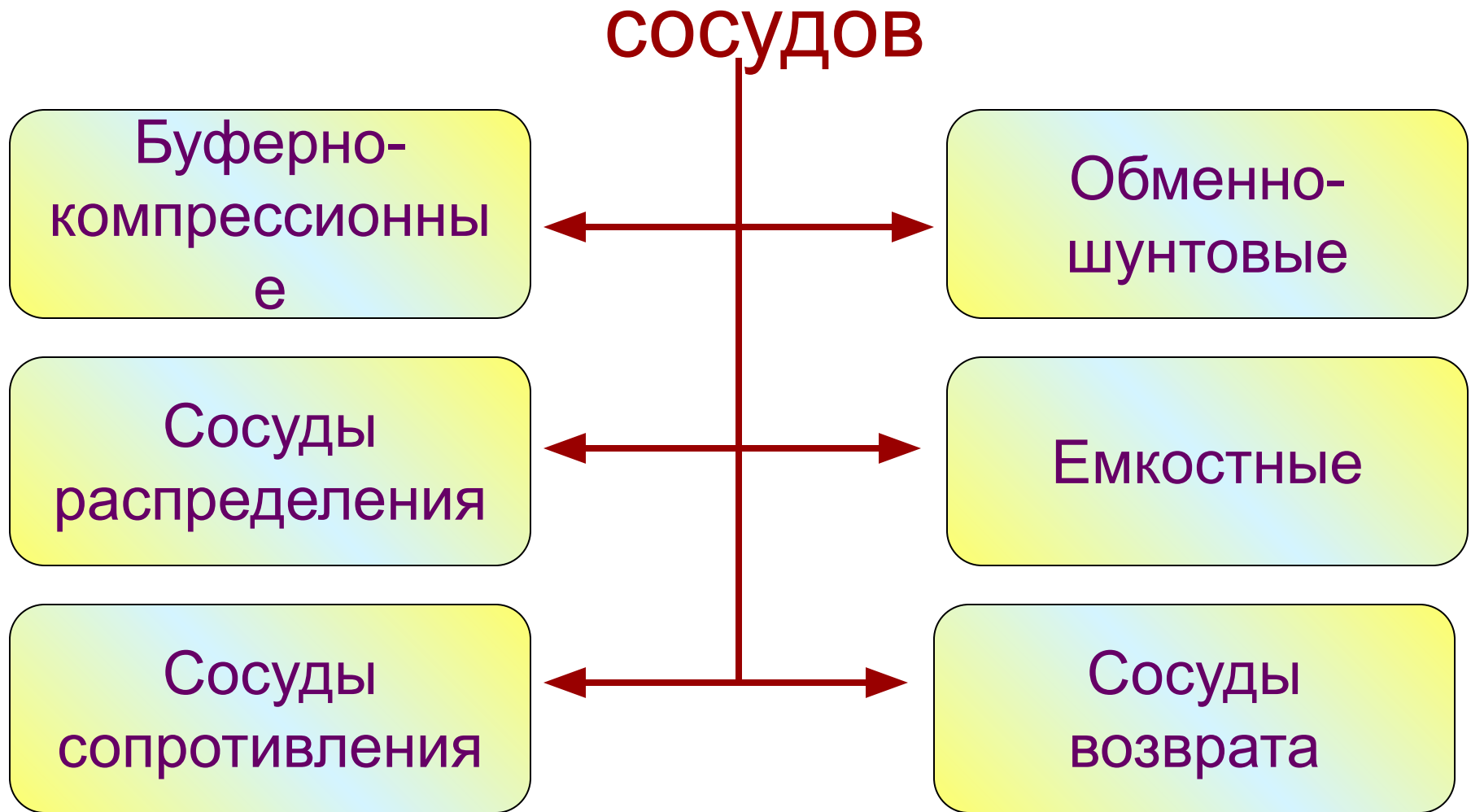


Гемодинамика

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

Функциональная классификация



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.
- **Функция:**
- 1. Распределение потока крови по всем органам и тканям организма.

2.Регуляция пропускной способности органов.

- Путем изменения просвета внеорганных артерий нервным и гуморальным путем.

Нервная регуляция просвета сосудов.

- Снижение активности СНС увеличивает просвет сосудов и повышает кровоток в органе.

Гуморальная регуляция.

