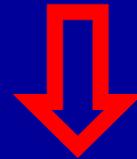


**Шок: патогенез,  
классификация, клиника,  
лечение**

# Шок:

**универсальная патофизиологическая реакция, возникающая в тот момент, когда система кровообращения не может поддержать адекватную перфузию тканей.**



**потребление кислорода клетками неадекватно их потребностям для обеспечения процессов аэробного метаболизма**

# Доставка кислорода ( $DO_2$ )

- Пропорциональна
  - сердечному выбросу (**СВ**)
  - количеству кислорода в крови (**СаО<sub>2</sub>**)
- **$DO_2 = СВ \times СаО_2$**



**Показатель  
перфузии тканей**

**Критическое снижение  
доставки кислорода тканям -  
ШОК**

~~Шок = снижение АД~~

Шок = снижение  
перфузии тканей



**A. Jarisch**  
**1891-1965**

*«...Большинству  
органов требуется не  
давление, а объем  
кровотока»*

*A. Jarisch, 1928*

# Потребление (экстракция) $O_2$ тканями ( $VO_2$ )

- Пропорциональна
  - сердечному выбросу
  - Артерио-венозной разницы по кислороду ( $CaO_2 - CvO_2$ )
- $VO_2 = CB \times (CaO_2 - CvO_2)$

# Коэффициент экстракции кислорода

- $O_2Ex = (CaO_2 - CvO_2) / CaO_2$
- Нормальное значение – 0,2-0,3 (20-30%)

- $VO_2 = CB \times (CaO_2 - CvO_2) =$

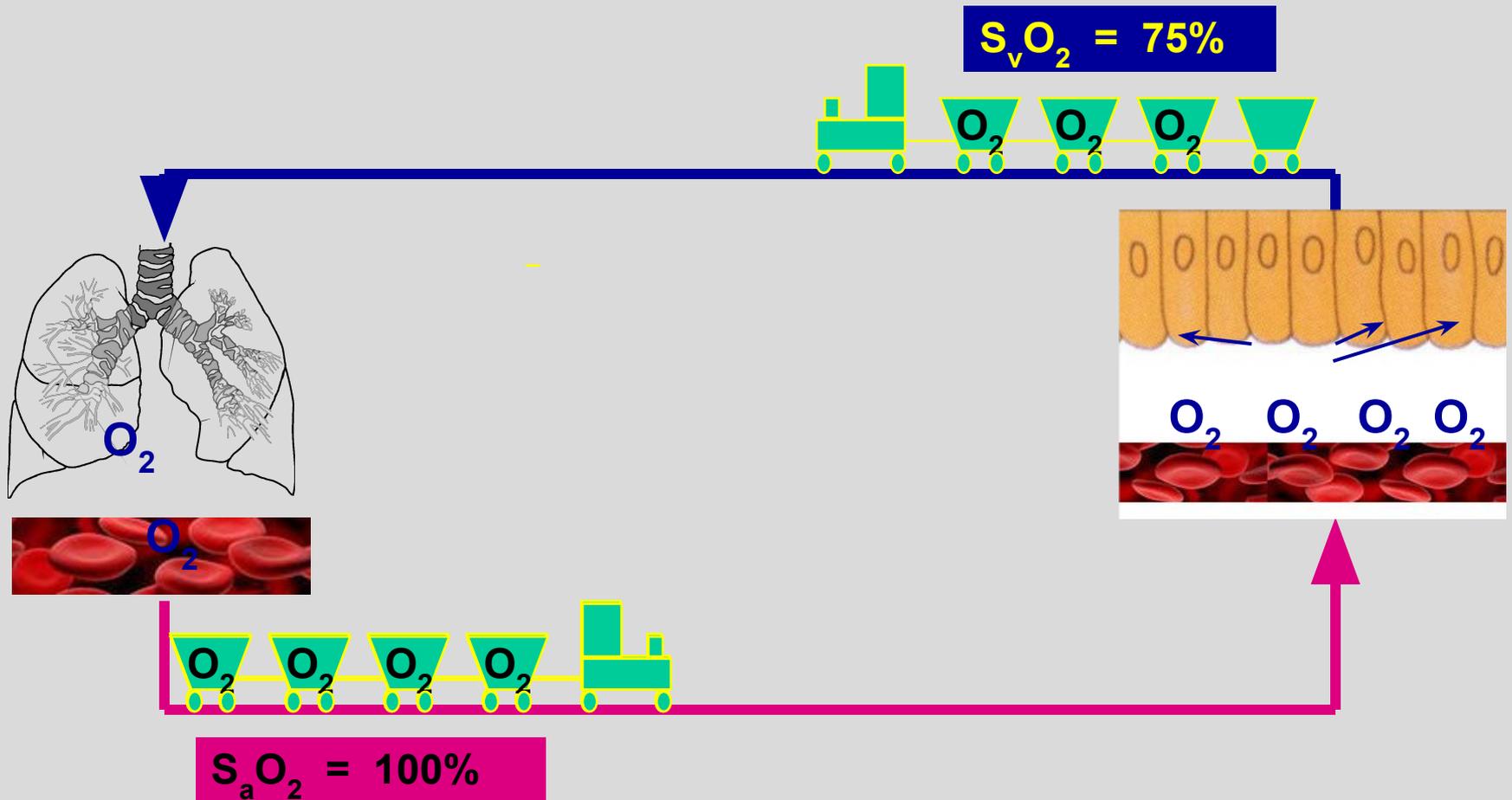
$$CB \times CaO_2 \times (CaO_2 - CvO_2) / CaO_2$$

$DO_2$   
(Доставка  $O_2$ )

$O_2Ex$   
(коэффициент экстракции)

$$VO_2 = DO_2 \times O_2Ex$$

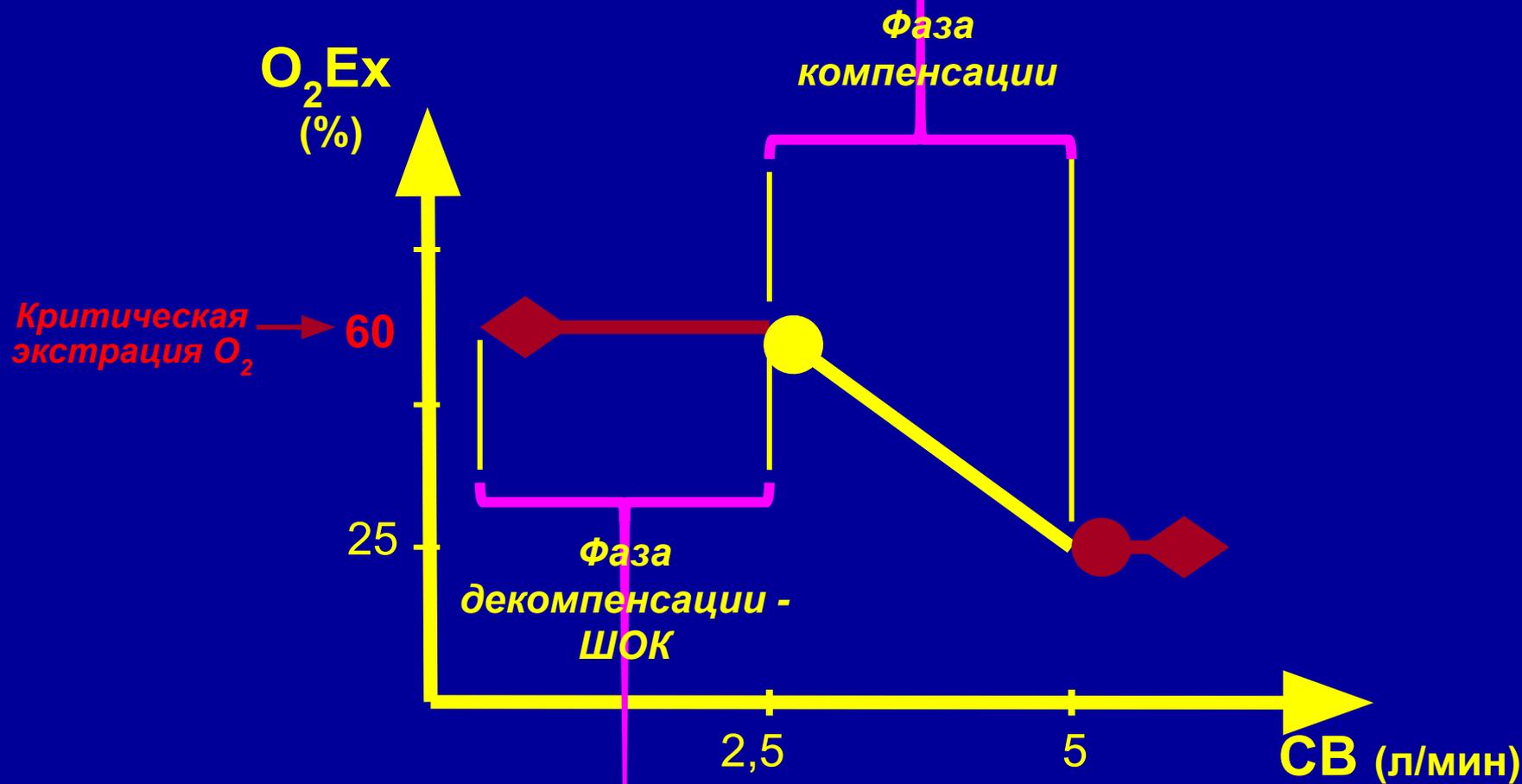
# Доставка и потребление кислорода в норме



