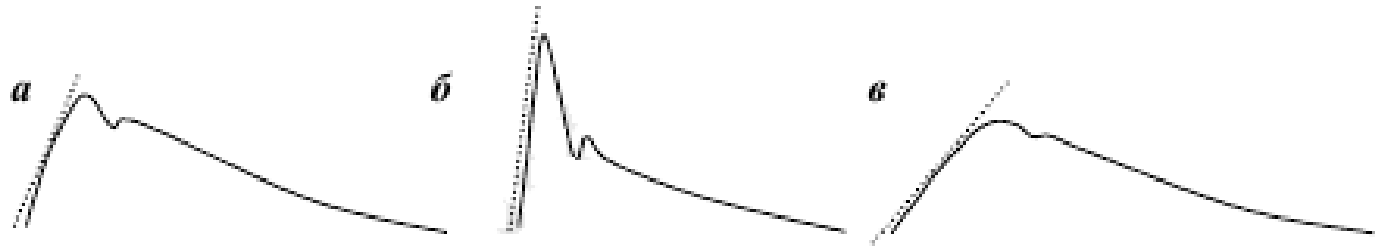
3. Наполнение (высота)

- *хорошее*
- *удовлетворительное*
- *слабое*
- *нитевидный пульс*

Характеристики пульса:

4. Скорость (быстрота, форма)

- ***нормальная***
- ***быстрая***
- ***медленная***



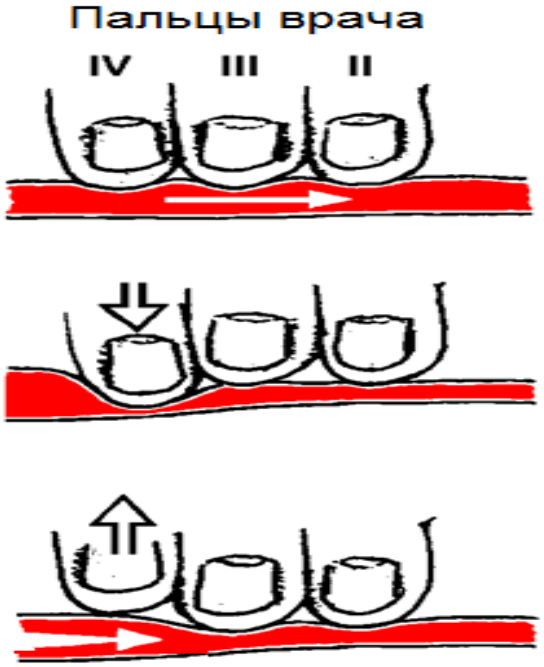
Определение скорости пульса по сфигмограмме:

а — скорость пульса в норме; б — при недостаточности аортального клапана; в — при коарктации (сужении просвета) аорты

Характеристики пульса:

5. Напряжение

- *умеренный пульс*
- *твердый*
- *мягкий*



Определение напряжения пульса