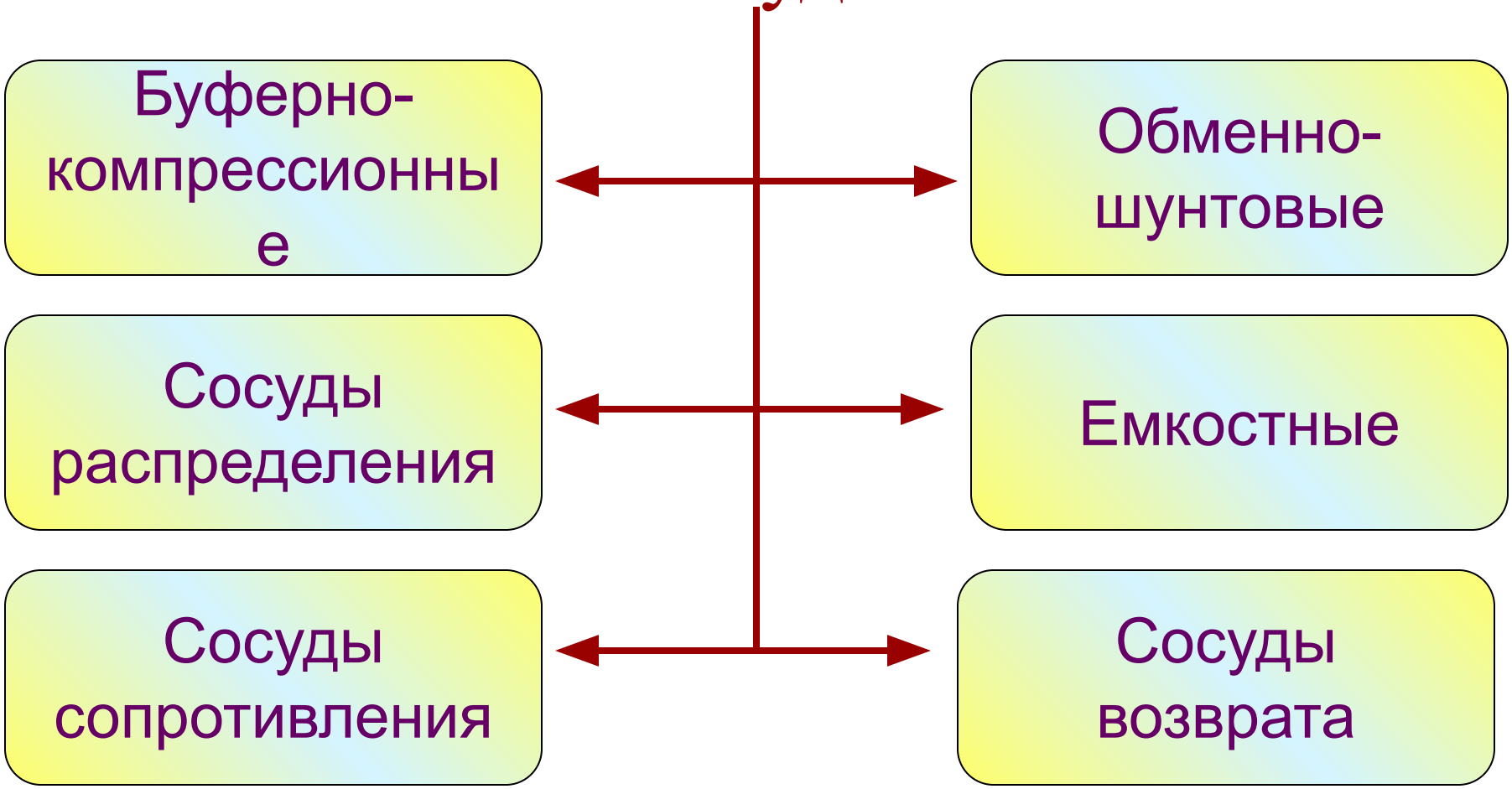
Гемодинамика

- Это раздел физиологии, изучающий закономерности движения крови в сосудах.
- Гемодинамика обеспечивается сердцем и сосудами.

Функциональная классификация сосудов



Буферно – компрессионные или амортизирующие

- К ним относятся сосуды эластического типа:
- легочная артерия, аорта и их крупные ветви.
- **Функция.**
- 1. Буферная роль:
- сглаживают перепады давления в сосудистой системе между систолой и диастолой:

2. Компрессионная роль:

- эластическая стенка сосудов растягивается в систолу, сокращается в диастолу,
- поддерживая в сосуде достаточно высокое давление без систолического выброса.

- 3)Поддерживают движущую силу кровотока в диастолу.

- 4)Амортизирующая функция:
- Эластичность стенок смягчает гидравлический удар крови во время систолы желудочков.

- 5)Изгиб аорты повышает эффективность перемешивания крови.
- Основное перемешивание, создание однородности крови происходит в сердце.

Сосуды распределения.

- Это средние и мелкие артерии мышечного типа региона и органов.
- Их функция:
- 1.Распределение потока крови по всем органам и тканям организма.

Сосуды сопротивления: пре и пост капиллярные.

- Прекапиллярные.
- Это артерии d = 100 мкм, артериолы, прекапиллярные сфинктеры, сфинктеры магистральных капилляров.

Функции сосудов сопротивления.

