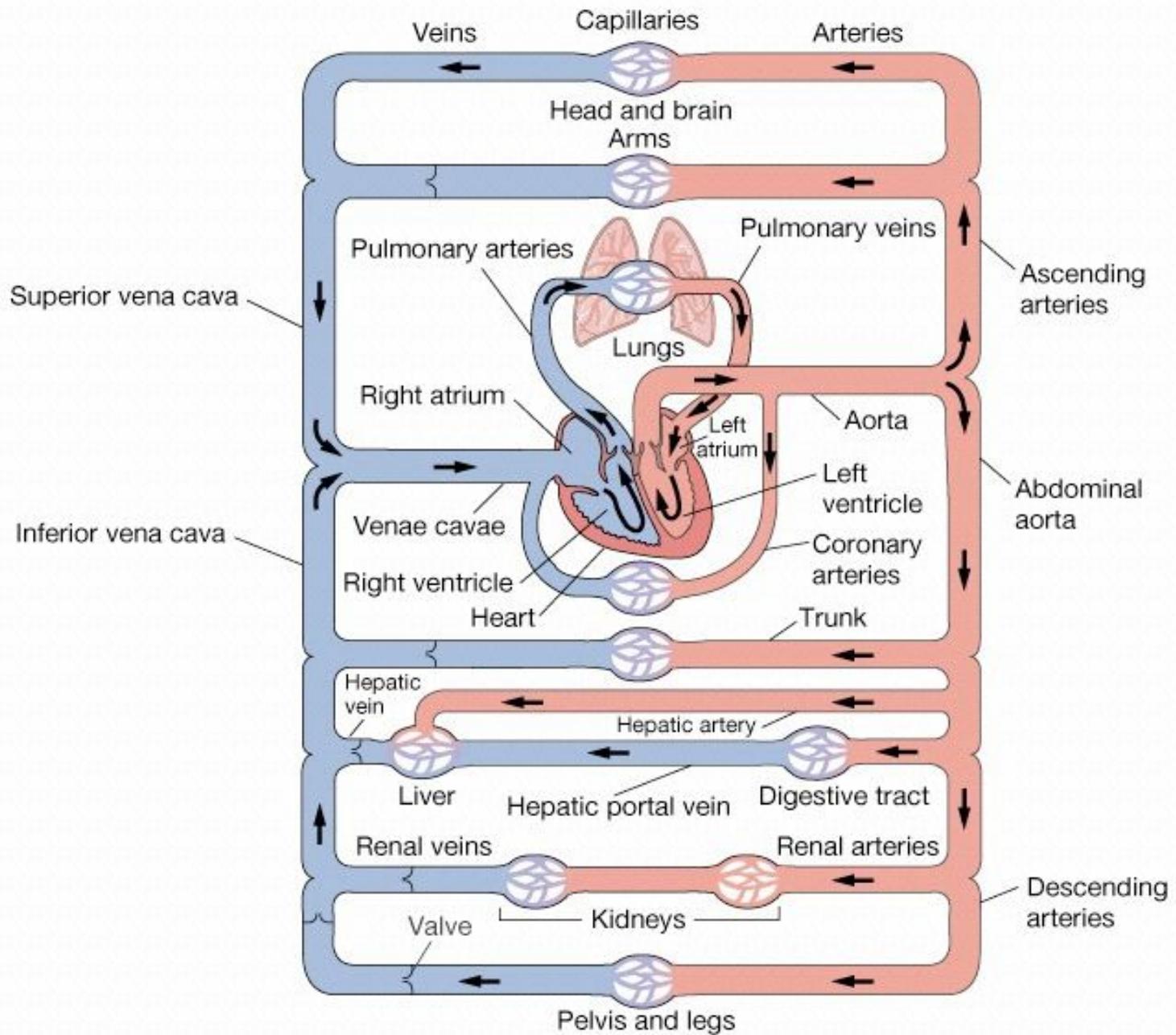
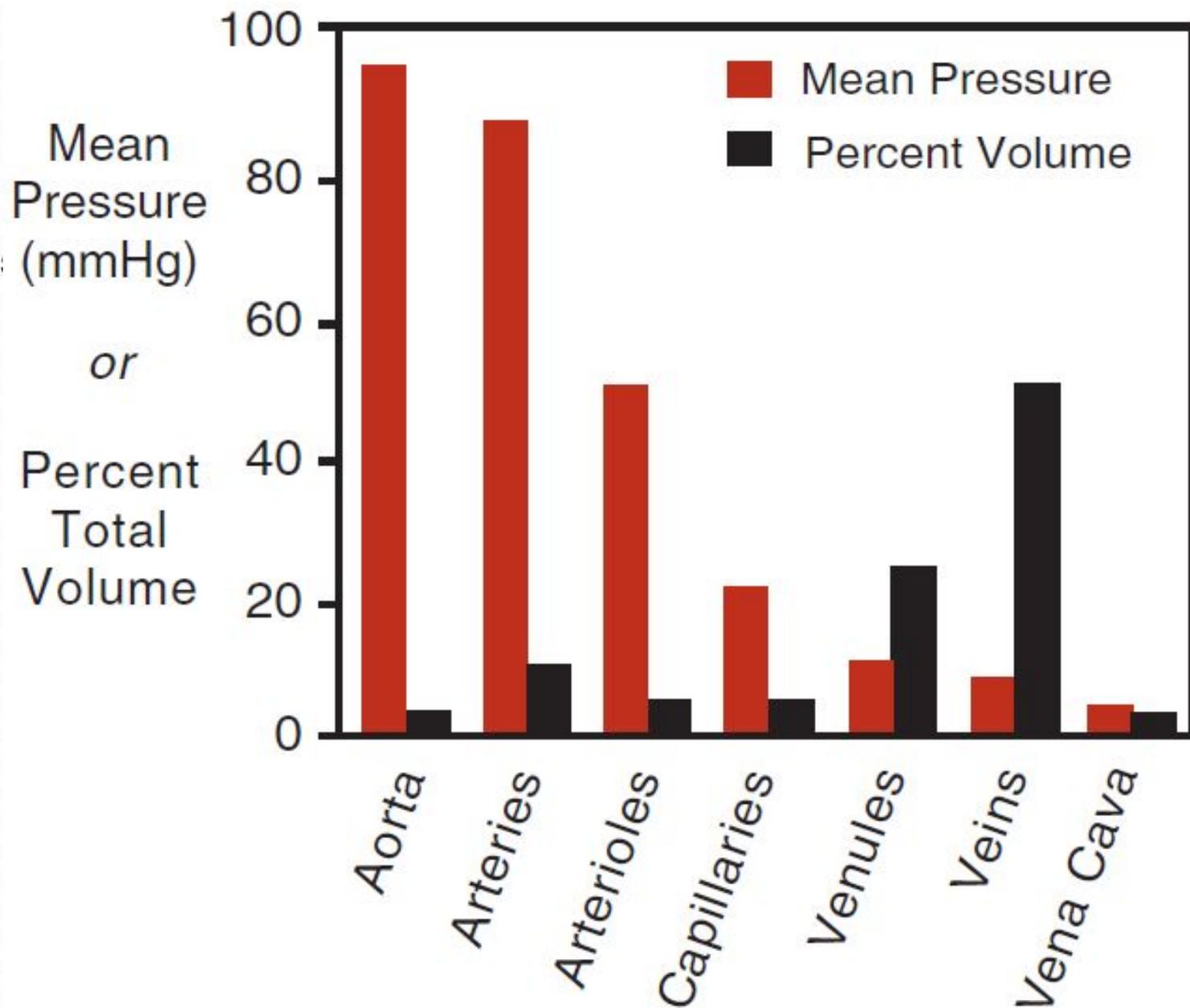