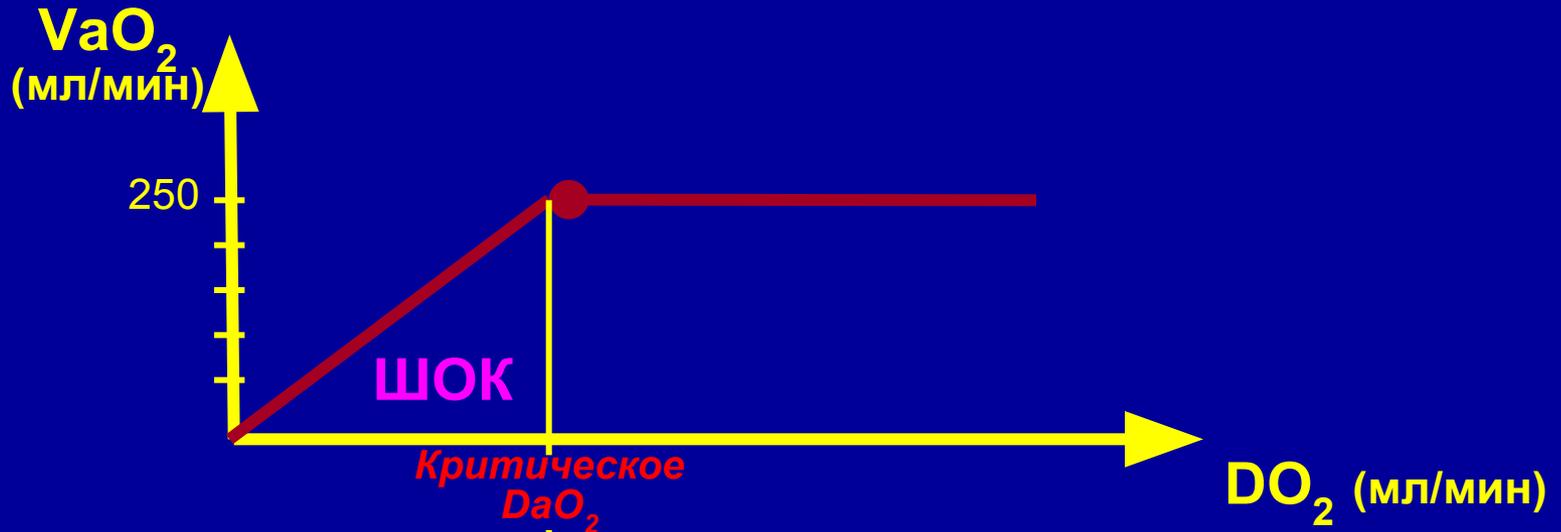
# Доставка и потребление кислорода при снижении СВ



# Увеличение экстракции кислорода при изменении сердечного выброса



# Зависимость потребления кислорода тканями от его доставки



# Патогенез шока – компенсаторная фаза

Снижение перфузии тканей

Повышение  
экстракции  
кислорода из крови

Активация нейро-  
эндокринных  
систем

РААС

вазопрессин

САС

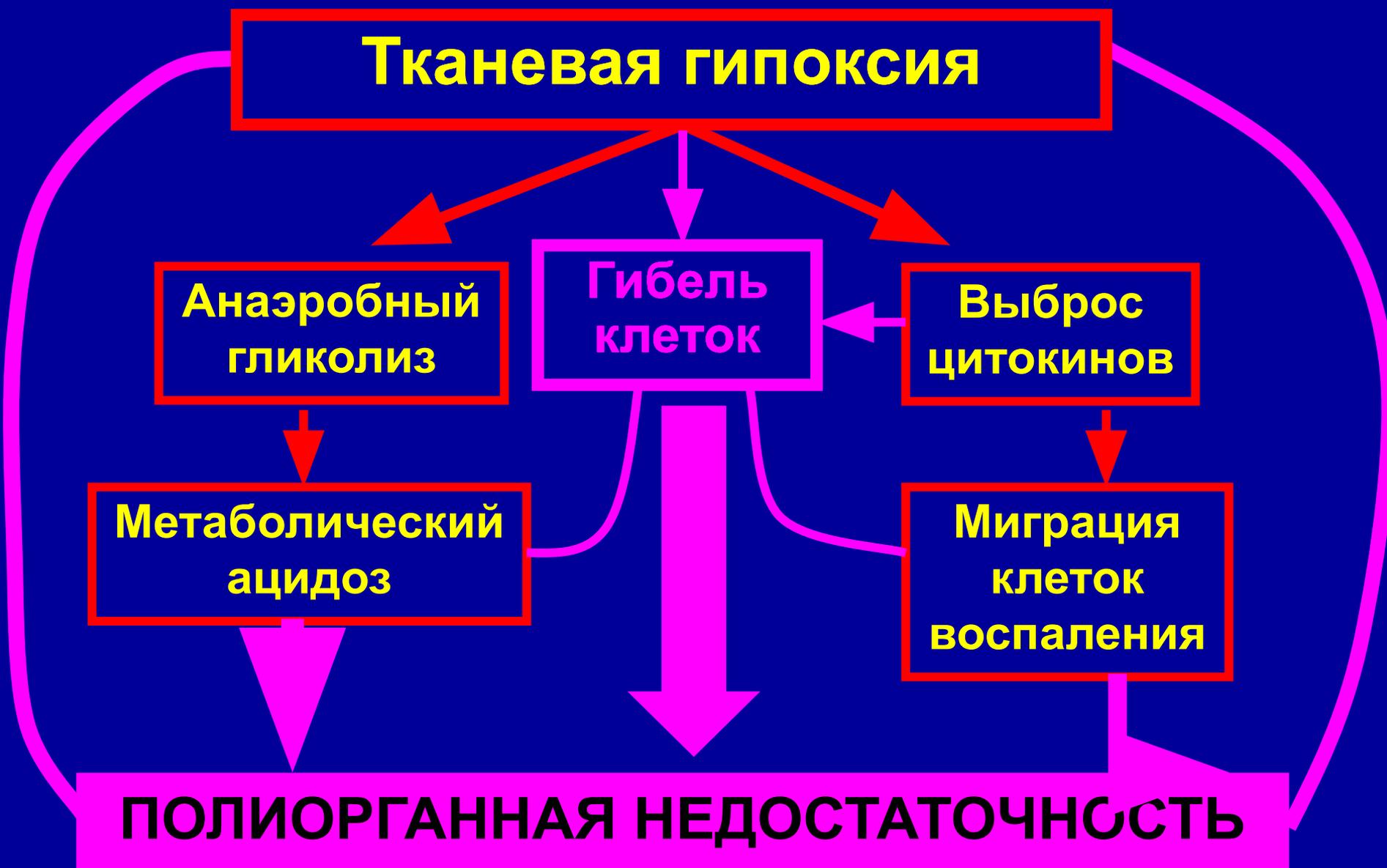
Снижение диуреза

Стимуляция  
миокарда

Задержка натрия

Сужение сосудов

# Патогенез шока – фаза декомпенсации



# Каждый шок приводит к

- Тканевой гипоксии («циркуляторная гипоксия»)
- Системной воспалительной реакции
- Полиорганной недостаточности