- 1)**Артериолы являются главными регуляторами артериального давления.**
- **Стенка сосудов имеет толстый кольцевой слой мускулатуры.**
- **При ее сокращении просвет сосуда уменьшается, возрастает сопротивление кровотоку и давление в артериях возрастает.**

4) Обменные сосуды – капилляры

- В них происходит обмен газами и веществами между кровью и тканями.

Емкостные (аккумулирующие) сосуды

- Венулы, мелкие вены, венозные сплетения.
- Венозные сосуды в норме содержат крови в 4 раза больше, чем артериальные.

- **Функции:**
- **1.Обеспечивают своевременный возврат крови к сердцу,**
- **2. Определяют величину сердечного выброса.**
- **3.Депонируют кровь**

Депонирование крови

Временное

Длительное

Временное депонирование

- происходит вследствие перераспределение
- крови между резистивными (артериальными)
- и аккумулирующими (венозными) сосудами.

Длительное депонирование

- Осуществляется в результате работы специализированных сосудов – синусоидов.
- В селезенке в этих сосудах хранится до 500 мл. эритроцитарной массы.
- Работу синусоидов можно представить в виде фаз:

Сосуды возврата крови в сердце

- Это средние, крупные и полые вены, выполняющие роль коллекторов.
- Емкость этого отдела 18% и в физиологических условиях меняется мало.

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 (А - В перегородки).
- 7.Дыхательный насос.
- Смещение диафрагмы при вдохе повышает давление в сосудах брюшной полости и снижает в грудной.
- Растет градиент давления между отделами венозной системы.

Показатели гемодинамики

Движение крови по сосудам описывается рядом собственных и интегральных показателей.

Артериальное давление.

- Интегральный показатель, зависит от:
- тонуса сосудов,
- систолического выброса,
- частоты сердечных сокращений,
- объема циркулирующей крови (ОЦК).

Различают:

- **1) Систолическое АД** – зависит от величины систолического выброса левым желудочком.
- Это давление состоит из бокового давления крови на стенку сосудов в период систолы
- и ударного или гемодинамического давления.

- Это сила гемодинамического удара,
- необходимая для преодоления препятствия
- перед движущимся в сосуде потоком крови.

2) Диастолическое давление.

- Давление крови на стенку сосуда в диастолу левого желудочка.
- Зависит от :
- а) тонуса сосудов,
- б) степени оттока крови через систему мелких артерий – артериол,
- в) ОЦК.

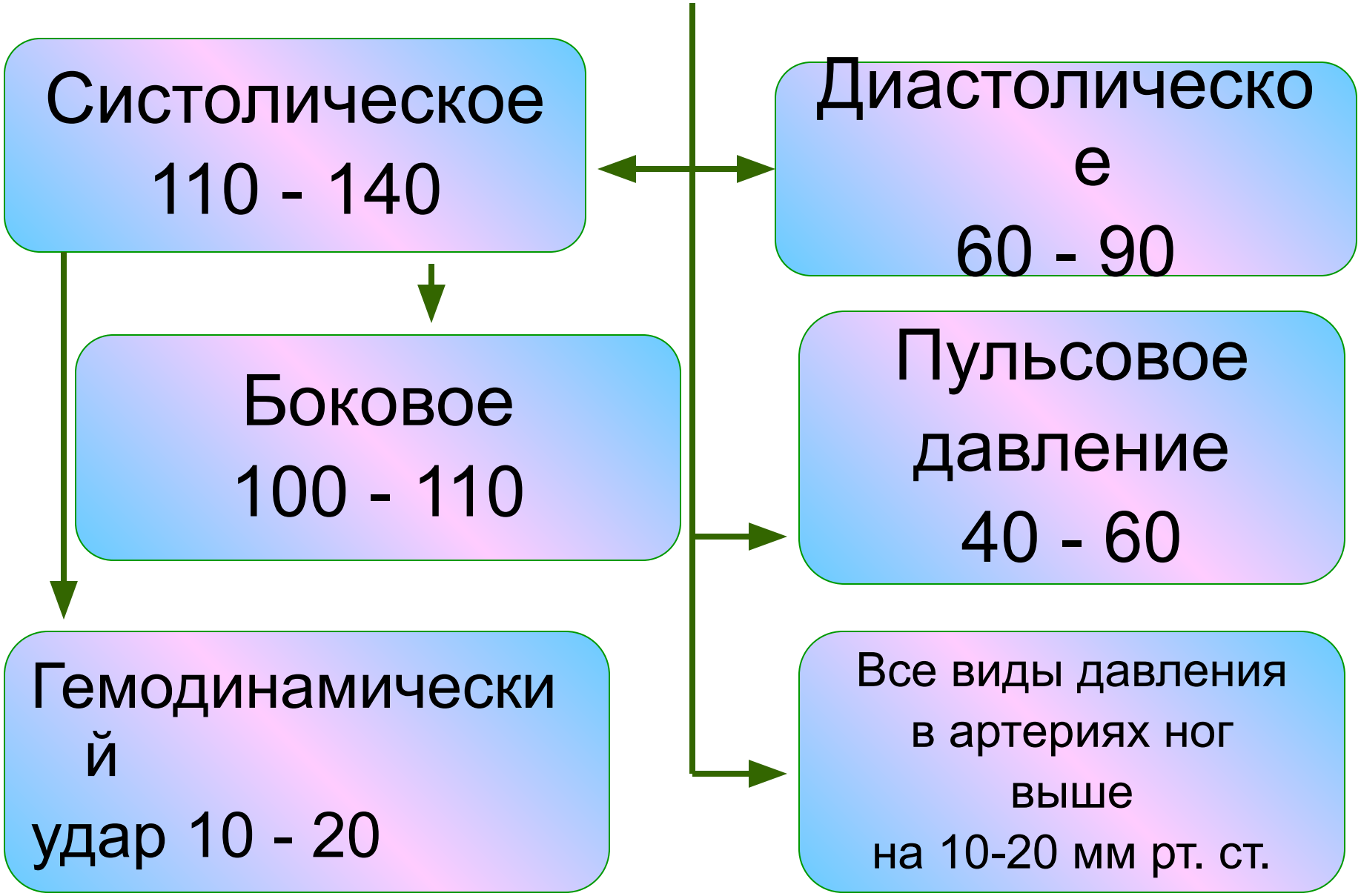
3) Пульсовое давление.