- Связана с тем, что увеличение потребности ткани в O_2 вызывает повышение скорости кровотока.
- Это вызывает деформацию апикальной мембраны эндотелиоцитов.

- Они выделяют оксид азота NO,
- который расслабляет стенку сосуда.
- NO – эндотелиальный релаксирующий фактор.

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 ↓, сопротивление кровотоку и давление в артериях ↑.

- 2) Артериолы, прекапиллярные сфинктеры определяют величину кровотока в регионе.

- 3) Сосуды сопротивления распределяют кровотоки между обменной и шунтовой цепями, определяют количество работающих капилляров.

- Так, включение в работу одной артериолы обеспечивает кровоток в 100 новых капиллярах.

**Функции
посткапиллярных сосудов
сопротивления.**

- Просвет посткапиллярных венул регулирует:
- а) внутрикапиллярное давление, что влияет на диффузию веществ;
- б) линейную скорость кровотока в капиллярах.

4) Обменные сосуды – капилляры

- Гистологически различают 3 типа капилляров:
- 1) **Сплошные** (соматические, в мышцах, коже, легких, ЦНС).
- 2) **Окончатые** (висцеральные) капилляры
- 3) **Несплошные** (синусоидные капилляры).

- Частично транспорт веществ происходит также через стенку артериол и венул.
- Например.
- O_2 диффундируют через стенку артериол.
- Это важно для нейронов мозга.

- Через межклеточные поры венул из крови диффундируют
- белковые молекулы, которые
- затем попадают в лимфу.

Шунтовые сосуды (артерио – венулярные анастомозы).

- По ним кровь из артериальной системы сбрасывается в венозную, минуя капилляры.
- Истинные шунты имеются в коже.

- В других тканях функцию шунтов при необходимости выполняют магистральные капилляры.
- Это функциональное шунтирование.
- При увеличении скорости кровотока транскапиллярного перехода веществ не происходит.

Емкостные (аккумулирующие) сосуды

- Это венулы, мелкие вены, венозные сплетения и специализированные образования – синусоиды селезенки.

- 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**

Изменение просвета венозных сосудов обусловлены:

- 1) **нейрогенными факторами:**
- **повышение активности СНС
уменьшает просвет
аккумулирующих сосудов и
увеличивает венозный возврат.**

2) работой скелетных мышц:

- отсутствие их ритмических сокращений увеличивает объем крови в венах и снижает венозный возврат.

Депонирование крови



Временное



Длительное

Временное депонирование

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

Причины перераспределения крови.

- 1) Расширение вен по различным причинам.
- 2) Переход из горизонтального в вертикальное положение.
- 3) Снижение линейной скорости кровотока в некоторых органах.

- В результате в сосудах этих органов содержится большее количество крови:
- в легких – 0,2 – 0,5 л.,
- в печени – до 1 литра.

Длительное депонирование

- Осуществляется в результате работы специализированных сосудов – синусоидов.
- В селезенке в этих сосудах хранится до 500 мл. эритроцитарной массы.

Фазы работы синусоидов :

- **I фаза** Заполнение и фильтрация путем закрытия сфинктера венозного конца.

II фаза – хранение

III фаза - Опорожнение

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. Работа дыхательного насоса.
- Опускание диафрагмы при вдохе повышает давление в сосудах брюшной полости и снижает в грудной.

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 –**
давление крови в артериях
во время систолы.
- **Зависит от величины**
систолического выброса
левым желудочком, тонуса
сосудов и ОЦК.

- Систолическое давление состоит из бокового давления крови на стенку сосудов
- и ударного или гемодинамического давления.

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.