Физиология кровообращения

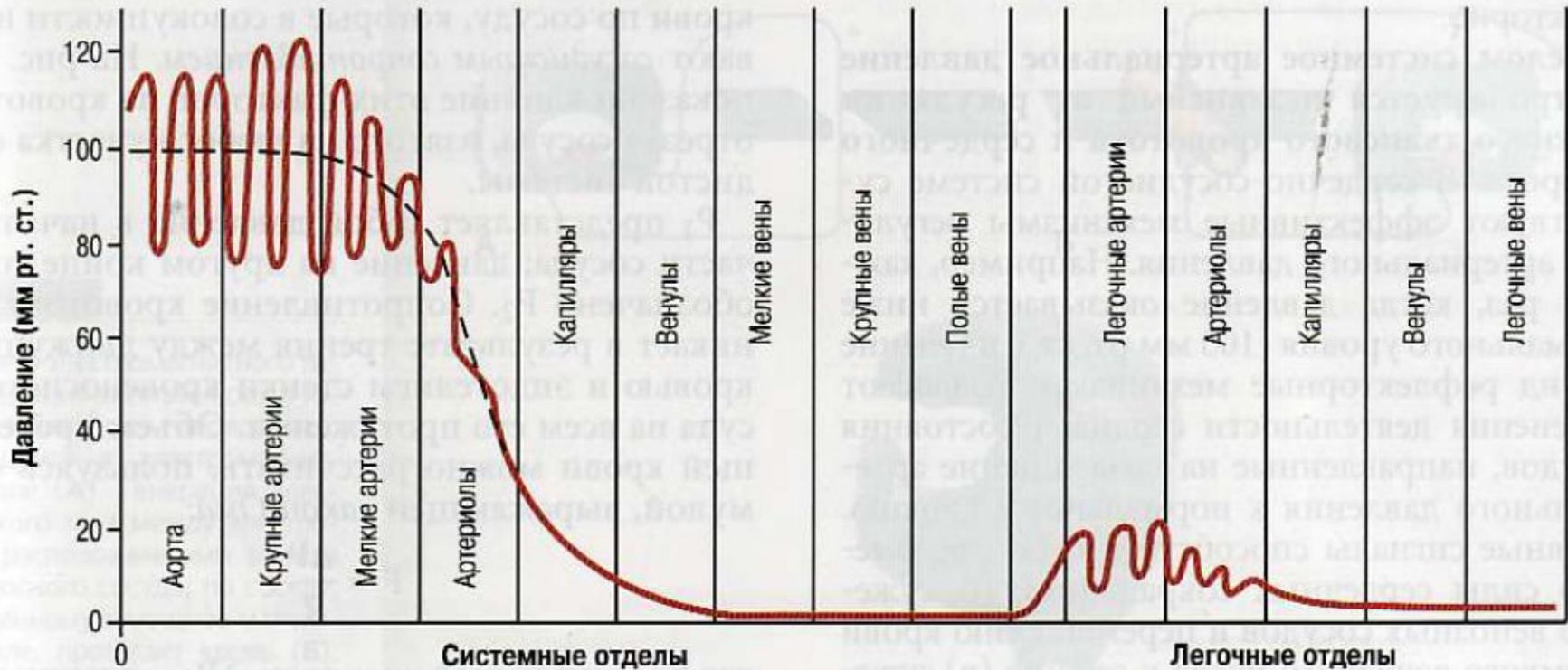
Любая формула, включенная в
книгу, уменьшает число ее
покупателей вдвое.