- Это разность между систолическим (Рс) и диастолическим (Рд) давлением.
- Рср. = Рс - Рд

4) Среднединамическое давление

- Средняя во время сердечного цикла величина давления.
- Находится по формуле ХИКЭМА.
- Для крупных артерий:
- Рср = Рд + (Рс – Рд)/ 2
- Для периферических артерий:
- Рср = Рд + (Рс – Рд)/ 3.

• Нормы АД в мм рт. ст.



Пограничная или опасная зона:

- СД до 159 мм рт ст.
- ДД до 91 -94 мм рт ст.

- **Повышенное:**
- СД выше 160 мм рт ст.
- ДД выше 95 мм рт ст.
- **Сниженное:**
- СД ниже 100 мм рт ст.
- ДД ниже 60 мм рт ст.

Методы определения АД

- 1) Аускультативный – метод Короткова, наиболее распространен,
- основан на выслушивании фонендоскопом звуковых явлений,
- возникающих в артерии при ее сдавлении и последующей декомпрессии.

Условия определения АД

- - одежда не должна сжимать место измерения;
- - мышцы пациента должны быть расслаблены;
- - артерия, в которой измеряется АД (рука или нога) должны находиться на уровне сердца;
- - нулевая точка манометра на уровне артерии;
- - плечо должно быть отведено от туловища;

- Манжету накладывают выше локтевого сгиба или коленной ямки не плотно, свобода облегания около 2см.
- С помощью груши накачивают воздух до прекращения пульсации лучевой артерии и добавляют еще 15 – 20мм. рт. ст.
- Фонендоскоп устанавливают в локтевую или коленную ямку. Затем медленно со скоростью 2мм. рт. ст. в секунду снижают давление в манжете.

- Когда давление в манжете станет равно или несколько ниже давления в сосуде, кровь во время систолы преодолевает сдавленный участок и прорывается за манжету, это порождает звук.
- Давление воздуха, при котором появляются первые звуки (сосудистые тоны) соответствует СД.
- Это первая фаза звуков.

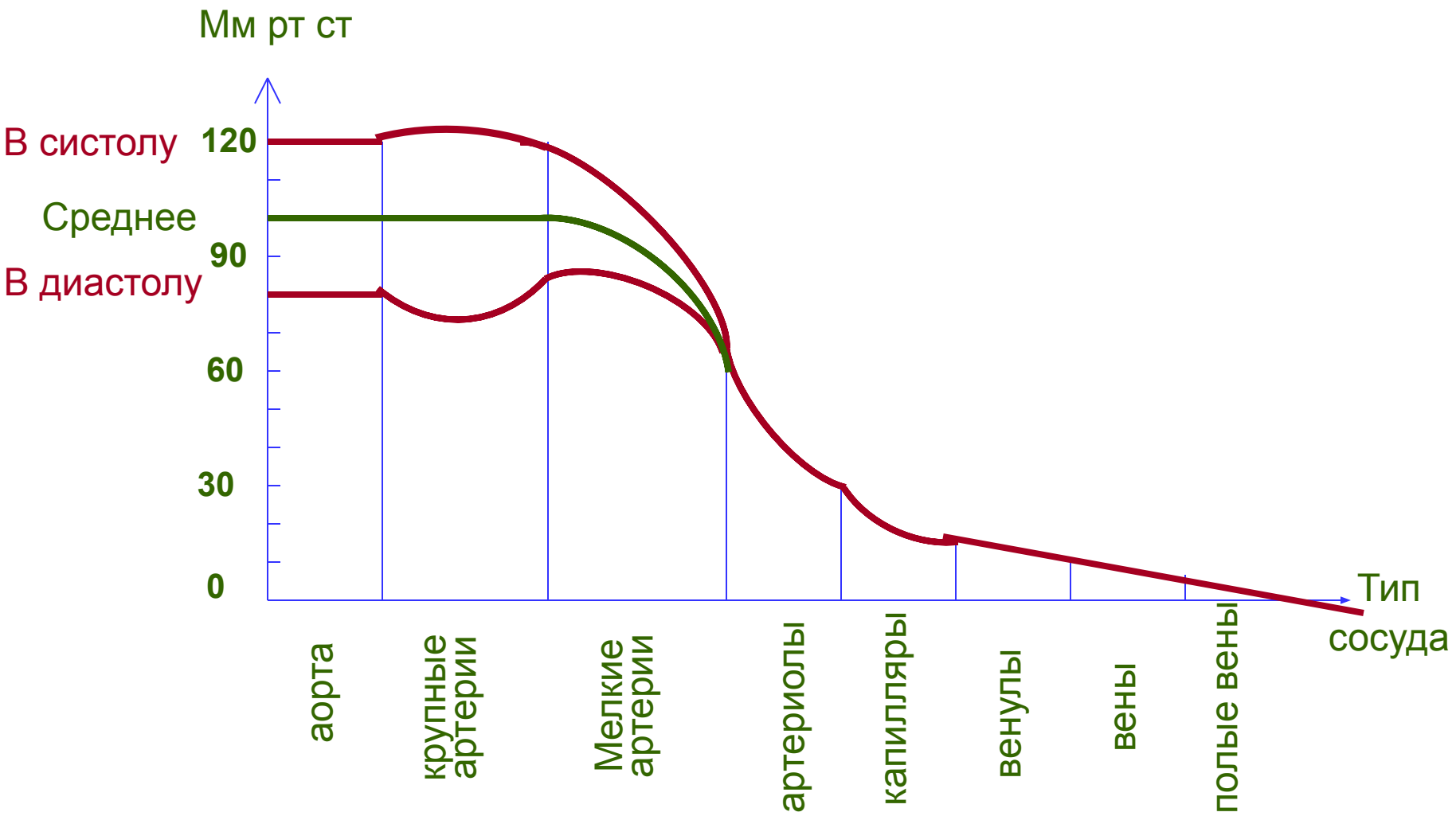
- При дальнейшем снижении давления начинают выслушиваться систолические колебания, прессионные шумы – вторая фаза звуков.
- Затем звуки сменяются громкими тонами – третья фаза.