**ШОК**

```
graph TD; A[ШОК] --> B[Циркуляторная гипоксия]; B --> C[Метаболический ацидоз]; C --> D[↑ Лактат в крови];
```

**Циркуляторная гипоксия**

**Метаболический ацидоз**

**↑ Лактат в крови**

**Уровень лактата –  
отражает степень  
гипоперфузии тканей  
и шока**

# Клинические проявления шока

# Проявления шока

## Признаки гипоперфузии

- бледность и мраморность кожных покровов

- похолодание конечностей

- олиго-, анурия

- ↓ АД, ↓ пульсовой разницы

- нитевидный пульс

## Признаки полиорганной недостаточности

- нарушения ЦНС

- ДВС-синдром

- ОПН

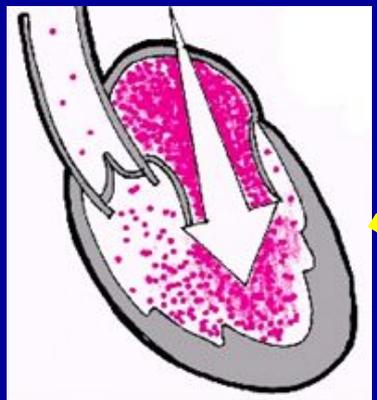
- острая печеночная недостаточность

- ОРДС

- депрессия кроветворения

- стрессовые язвы желудка

**Преднагрузка**



**ОЦК+**  
**тонус емкостных сосудов**

**Центральная**  
**Сократимость миокарда**



**Диастолический выброс (МОК)**

**Постнагрузка**



**Тонус резистивных сосудов**

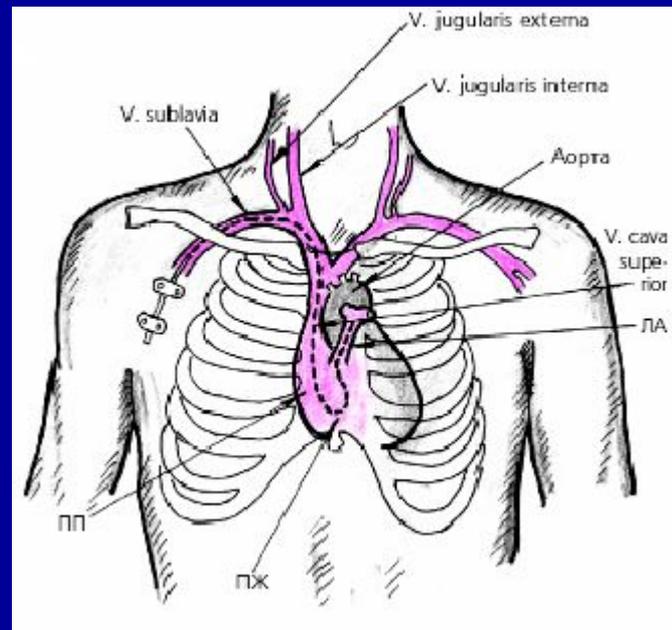
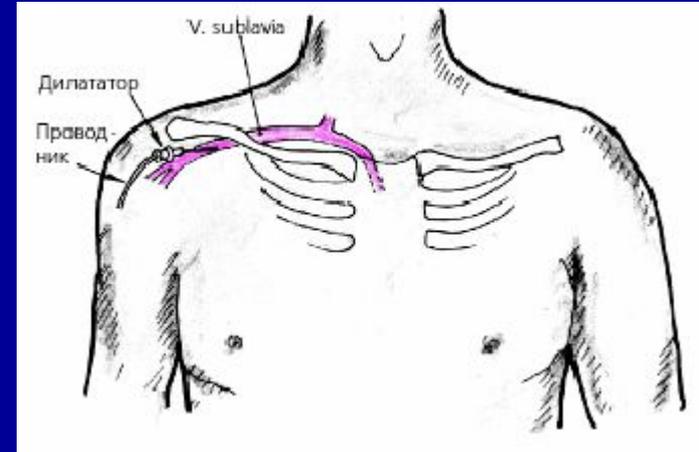
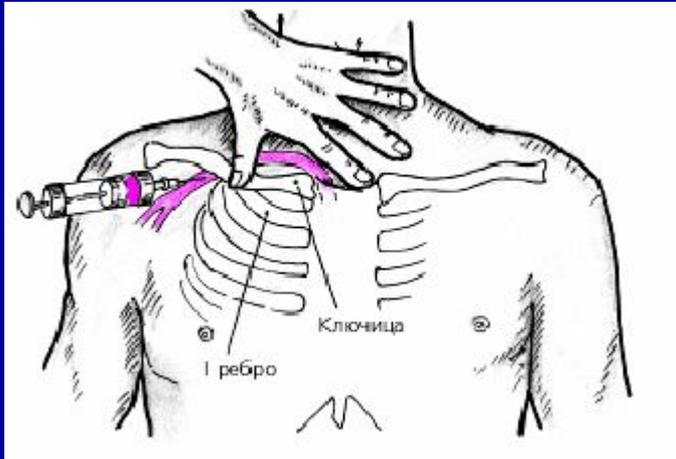
# Методы исследования центральной гемодинамики

- Инвазивные
  - Препульмональная термодиллюция
  - Транспульмональная термодиллюция,
  - Оценка кривой давления
- Неинвазивные методы
  - Допплерография трансаортального потока
  - Оценка биоимпеданса
  - Эхокардиография