Стивен Хокинг





ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ

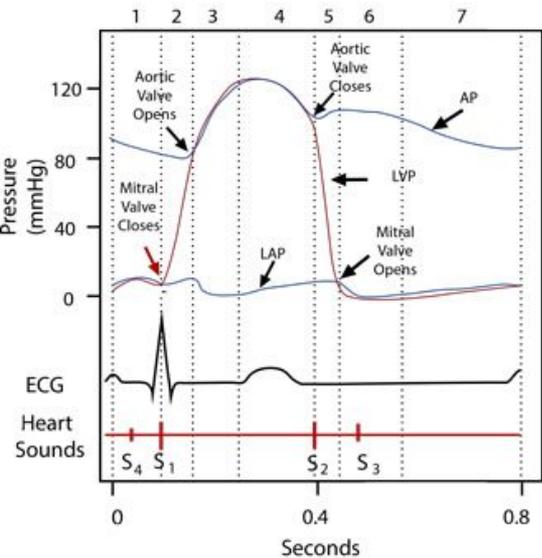


Общие принципы

- Объемный кровоток в тканях – контролируется местными факторами
- Системное артериальное давление – нервная и гуморальная регуляция
- Сердечный выброс - регулируется суммой местных влияний

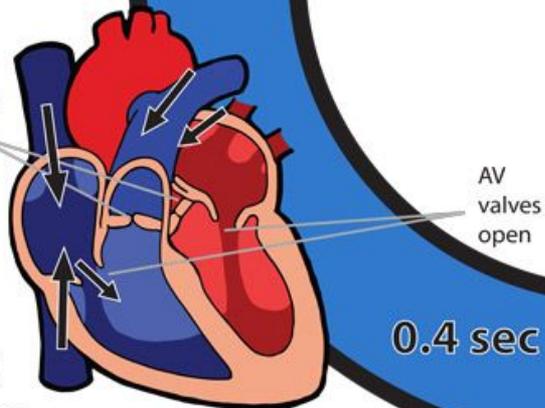
Сердечный выброс

$$CB (MO) = VO \times ЧСС$$

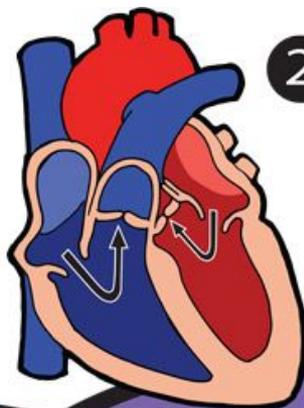


Phases of the Cardiac Cycle

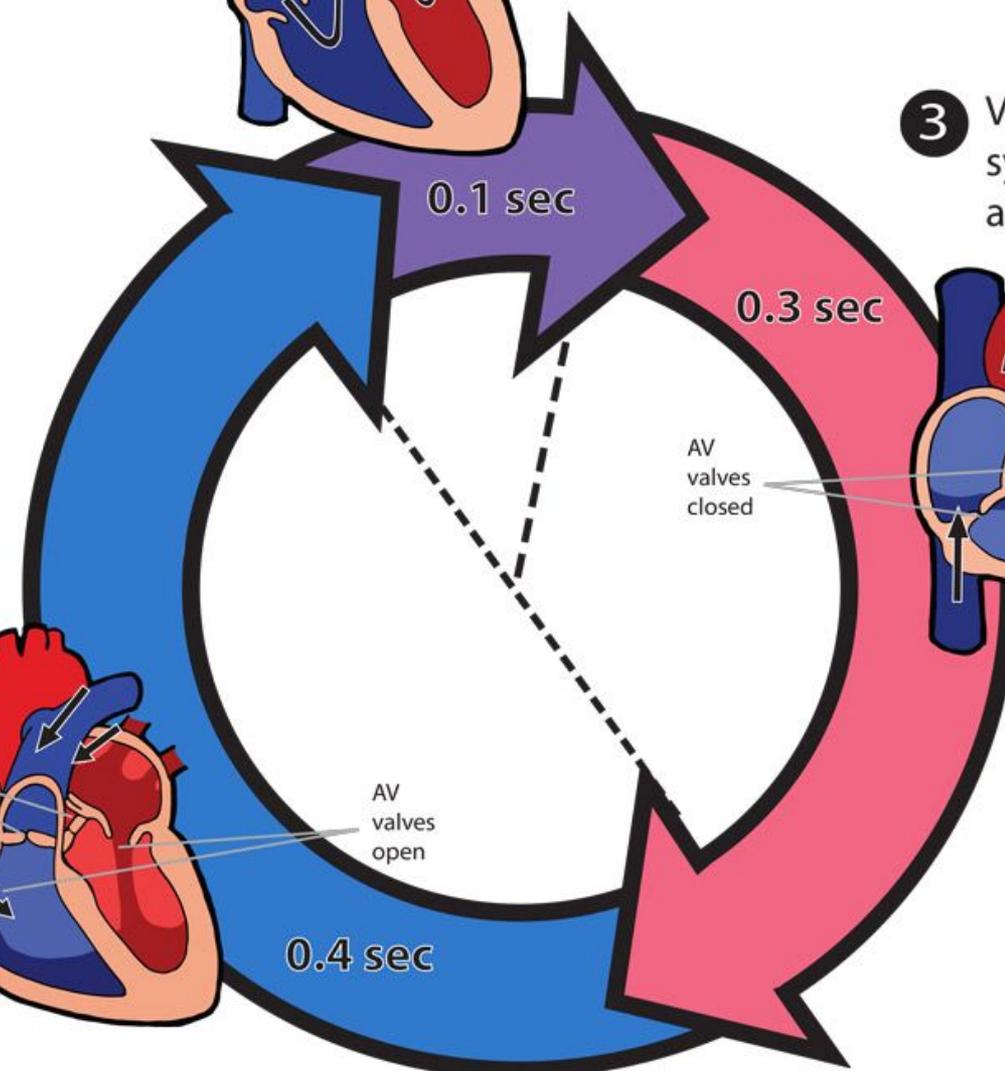
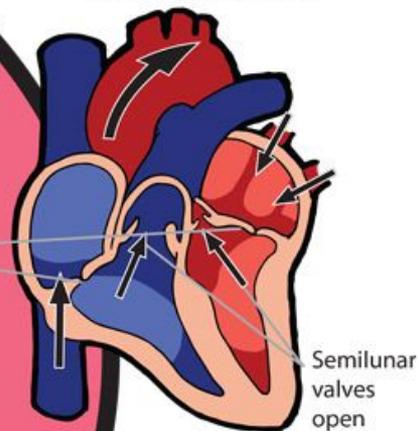
1 Atrial and ventricular diastole

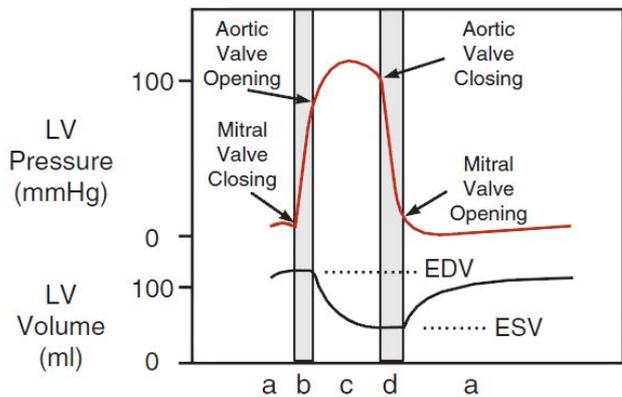
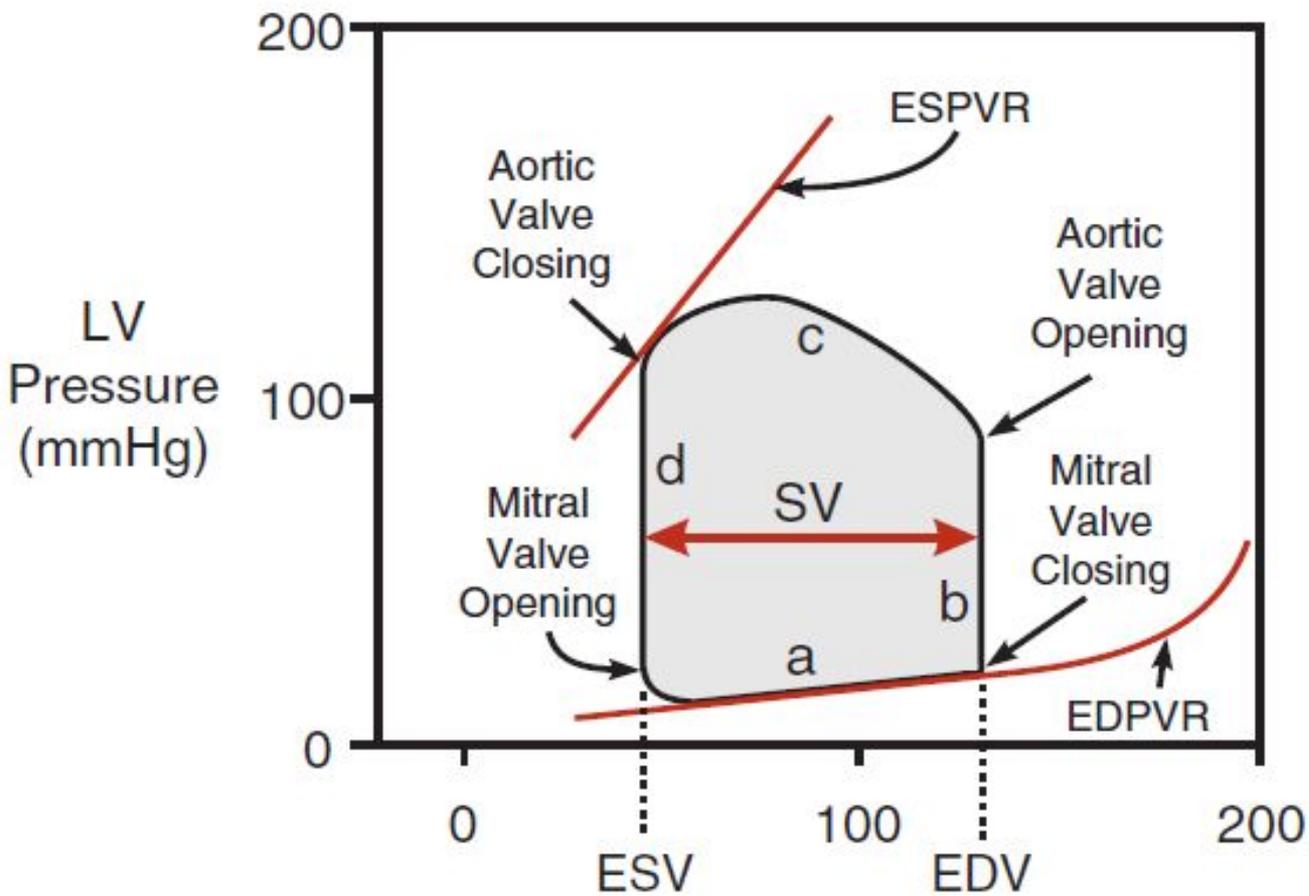