- Далее звуки ослабевают, становятся неясными – четвертая фаза, и, наконец, исчезают – пятая фаза.
- Этот момент соответствует ДД, т. е. сосуд становится проходимым и в систолу и в диастолу.

Второй метод пальпаторный

- Основан на регистрации пульса ниже манжеты. После пережатия сосуда воздухом проводят декомпрессию, отмечая при этом давление на манометре, при котором появляется первая пульсовая волна.
- Это давление воздуха в манжете будет соответствовать СД.
- ДД эти методом не определяют.

Изменение давления в различных частях сосудистой системы



II. Артериальный пульс

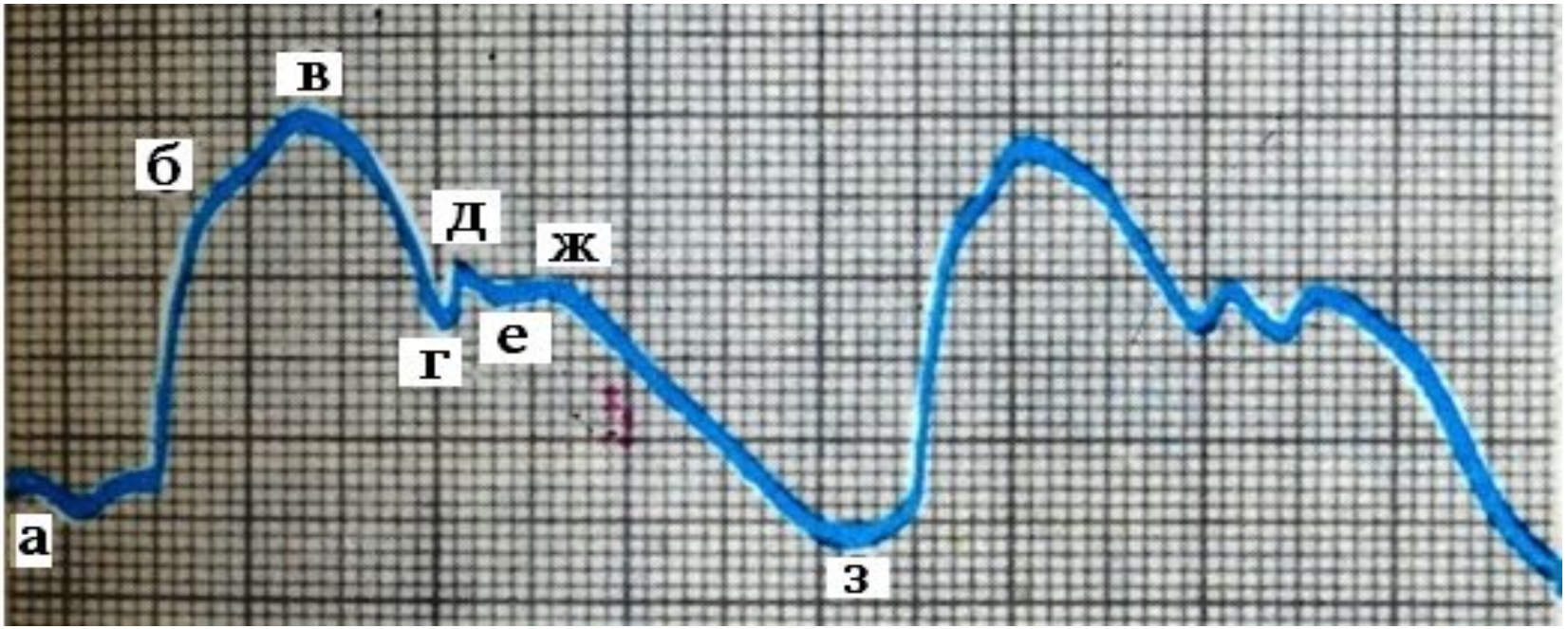
- – это ритмические колебания стенки артерий, обусловленные повышением давления в систолу.
- Пульсовая волна распространяется по стенке сосуда.