# Препульмональная термодиллюция

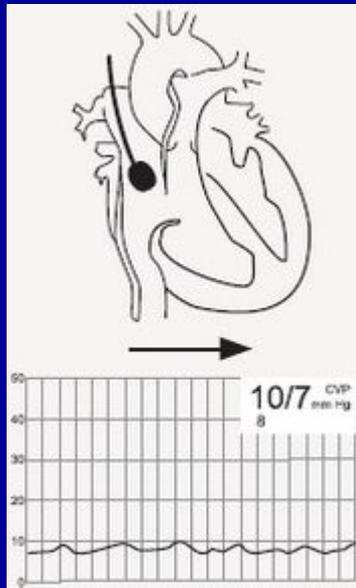


# Установка катетера Сван-Ганса

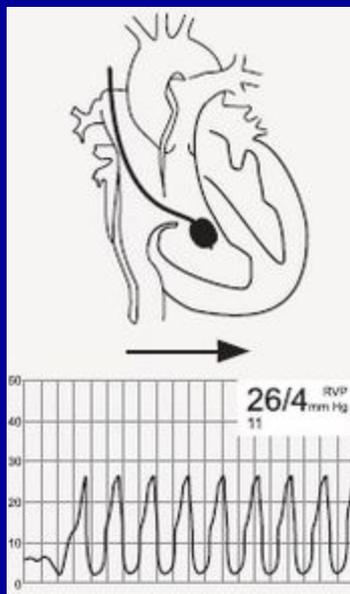


# Изменение давления во время установки катетера Сван-Ганса

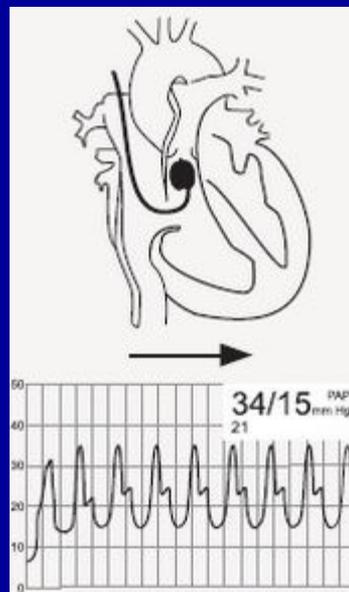
Катетер в правом предсердии



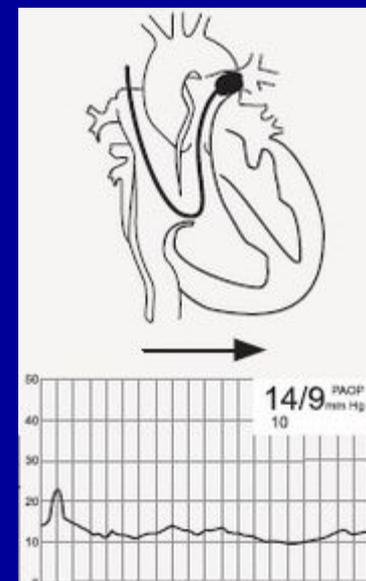
Катетер в правом желудочке



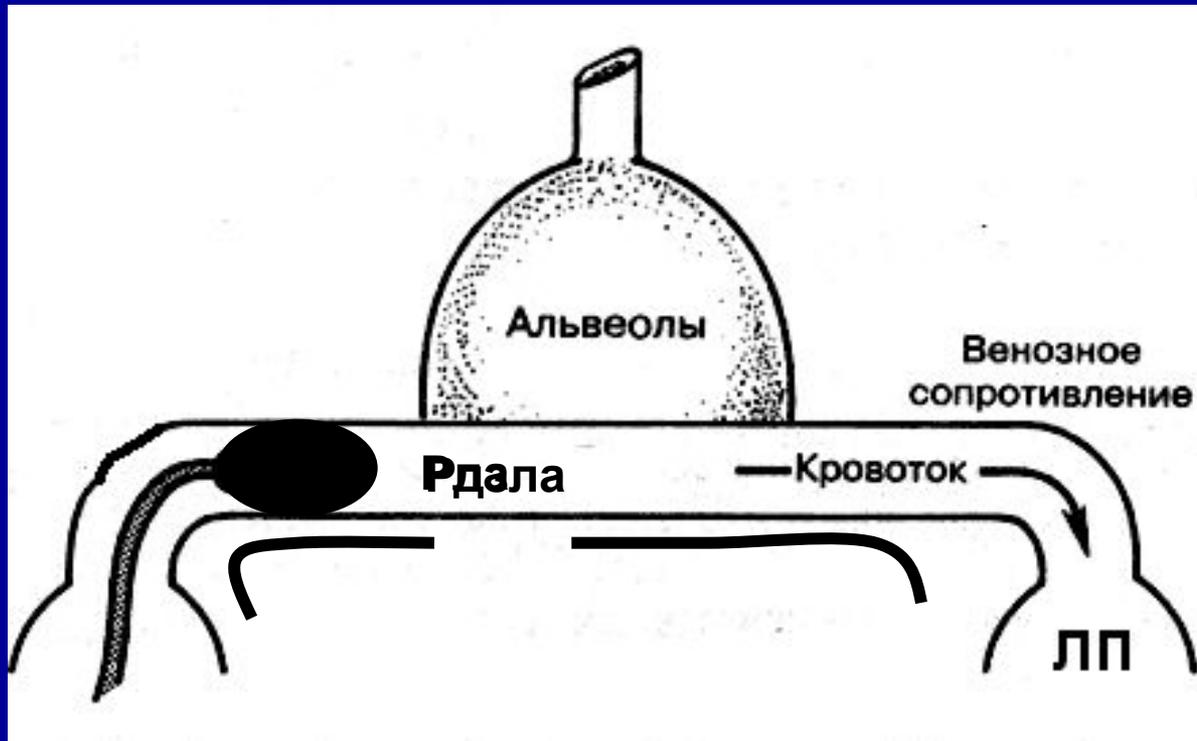
Катетер в легочной артерии



Заклинивание легочной артерии



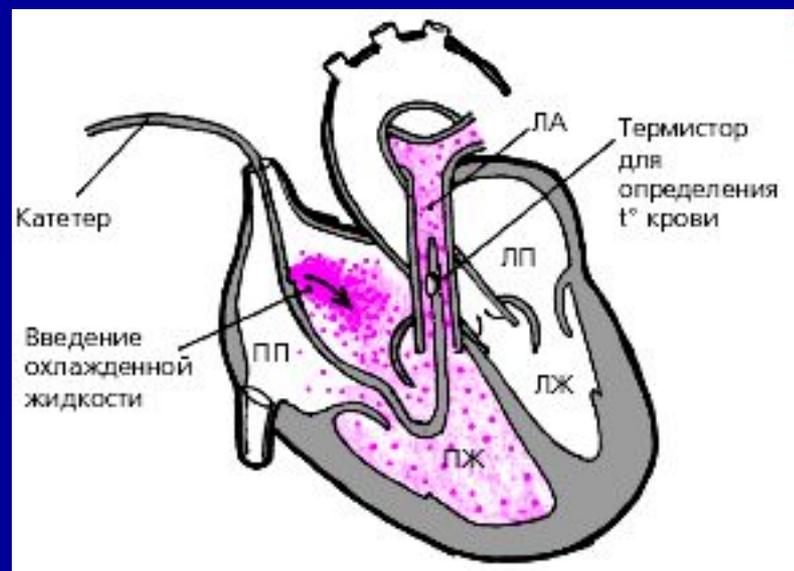
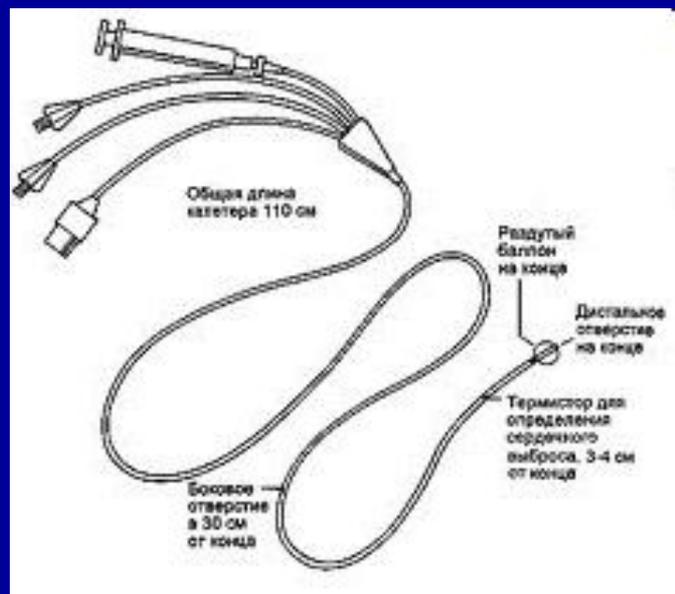
# Давление заклинивания легочной артерии