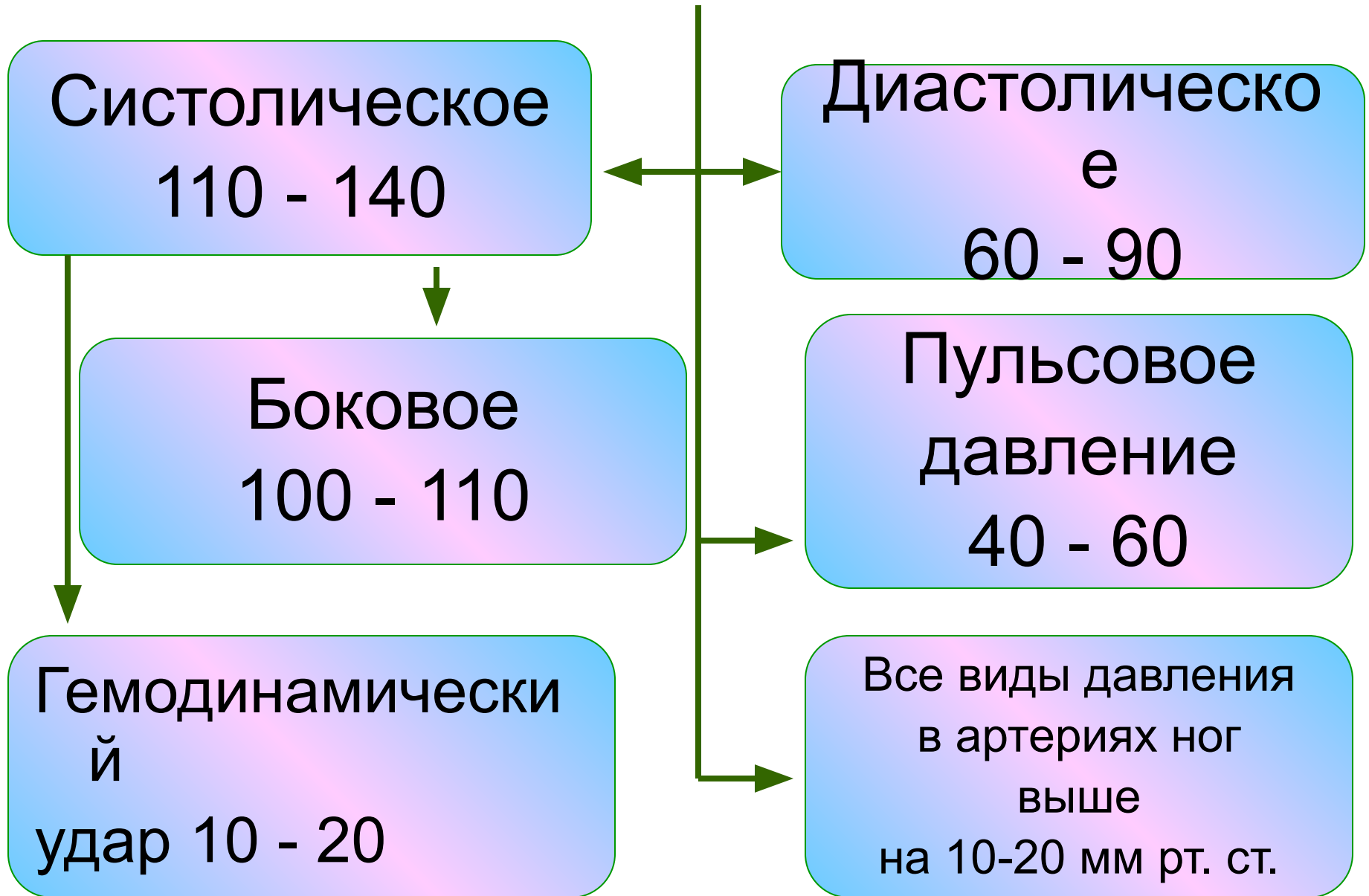
3) Пульсовое давление.

- Это разность между систолическим и диастолическим давлением.

4) Среднединамическое давление

- Средняя во время сердечного цикла величина давления.
- Находится по формуле ХИКЭМА.
- Для крупных артерий:
- $P_{ср} = P_{д} + (P_{с} - P_{д}) / 2$
- Для периферических артерий:
- $P_{ср} = P_{д} + (P_{с} - P_{д}) / 3.$

- Нормы АД в мм рт. ст.