- Скорость распространения зависит от эластичности стенки сосудов:
- в аорте составляет 5, 5 – 8 м/с ,
- в периферических артериях 6 – 9, 5 м/с
- С возрастом увеличивается.

Сфигмография

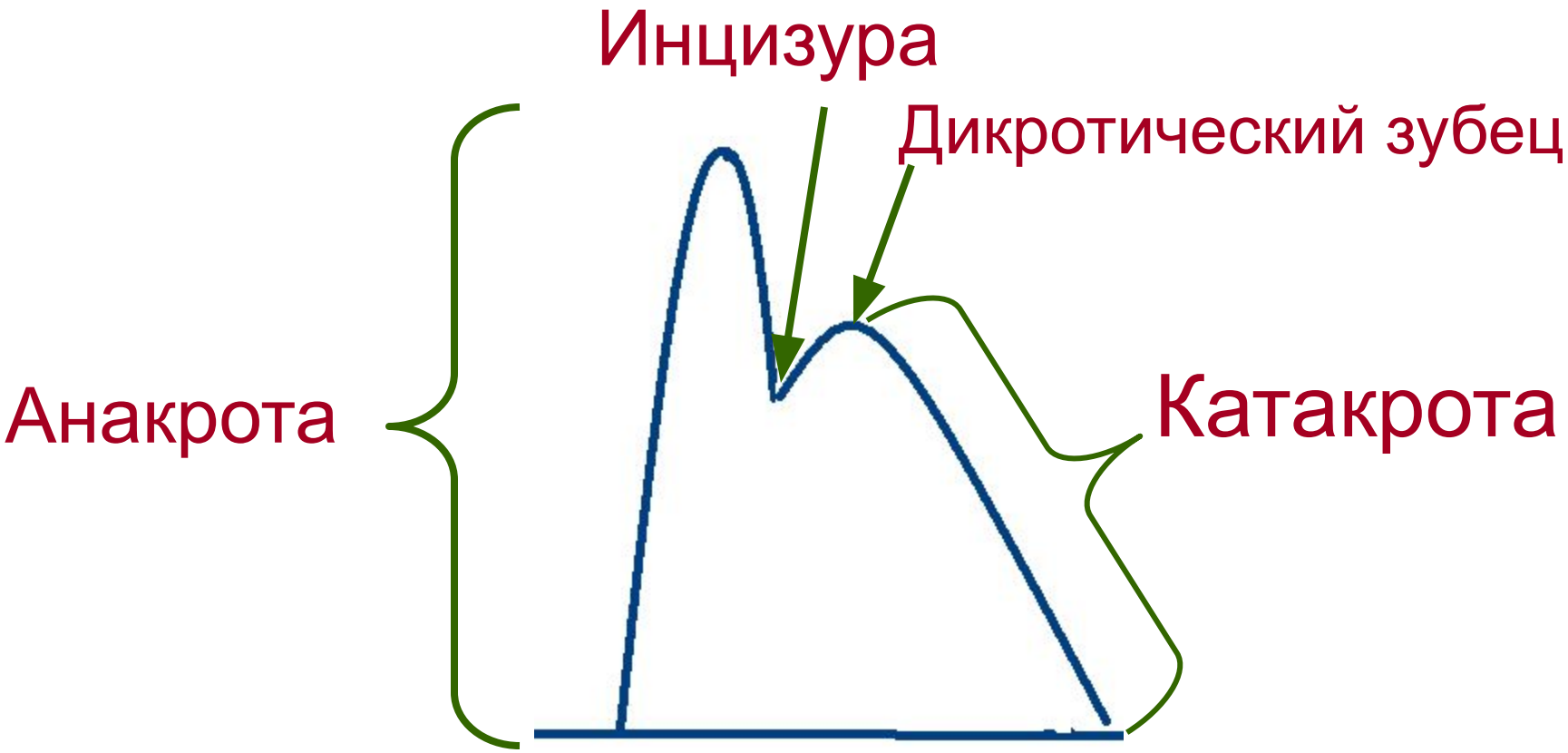
- Регистрация артериального пульса.
- К точке наилучшей пульсации сонной артерии прикладывают пульсовой датчик.
- Его фиксируют лентой плотно, но не стягивая артерию,.
- Можно регистрировать сфигмограмму лучевой бедренной артерий.

• Элементы сфигмограммы



- А-В – анакрота
- Г – инцизура
- Д – дикротический зубец
- Е-З - катакрота

Сфигмограмма



Характеристика пульса.

- 1.Частота.
- 2.Ритмичность.
- 3.Амплитуда - наполнение.
- 4.Напряженность.
- 5.Быстрота – скорость нарастания и спада пульсовой волны.

Методы регистрации артериального пульса

- Впервые артериальный пульс графически был зарегистрирован Виерордтом в 1855 г., более точные записи пульса произведены Франком в 1905 г.
- Кривые пульса, зарегистрированные с сосудов, близко расположенных к сердцу (дуга аорты, сонная и подключичная артерии), называются сфигмограммами центрального пульса.

- Кривые, зарегистрированные с периферических артерий (лучевая, бедренная и артерия голени) называются сфигмограммами периферического пульса.
- Форма тех и других сфигмограмм несколько различна.