2 Atrial systole; ventricular diastole

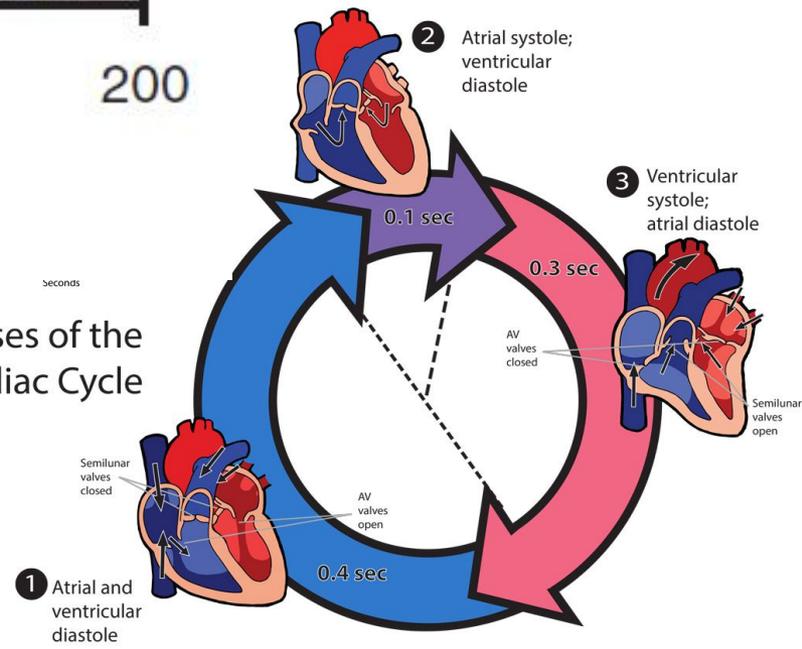


3 Ventricular systole; atrial diastole





Phases of the Cardiac Cycle





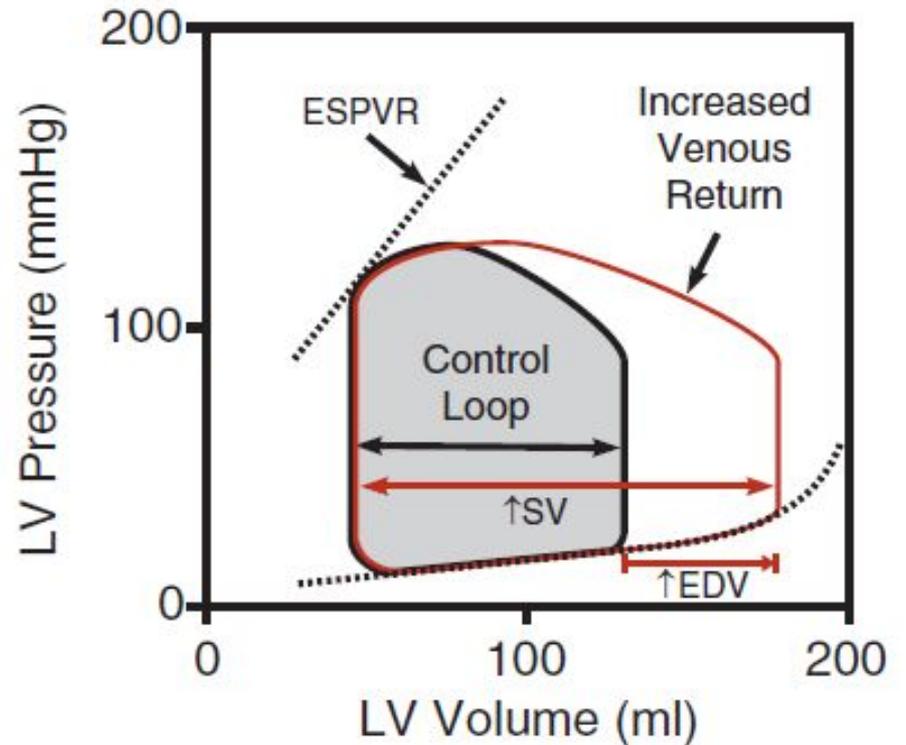
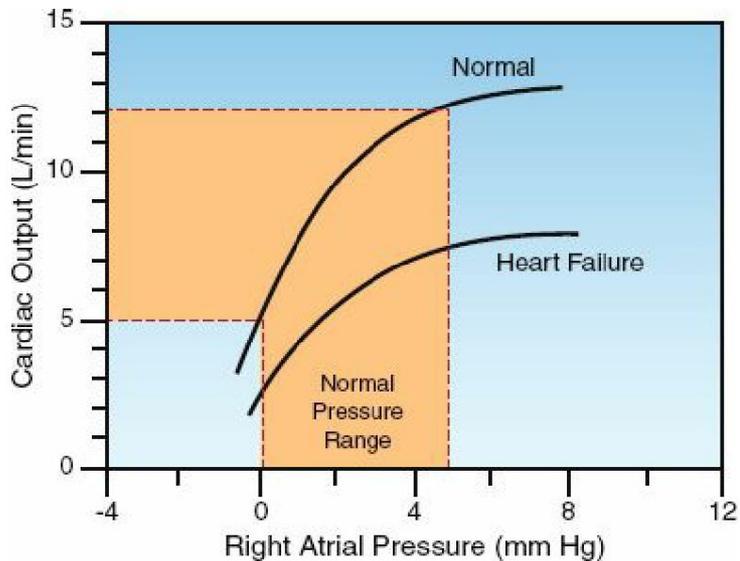
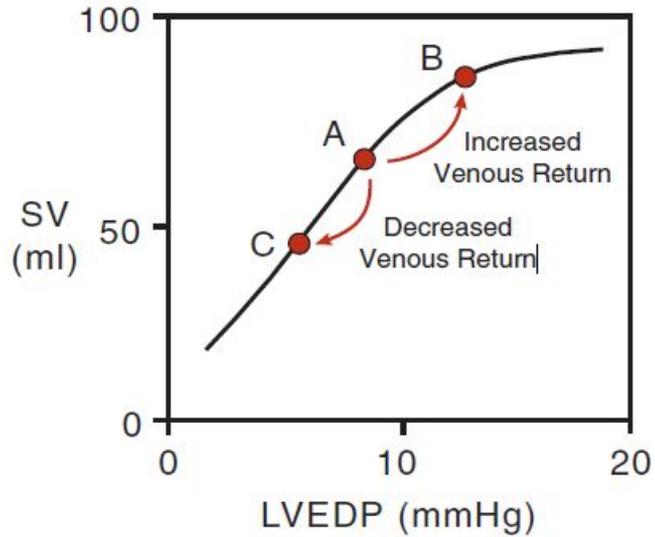
Преднагрузка

- Преднагрузка - растяжение мышцы во время ДИАСТОЛЫ.
- Мера преднагрузки – конечнодиастолический ОБЪЕМ!
- Но мы о нем судим по давлению
- А на практике сейчас можем измерить напрямую