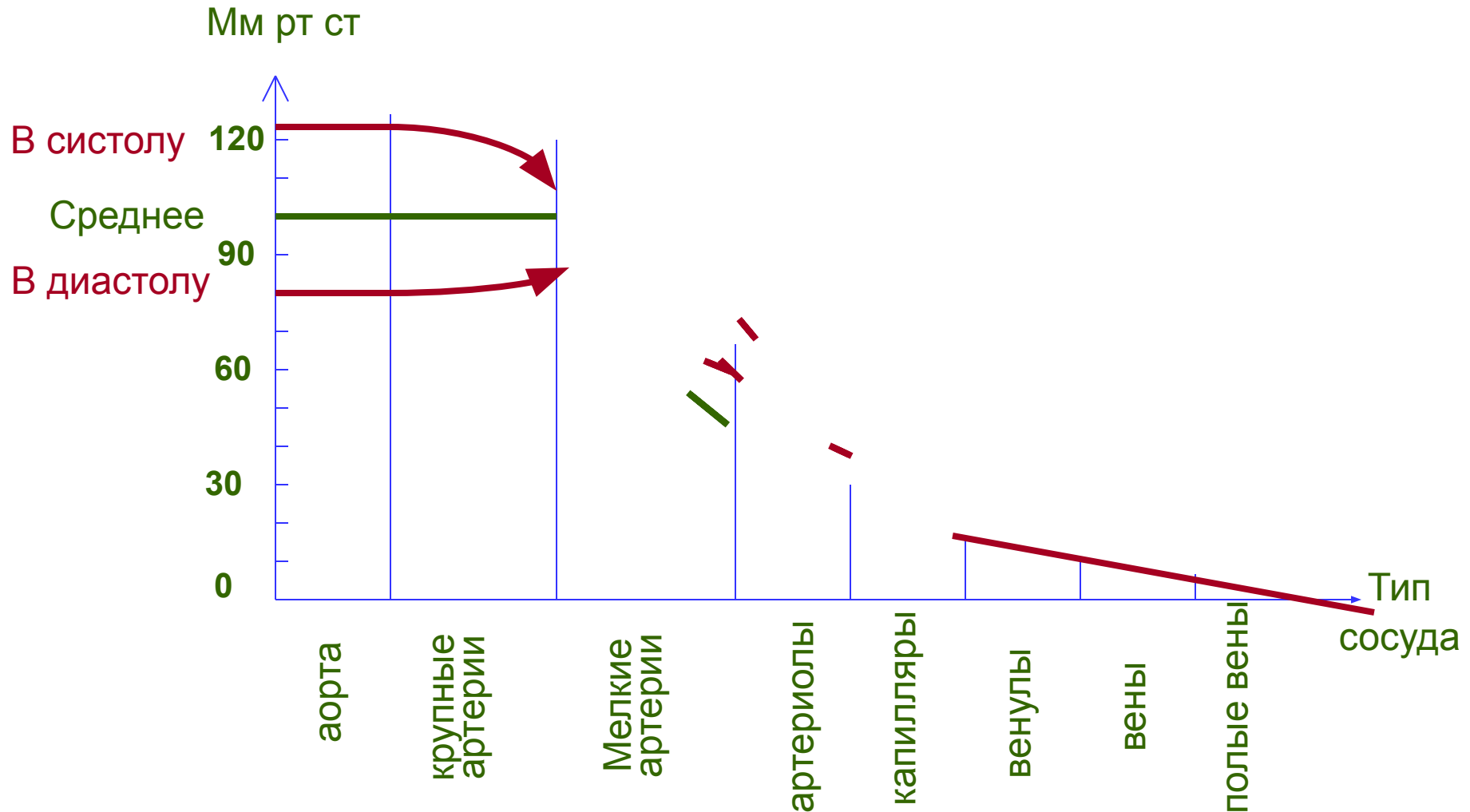


Методы определения АД

- **1. Непрямой (Рива – Роччи, Короткова) Смотри практикум с. 57.**
- **2. Прямой метод – кровавый.**
- **В артерию помещают канюлю, соединенную с датчиком давления.**

- Метод используют в эксперименте и в клинической практике
- при необходимости мониторинга АД.
- Частота измерения при этом до 500 раз в сутки.