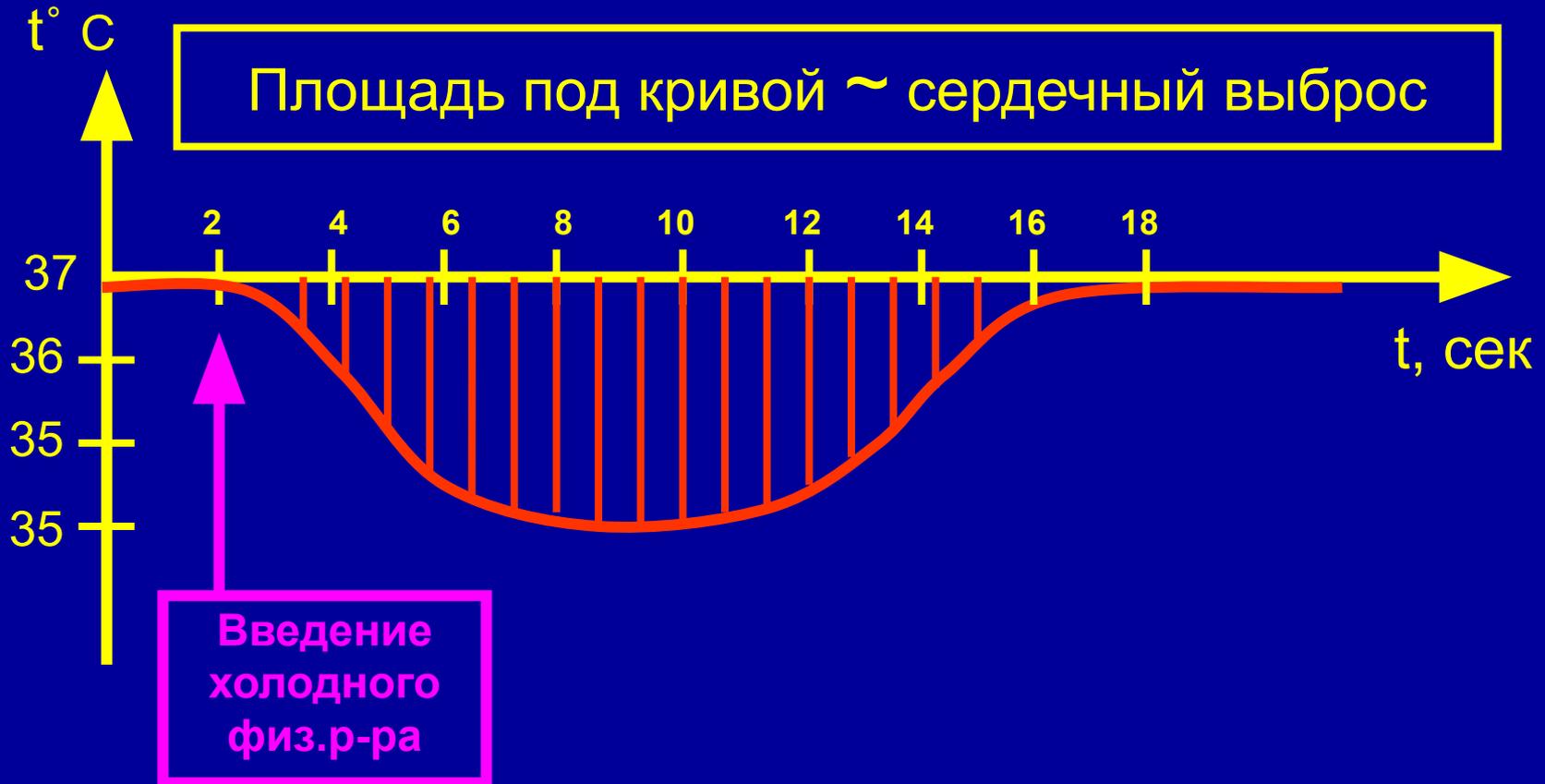
# Показатели преднагрузки

- Центральное венозное давление  Преднагрузка правого желудочка
- Давление заклинивание легочной артерии  Преднагрузка левого желудочка

# Оценка сердечного выброса



# Вычисление сердечного выброса



# Вычисление периферического сопротивления

$$\text{ОПС} = \text{срАД/СВ}$$

# Транспульмональная термодиллюция – метод PiCCO (pulse contour cardiac output)



В центральную вену вводится холодный физ. р-р

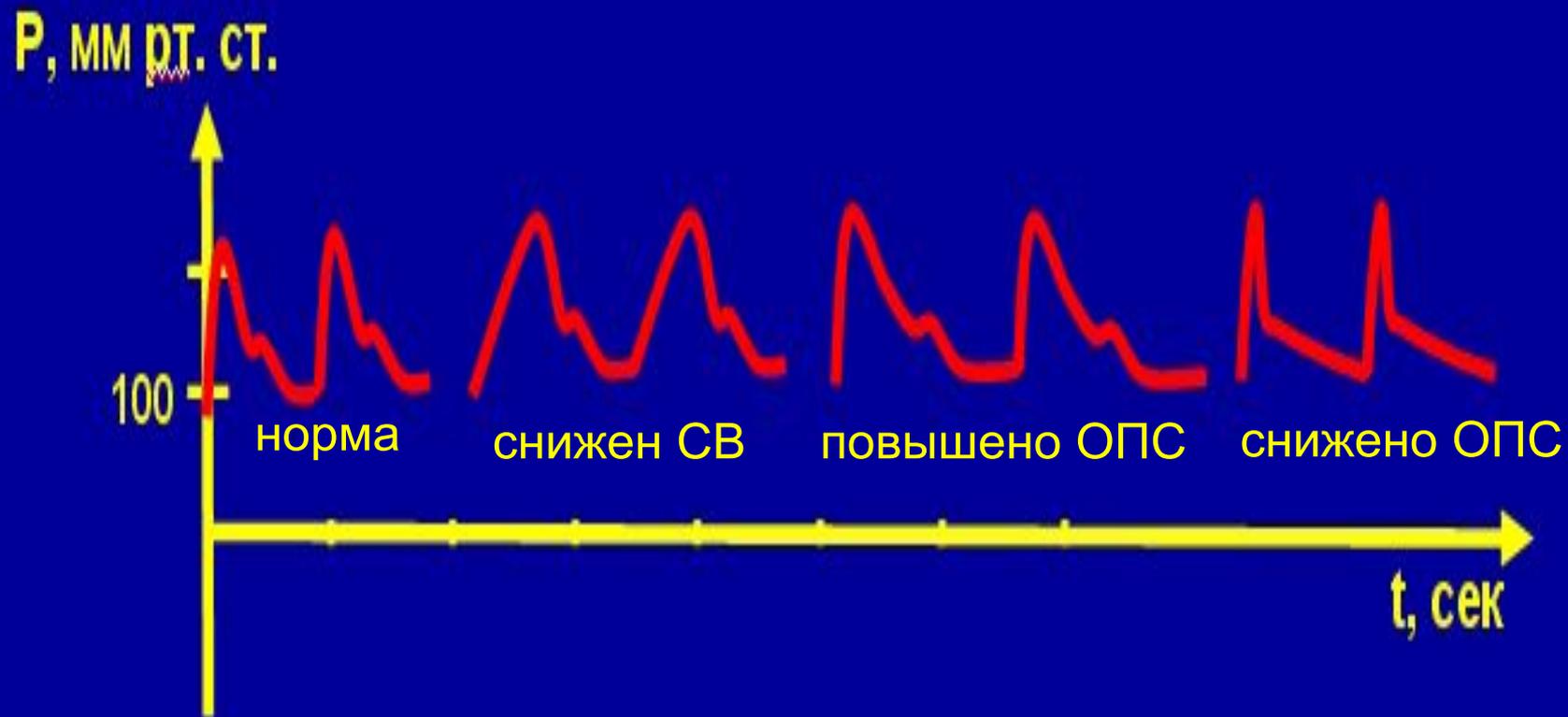


В бедренной артерии анализируется степень согревания раствора «потеря холода» - пропорциональна количеству внесосудистой воды в легких.

Время от введения раствора в вену до попадания в артерию – пропорционально внутрисосудистому объему крови

По скорости согревания крови в бедренной артерии строится термодиллюционная кривая – пропорциональна сердечному выбросу

# Оценка ЦГД по кривой АД

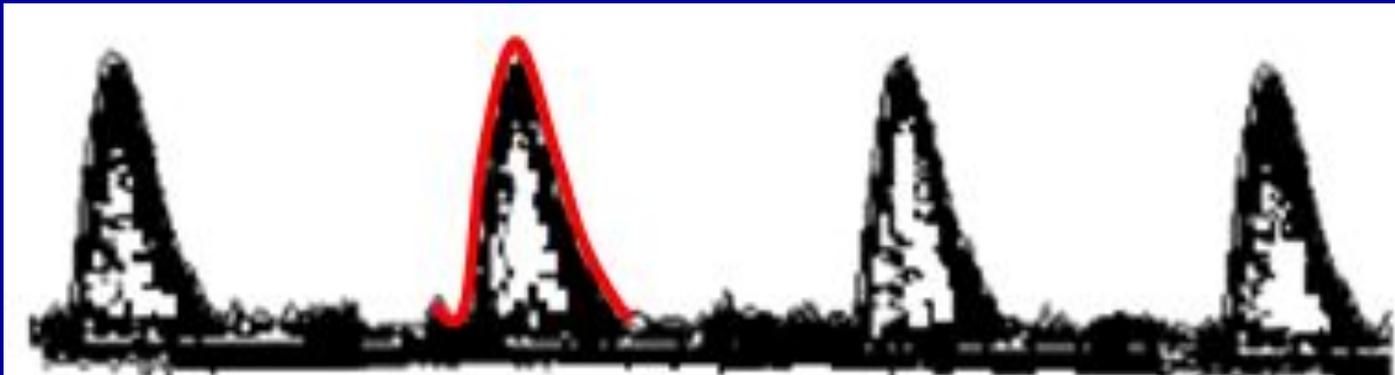
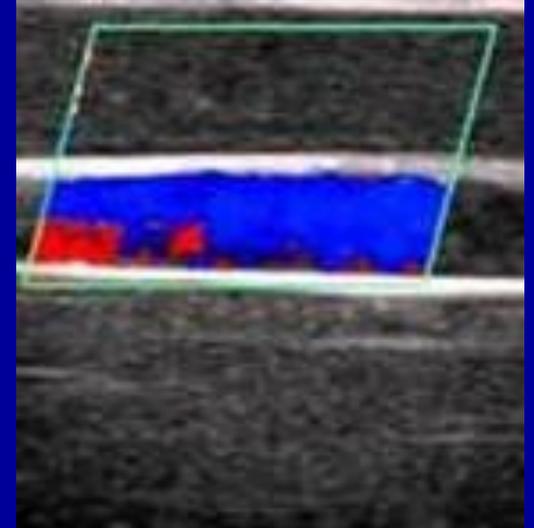