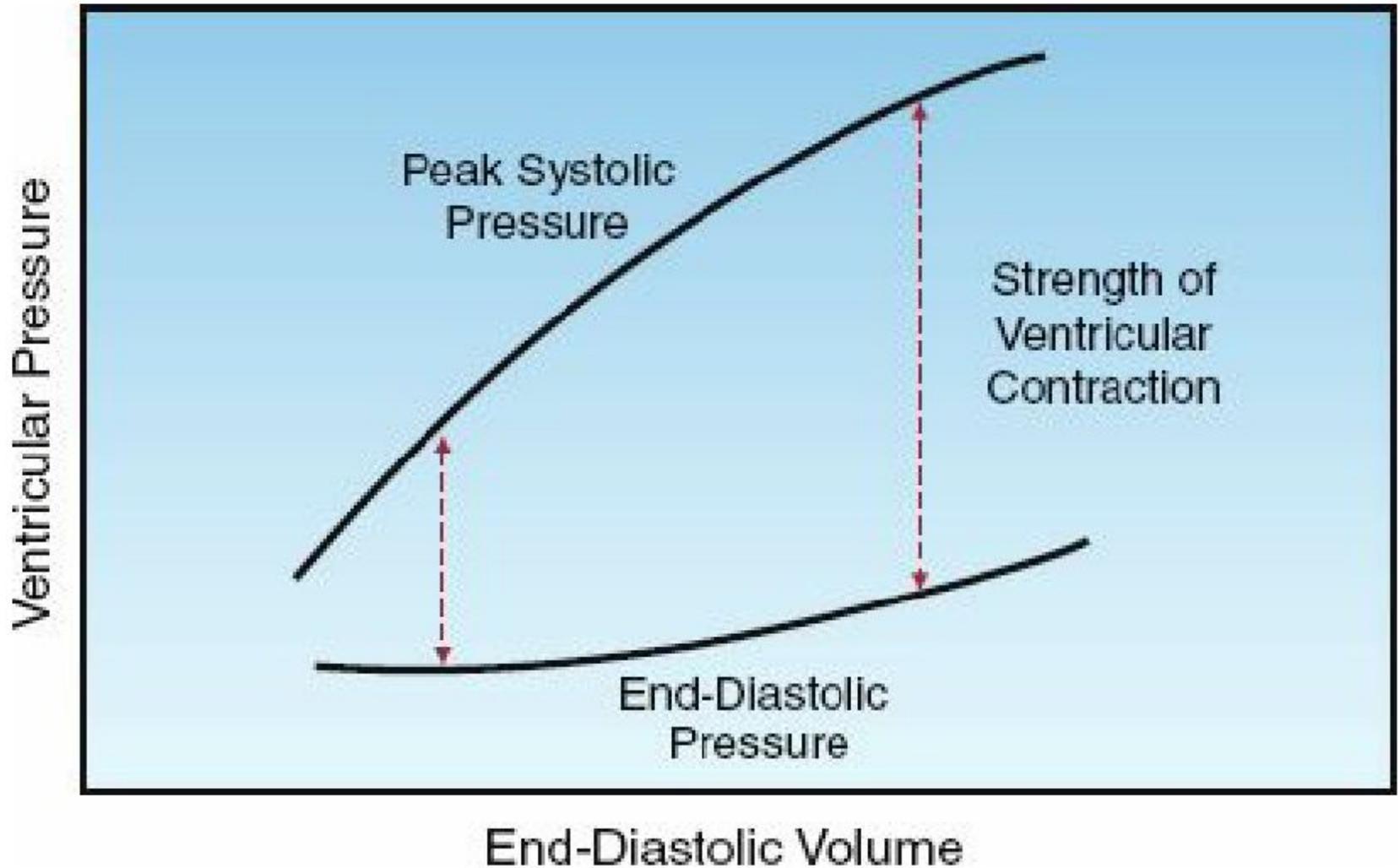
Преднагрузка

- Венозный возврат
 - тонус вен
 - ОЦК
- Растяжимость желудочка
 - Растяжимость = $\text{КДО} / \text{КДД}$
 - Сниженная растяжимость = диастолическая дисфункция