Изменение давления в различных частях сосудистой системы



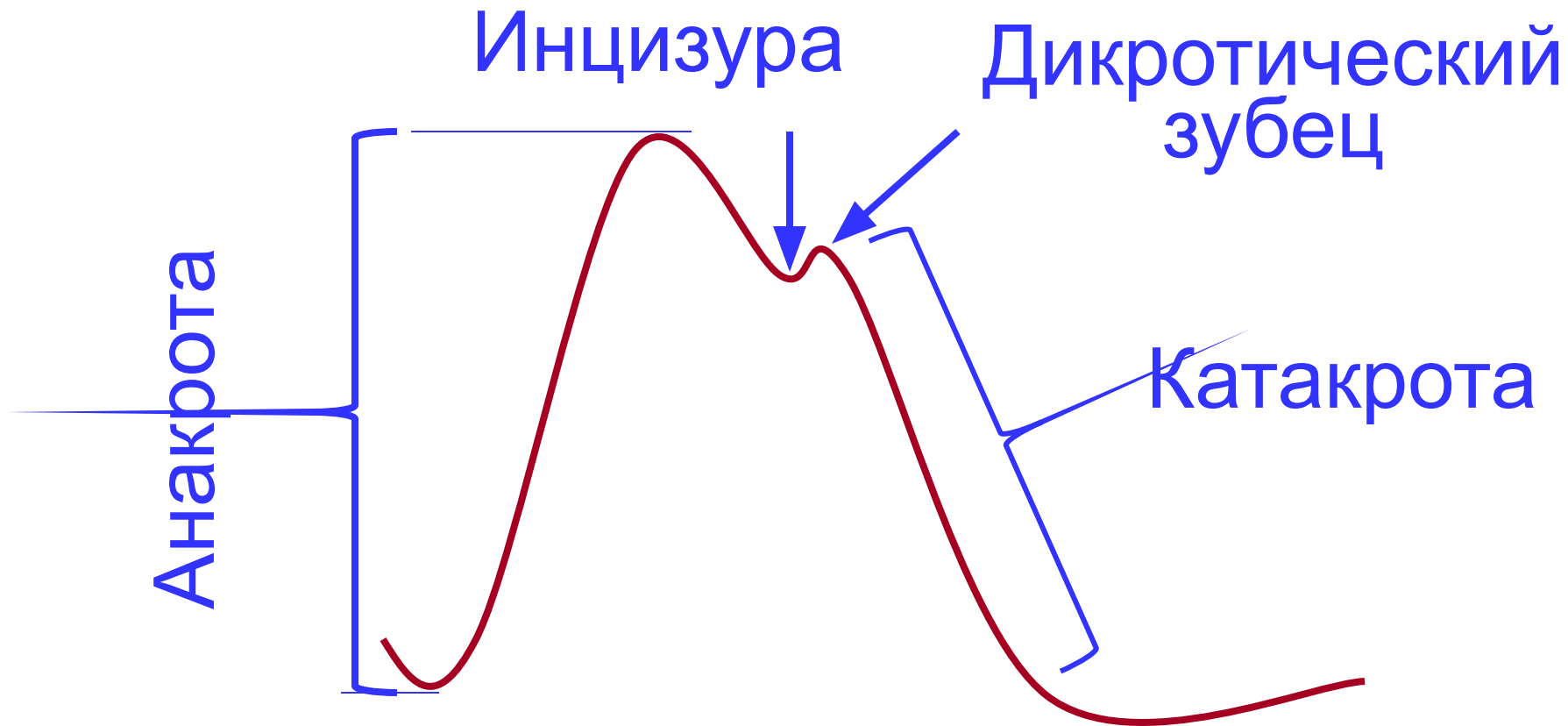
II. Артериальный пульс

- – это ритмические колебания стенки артерий, обусловленные повышением давления в систолу.
- Пульсовая волна появляется в аорте и 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.
- Можно регистрировать сфигмограмму сонной, лучевой, бедренной артерий.



Сфигмограмма

Характеристика пульса.

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

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:
- $$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{\pi \cdot r^4}$$

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

- Q через аорту, все артерии, артериолы, капилляры или через всю венозную систему как большого, так и малого круга **одинаков.**

Методы определения Q.

1)Окклюзионная плетизмография

- Это регистрация увеличения объема сегмента конечности
- (или органа у животного)
- в ответ на прекращение венозного оттока
- при сохранении артериального притока крови.