# Трансторакальная эхокардиография

- Размеры камер сердца
- Функция клапанов
- Локальная сократимость миокарда
- Общая сократимость миокарда – оценка фракции выброса
- Давление в легочной артерии

# Допплерография трансаортального потока

- Чрезпищеводная ЭхоКГ



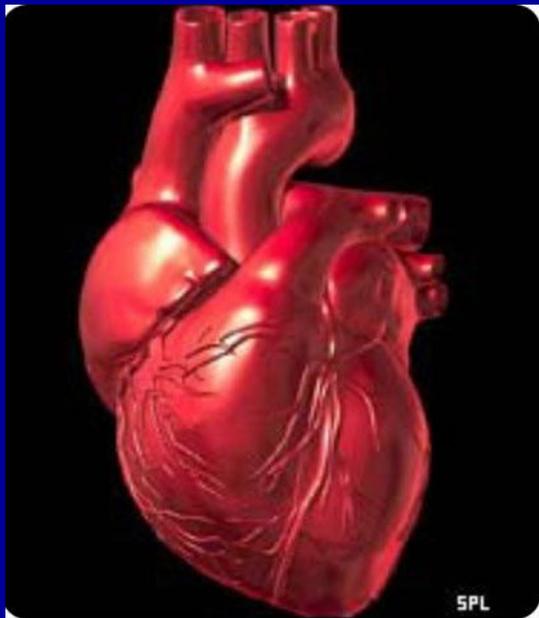
СВ = площадь под кривой x Диаметр аорты

# Оценка ЦГД с помощью биоимпеданса

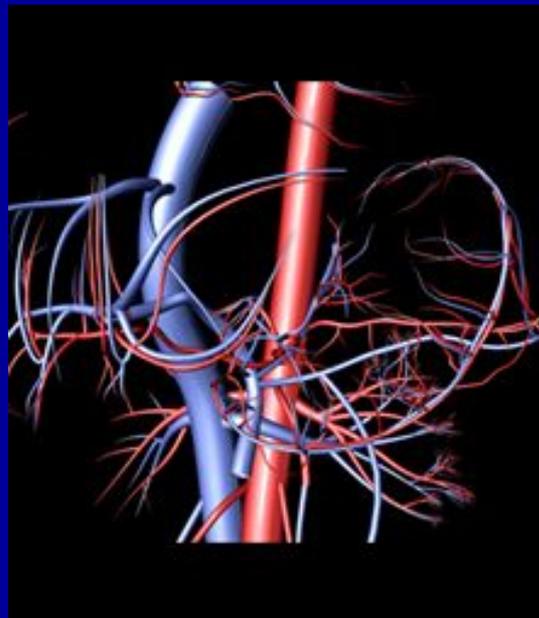
- Метод основан на изменении сопротивления кожи в зависимости от кровенаполнения
- Среднее значение сопротивления кожи - общее количество жидкости в области исследования
- Степень изменения в систолу и диастолу - СВ