- Различают прямую и объемную сфигмографию.
- При прямой сфигмографии с помощью пульсоприемника, расположенного на стенке сосуда, регистрируют колебания самой стенки артерии;

- При объемной сфигмографии с помощью манжеты, наложенной, например, на область плеча или другой участок тела,
- регистрируют изменения объема этого участка тела, вызванные прохождением пульсовой волны по его артериям.
- Обе эти кривые совпадают по времени, но отличаются по форме.

Запись артериального пульса (сфигмография)

- Используют сфигмограф, состоящий из пульсового датчика, усилителя и регистрирующего устройства.
- В последние годы для регистрации сфигмограммы используют пьезоэлектрические датчики, что позволяет не только достаточно точно воспроизвести кривую пульса, но и измерить скорость распространения пульсовой волны.

- Пациент лежит на спине, голова со слегка приподнятым подбородком, мышцы расслаблены, шея должна быть на одном уровне с туловищем.

- Обычно одновременно накладывают 2 и более пьезодатчиков.
- Датчики накладывают над областью сонной, бедренной и лучевой артерий.
- Исследование направлено на определение скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического и мышечного типов

Объемная скорость кровотока.

- Это объем крови, протекающий через поперечное сечение сосудов данного типа в единицу времени.
- Обозначается Q.
- $Q = (P_1 - P_2) / R$.

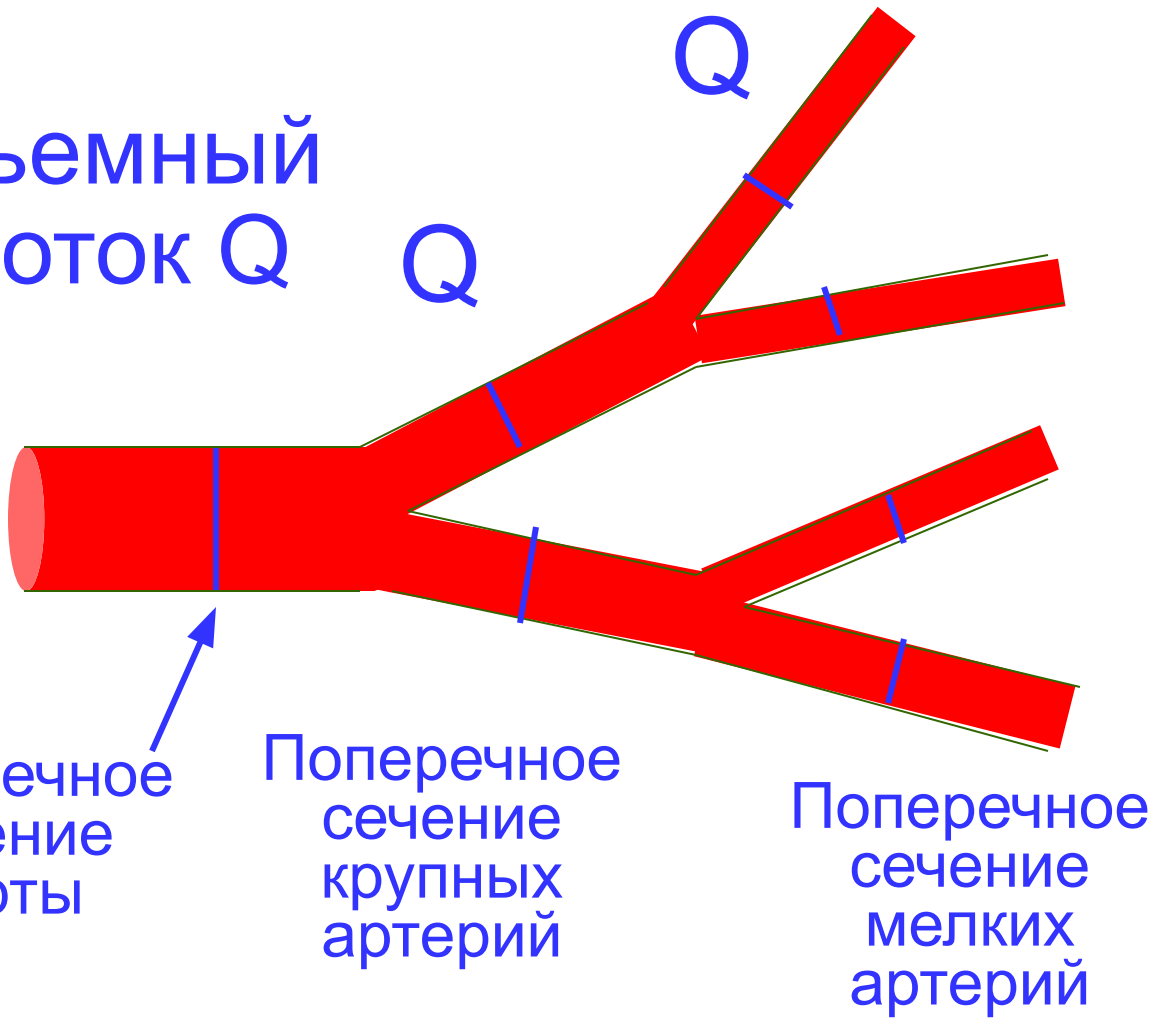
- P_1 и P_2 – давление в начале и конце сосуда.
- R – сопротивление току крови, общее периферическое сопротивление.
- Это суммарное сопротивление всех параллельных сосудистых сетей большого круга кровообращения.