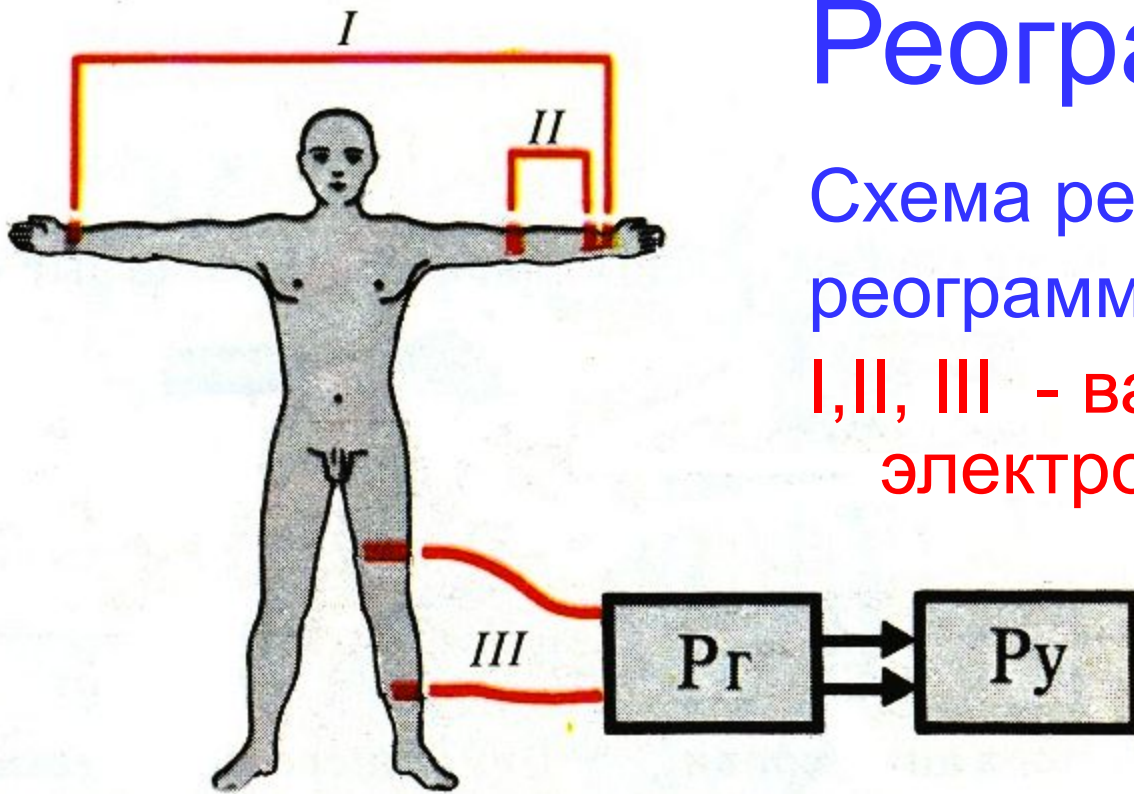
- Изменение объема органа регистрируется путем помещения его в сосуд с водой или воздушные герметичные камеры.

- 2) Реография
- 3) Индикаторные методы
- (см. гемодинамическая функция сердца)

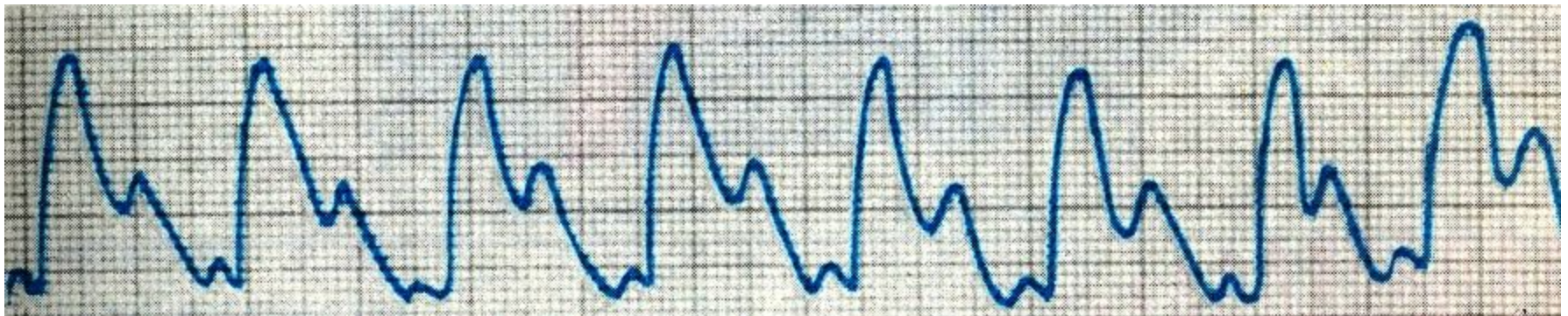
Реография

Схема регистрации реограммы.