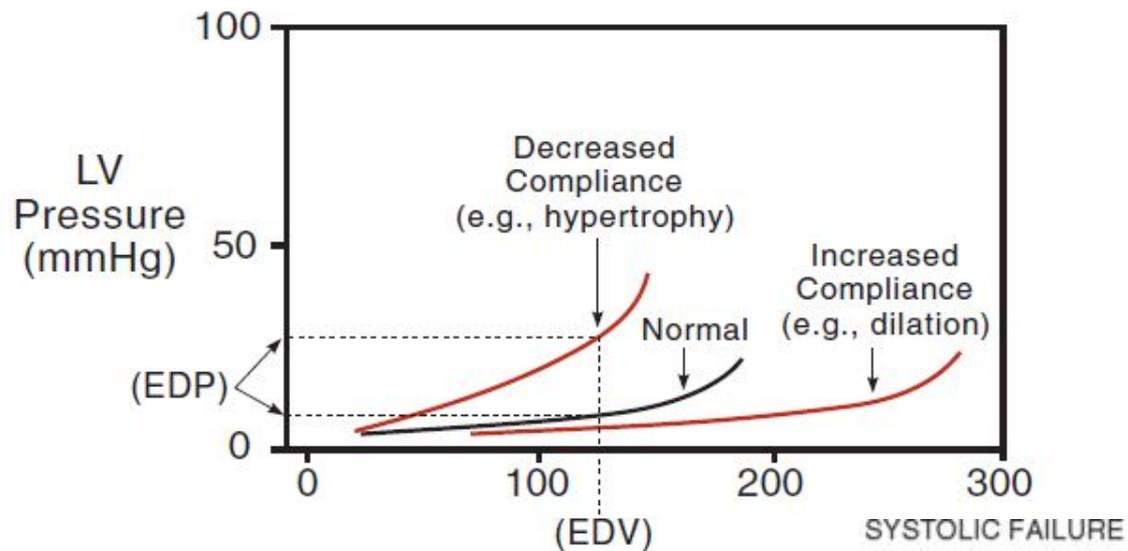
Венозный возврат



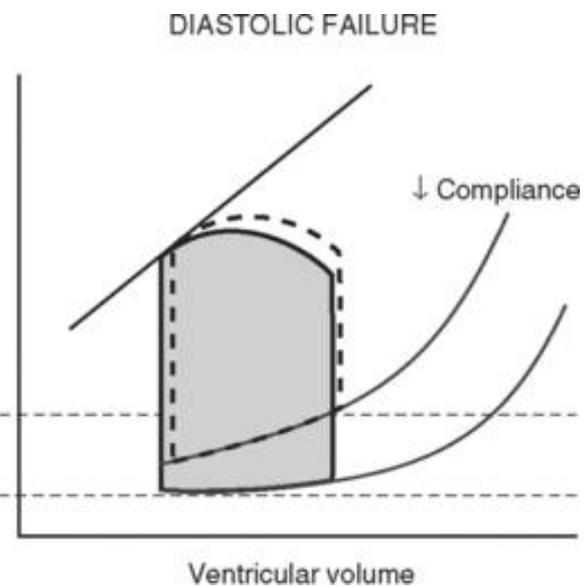
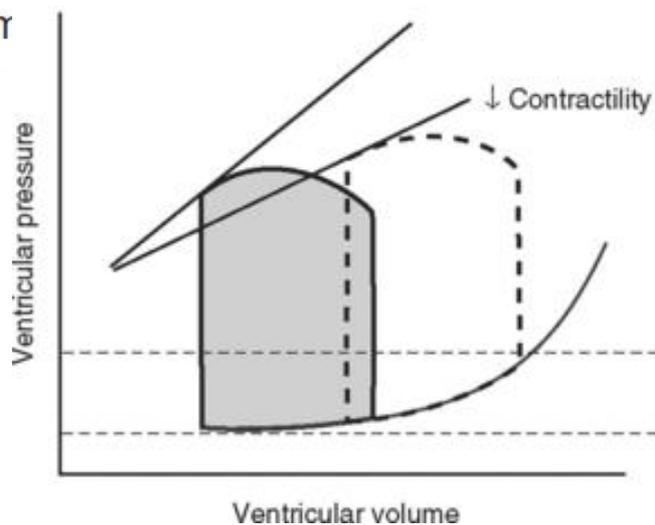