# Механизмы поддержания нормальной перфузии тканей

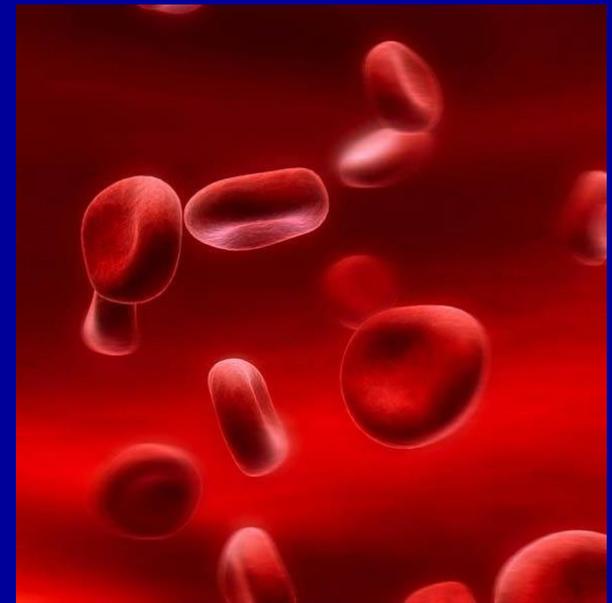
Сокращение сердца



Тонус сосудов

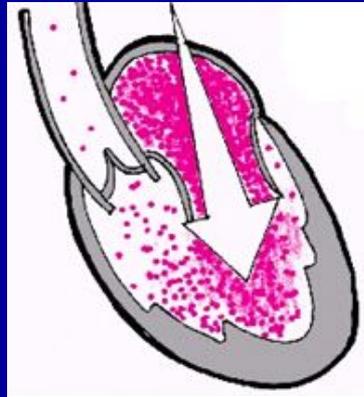


Объем циркулирующей крови



# Причины снижения перфузии

↓ Преднагрузки



**ОЦК+тонус емкостных сосудов**

↓ Сократимости миокарда



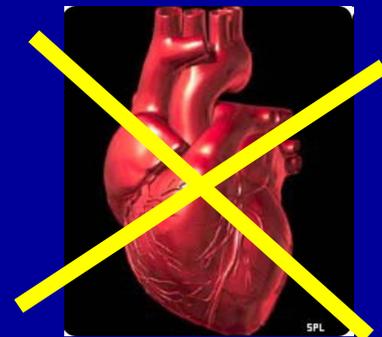
↓ Постнагрузки



**Тонус резистивных сосудов**

# Классификация шока

- Кардиогенный шок



- Вазогенный шок



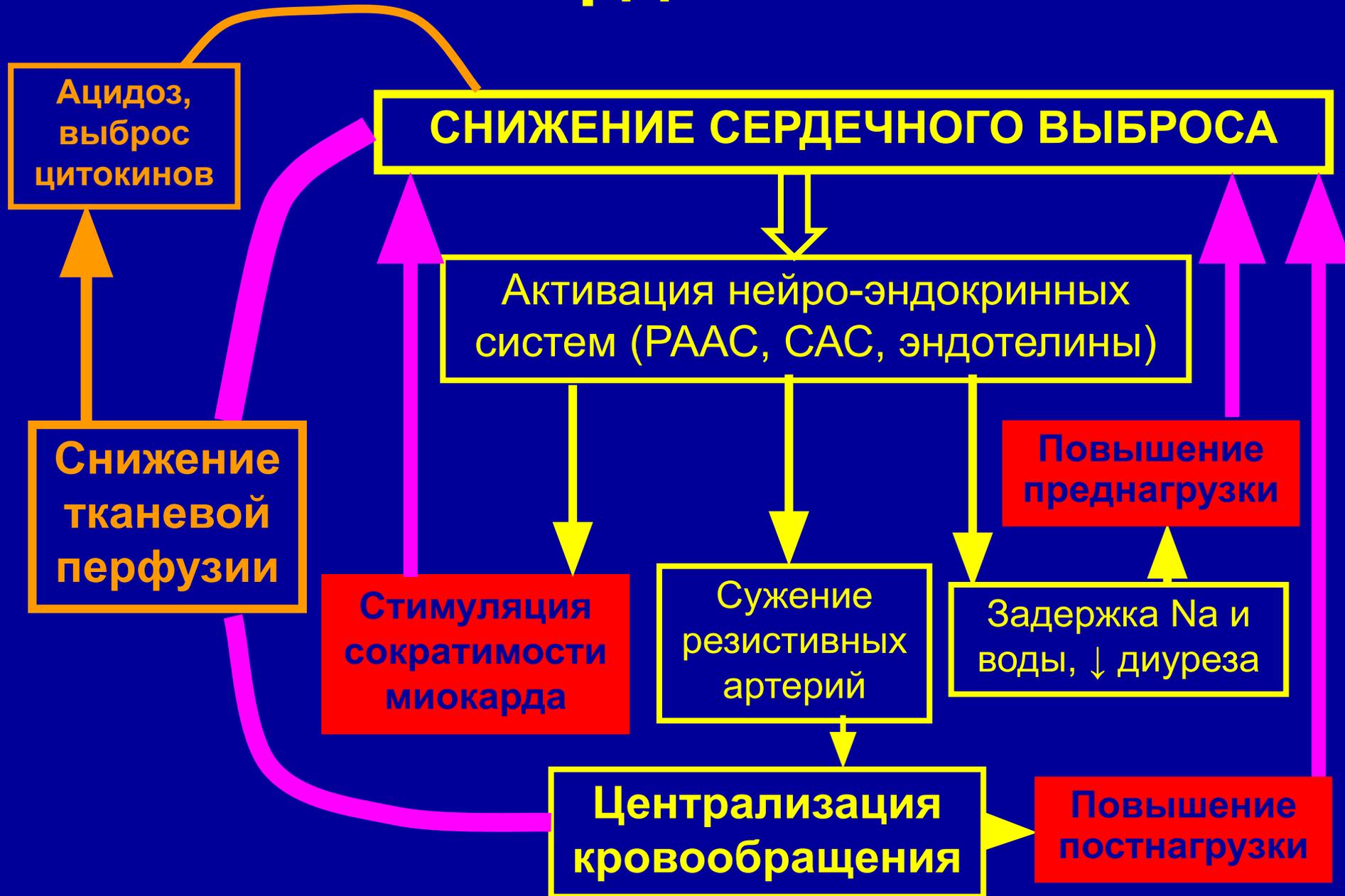
- Гиповолемический шок



# Кардиогенный шок

- Истинный кардиогенный шок – выраженное снижение сократимости миокарда
  - Инфаркт миокарда
  - Острый миокардит
  - Миокардиальная депрессия после искусственного кровообращения
- Аритмогенный шок
- Обструктивный шок
  - Тампонада сердца
  - Тромбоэмболия легочной артерии

# Патогенез кардиогенного шока



# Гемодинамический профиль кардиогенного шока

↓ Сердечного выброса



СИ < 3,0 л/мин\*м<sup>2</sup>

↑ Периферического сопротивления



ОПС > 1200 дин\*с\*см<sup>-5</sup>/м<sup>2</sup>

↑ Давлений наполнения левого и правого желудочков



ЦВД > 9 см.вод.ст.

ДЗЛА > 20 мм.рт.ст.

**Интенсивная терапия  
кардиогенного шока –  
инотропная стимуляция**

# Адреномиметики

Альфа-адрено-  
стимуляторы



- Норадrenalин
- Фенилэфрин

↑ ОПС

↓ ЧСС

↑ потребления  $O_2$   
миокардом

Альфа и бета-  
адреностимуляторы



- Высокие дозы допмина
- Высокие дозы адреналина

↑ ОПС

↑ ЧСС

↑↑↑ потребления  $O_2$   
миокардом

Бета-адрено-  
стимуляторы



- Добутамин
- Средние дозы допмина

≈ или ↓ ОПС

↑ ЧСС

↑↑ потребления  $O_2$   
миокардом

# Дозы адреномиметиков

- Норадrenalин: 0,1-0,5-1,5 мкг/кг веса\*мин
- Фенилэфрин: 0,2-1,5 мкг/кг веса\*мин
- Допмин
  - **НИЗКИЕ ДОЗЫ:** < 2 мкг/кг веса\*мин – воздействие на допаминэргические рецепторы - стимуляция диуреза
  - **СРЕДНИЕ ДОЗЫ:** 2-10 мкг/кг веса\*мин – воздействие на бета-рецепторы – инотропная стимуляция
  - **ВЫСОКИЕ ДОЗЫ:** > 10 мкг/кг веса\*мин – воздействие на альфа- и на бета-рецепторы – инотропная стимуляция и вазоконстрикция

# Дозы адреномиметиков

- **Добутамин:** 5-25 мкг/кг веса\*мин
- **Адреналин**
  - **НИЗКИЕ ДОЗЫ:** < 0,02 мкг/кг веса\*мин бета2-стимуляция
  - **СРЕДНИЕ ДОЗЫ:** 0,03 – 0,2 мкг/кг веса\*мин – преимущественно бета-стимуляция
  - **ВЫСОКИЕ ДОЗЫ:** > 0,2 мкг/кг веса\*мин – альфа- и бета-стимуляция

# Выбор адреномиметика

Снижение  
сердечного выброса



- Добутамин
- Средние дозы допмина
- Средние дозы адреналина

вазодилатация

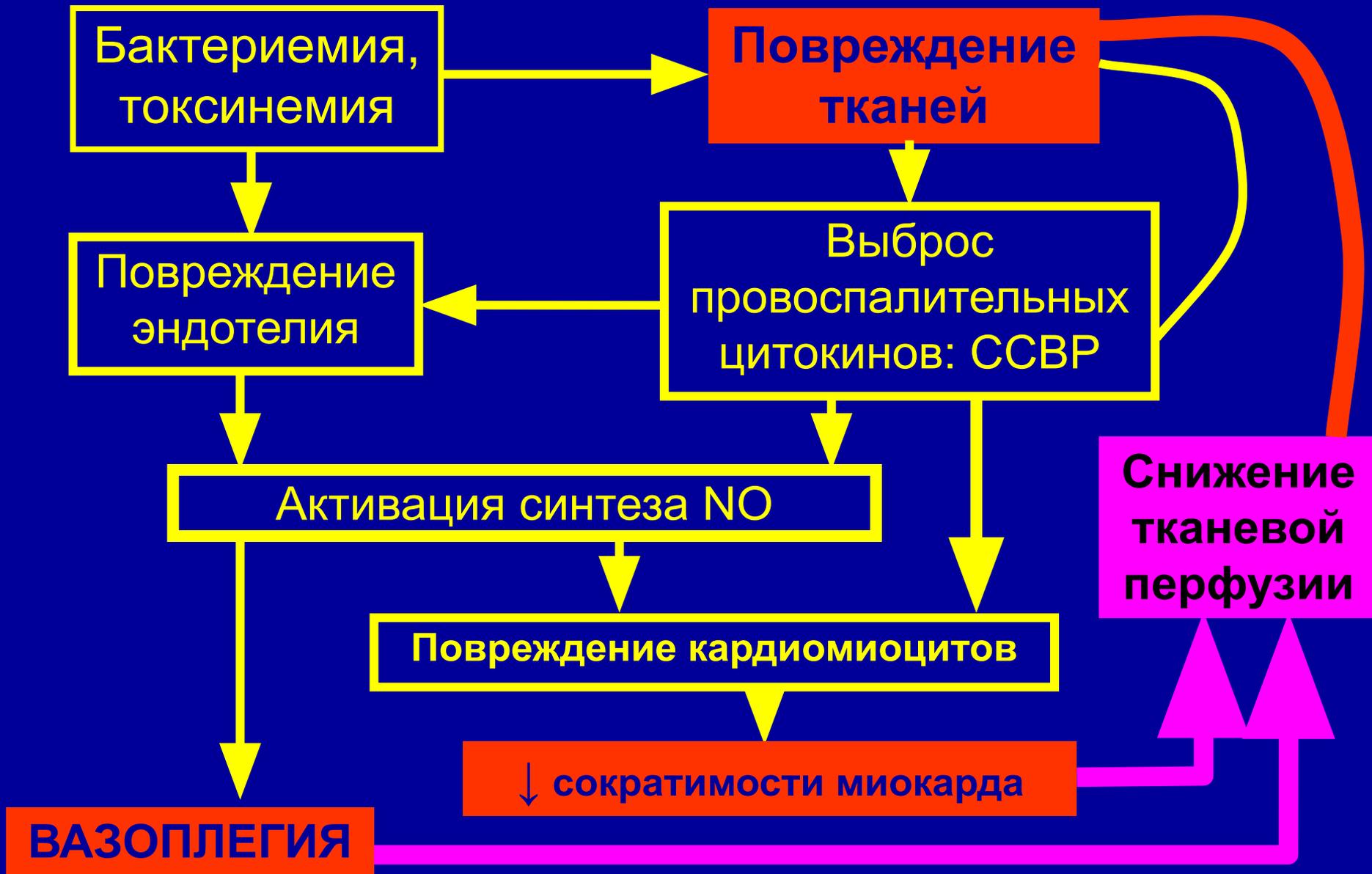


- Норадреналин (мезатон)
- Высокие дозы допмина
- Высокие дозы адреналина

# Вазогенный шок

- Септический шок
- Анафилактический шок
- Панкреатический шок
- Острая надпочечниковая недостаточность