I, II, III - варианты наложения электродов



Реограмма верхней конечности

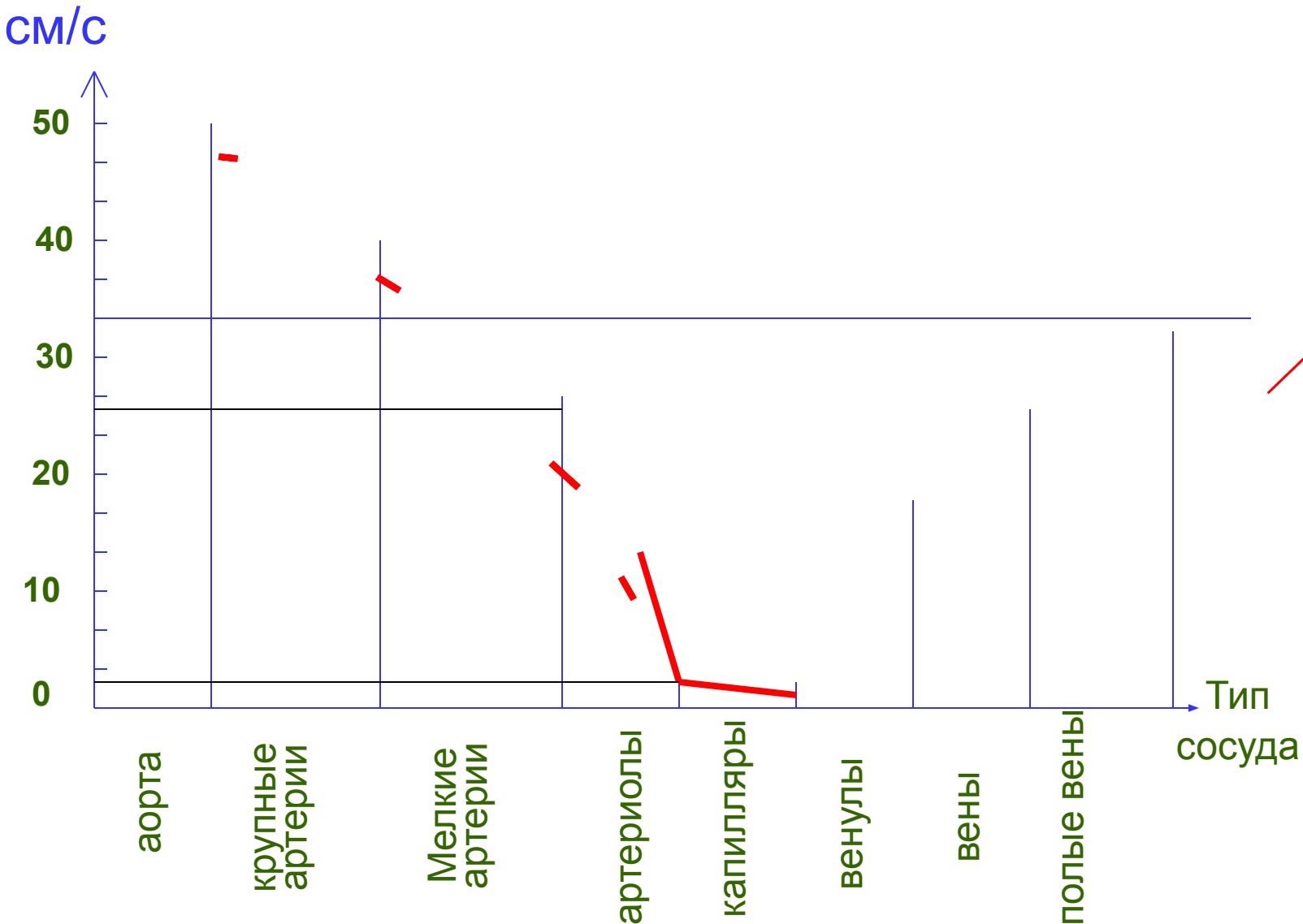


Линейная скорость кровотока (V)

- 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 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.
- Регистрируют время от введения до появления характерного эффекта.

Изменение V в сосудистом русле