- Согласно законам гидродинамики сопротивление току крови зависит от длины и радиуса сосуда, от вязкости крови.
- Эти взаимоотношения описываются формулой Пуазейля:
- $R = \frac{8 \cdot l \cdot ή}{\pi \cdot r^4}$

- l – Длина сосуда.
- r - Радиус сосуда.
- ή– вязкость крови.
- π – отношение окружности к диаметру
- Применительно к ССС наиболее изменчивые величины r и ή.
- Вязкость связана с наличием веществ в крови, характером кровотока – турбулентного или ламинарного

Величина объемного кровотока не меняется

- Объемный кровоток Q

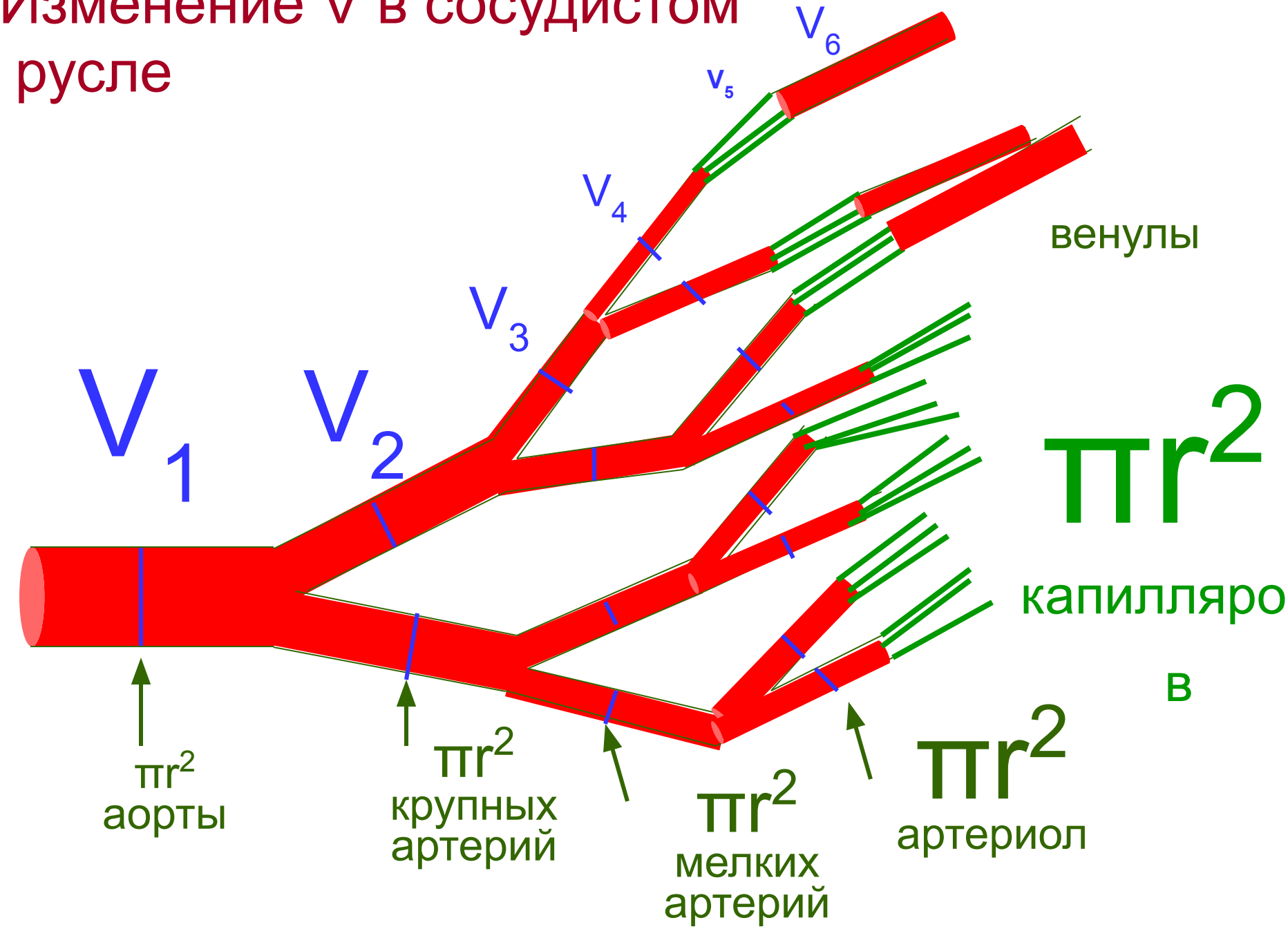


Линейная скорость кровотока (V)