# Патогенез вазогенного шока (сепсис)



# Гемодинамический профиль вазогенного шока

↓ Периферического  
сопротивления



ОПС < 1100  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5} / \text{м}^2$

↑ или ↓  
Сердечного  
выброса



СИ > = < 3,0  $\text{л} / \text{мин} \cdot \text{м}^2$

Н давления наполнения  
левого и правого  
желудочков



ЦВД - 7-9  $\text{см. вод. ст.}$

ДЗЛА - 16-18  $\text{мм. рт. ст.}$

# Интенсивная терапия вазогенного шока



# Интенсивная терапия вазогенного шока

Патогенетическая терапия

```
graph TD; A[Патогенетическая терапия] --> B[Вазоактивная терапия]; A --> C[Повышение сократимости миокарда]; B --> D[НОРАДРЕНАЛИН]; B --> E[МЕЗАТОН]; C --> F[ДОБУТАМИН]; C --> G[ДОФАМИН];
```

Вазоактивная  
терапия

НОРАДРЕНАЛИН

МЕЗАТОН

Повышение  
сократимости  
миокарда

ДОБУТАМИН

ДОФАМИН

# Гиповолемический шок

- Острая кровопотеря – геморрагический шок
- Острая дегидратация
  - Пищевые токсико-инфекции
  - «тепловой удар»
- Шок вследствие пареза кишечника

# Патогенез гиповолемического шока



# Гемодинамический профиль гиповолемического шока

↓ давления наполнения  
левого и правого  
желудочков



ЦВД < 6 см.вод.ст.

ДЗЛА < 16 мм.рт.ст.

↑ Периферического  
сопротивления



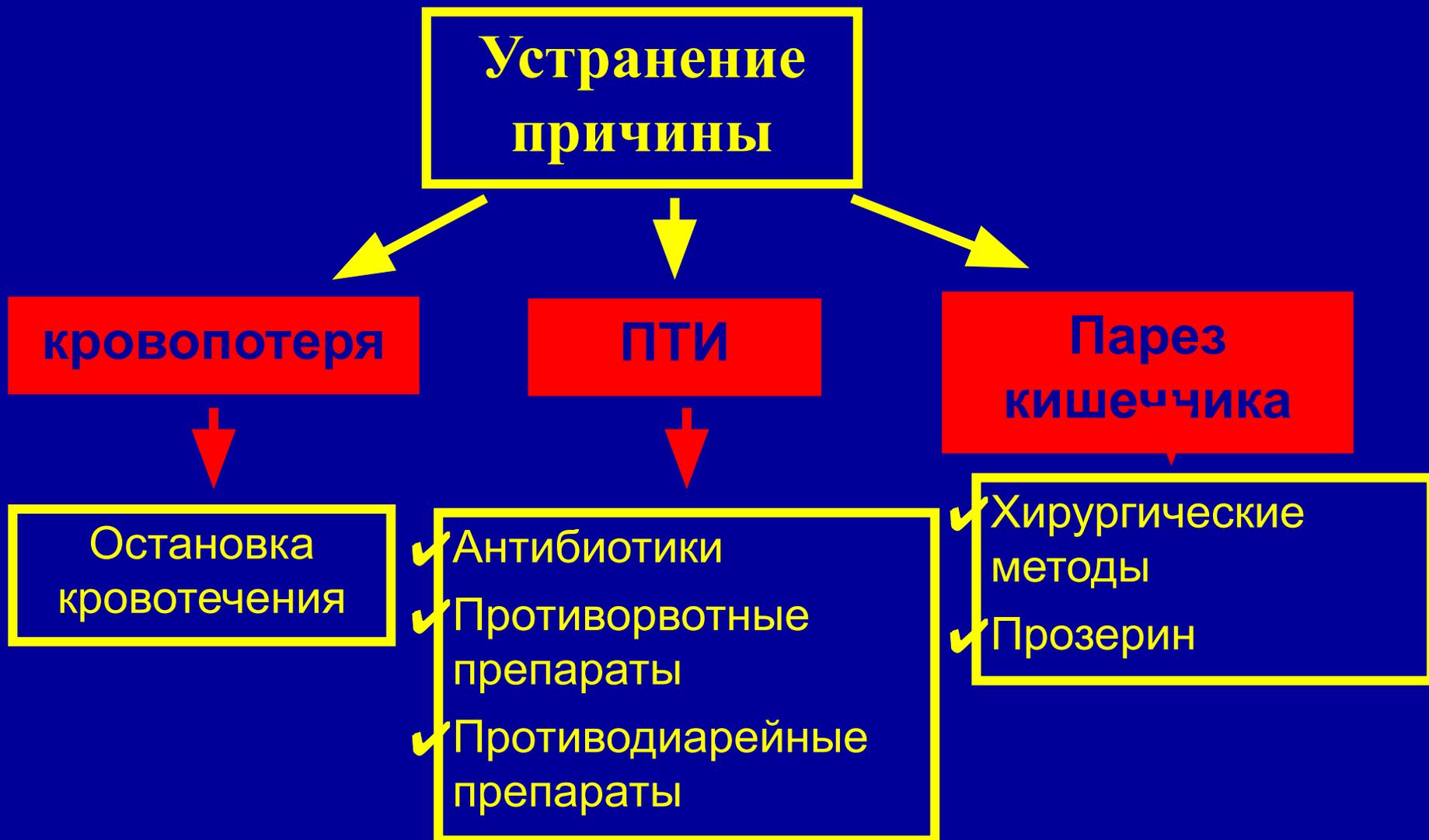
ОПС > 1200 дин\*с\*см<sup>-5</sup>/м<sup>2</sup>

↓ Сердечного  
выброса



СИ < 3,0 л/мин\*м<sup>2</sup>

# Интенсивная терапия гиповолемического шока



# Лечение гиповолемического шока

Повышение  
ОЦК

коллоиды

Гипертонический  
раствор NaCl

кристаллоиды

- ✓ Препараты ГЭК
- ✓ Препараты желатина
- ✓ Декстраны
- ✓ Раствор альбумина
- ✓ Плазма

- ✓ Физ. раствор
- ✓ Трисоль, ацесоль, лактасоль, хлосоль
- ✓ Раствор Рингера с лактатом

# Смешанные шоки

- Ожоговый шок
  - Вазогенный механизм
  - Гиповолемический механизм
- Шок при перитоните
  - Вазогенный (септический)
  - Гиповолемический (парез кишечника, рвота)

# Схема дифференциальной диагностики и лечения шоков



# Принципы лечения шока любого генеза

- Согревание больного
- Купирование болевого синдрома и психомоторного возбуждения
- Профилактика пролежней
  - Противопротлежневый матрас
  - Поворачивание больного



# Принципы лечения шока любого генеза

- ИВЛ:
  - снижение работы дыхания;
  - адекватная оксигенация;
  - профилактика ОРДС;
- Профилактика стрессовых язв и кровотечения:
  - установка зонда в желудок для декомпрессии
  - ингибиторы протонного насоса и H<sub>2</sub>-блокаторы
- Питание:
  - Энтеральное
  - парентеральное