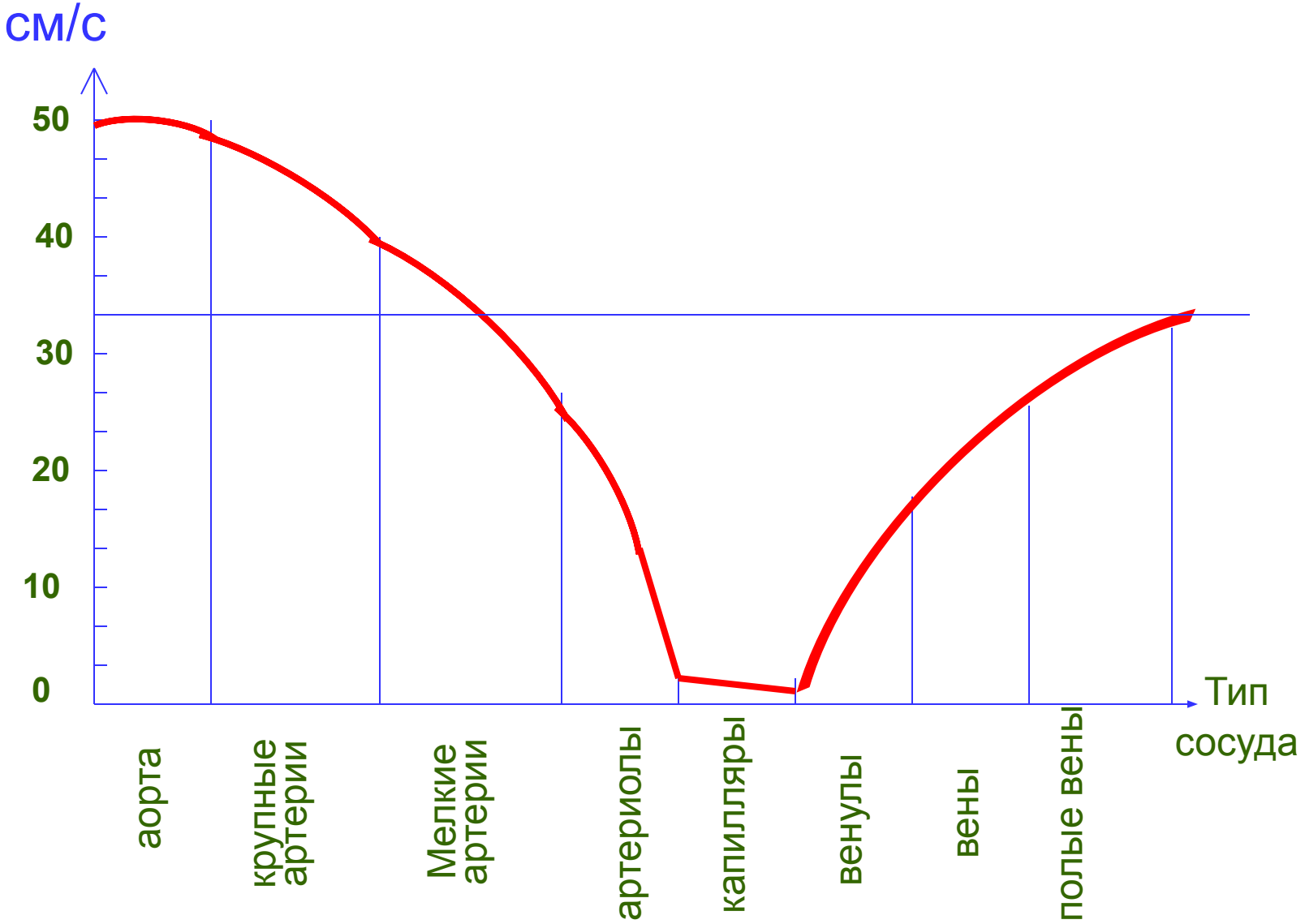
- Это путь, проходимый частицей крови в единицу времени.
- В гидродинамике $V = Q / \pi \cdot r^2$
- Q – объемная скорость кровотока
- $\pi \cdot r^2$ – площадь суммарного поперечного сечения сосудов одного типа

- Q не меняется в сосудистой системе .
- $\pi \cdot r^2$ увеличивается от аорты до МЦР, после МЦР снижается.
- Следовательно, V зависит от ширины сосудистого русла: снижается от аорты к МЦР и повышается после МЦР.

Изменение V в сосудистом русле



Изменение линейной скорости кровотока в различных частях сосудистой системы



Определение линейной скорости кровотока

- В практической медицине измеряют время полного кругооборота крови.
- При ЧСС = 75 в минуту время кругооборота составляет 23 секунды или 27 систол.
- Для определения времени кругооборота крови вещество с известным действием вводят в вену.

- В практической медицине определяют время,
- за которое известное вещество с известным действием, введенное в локтевую вену
- достигает определенного места и вызовет характерную реакцию.

- Исследование проводят в положении больного лежа на спине.
- На плечо накладывают жгут и пунктируют локтевую вену толстой иглой.
- При появлении капли крови из иглы к ней присоединяют шприц, с каким – либо веществом.
- Жгут снимают и в шприц вытягивают немного крови, чтобы удостовериться, что игла в вене.

- После этого в течение 1 секунды вводят вещество, включить секундомер.
- При появлении характерной реакции на введенное вещество секундомер останавливают.
- Время от момента введения вещества до появления ответной реакции является показателем линейной скорости кровотока.

Вещества:

- - магнезия – регистрируемая реакция:
- жар во рту.
- Время в норме на участке
  рука – рот составляет 10 – 15 секунд;
- рука – рука – 20 – 30 секунд;
- рука – нога - 25 – 35 секунд.

Лобелин

- Стимулирует центр вдоха.
- Поэтому регистрируемая реакция – появление глубокого вдоха (иногда может появиться кашель).
- При записи спирограммы регистрируют появление высокой амплитуды вдоха. Время в норме = 10 – 17 секунд.

Радиоизотопы

- В локтевую вену вводят изотоп Na и записывают радиокардиограмму.
- При поступлении изотопа в правую половину сердца на РКГ появится первая волна.

- При прохождении крови с изотопом через малый круг кровообращения изотоп поступает в левую половину сердца и на РКГ появляется вторая волна.
- 1 волна время в норме = 3 – 5 секунд;
- 2 волна, после введения, время = 4 – 7 секунд после 1 волны.