Преднагрузка



Растяжимость желудочка

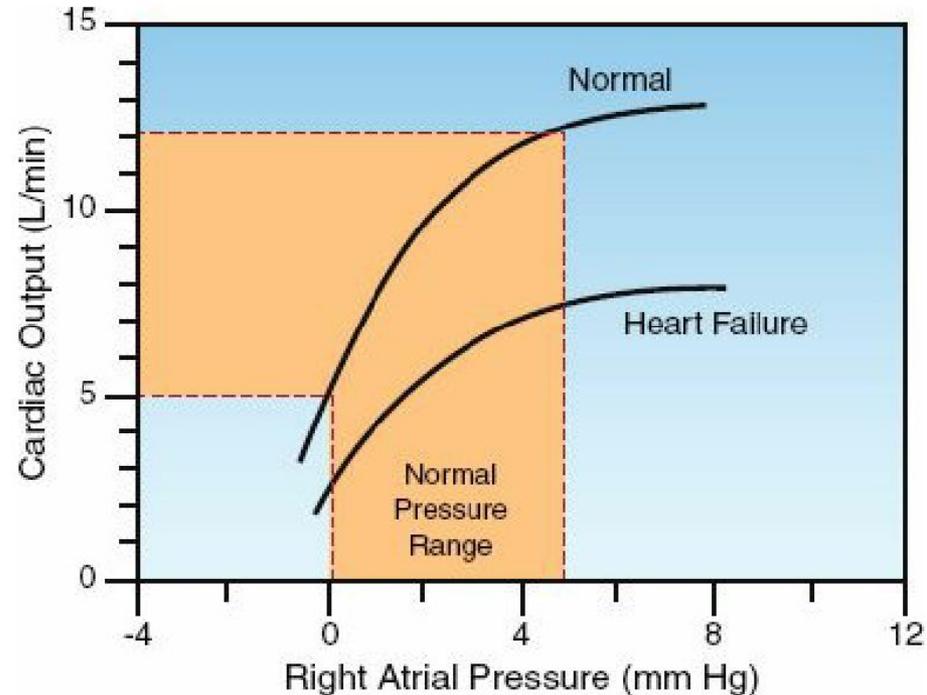


LV Volume

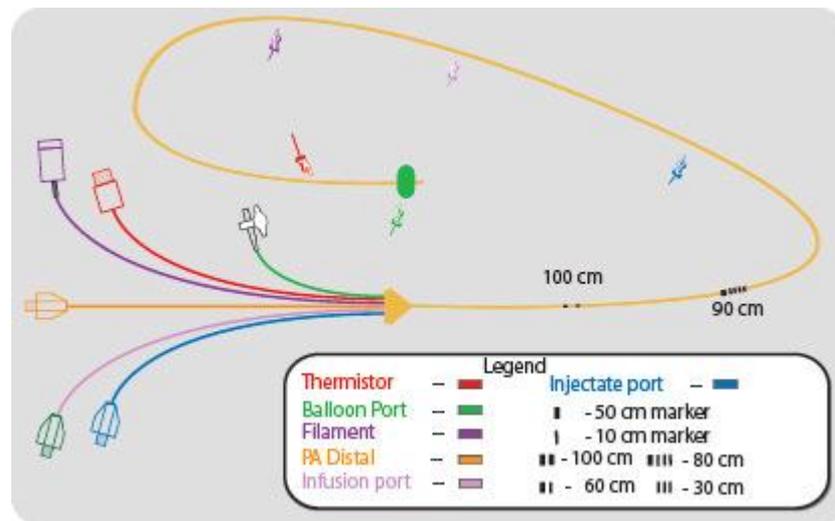
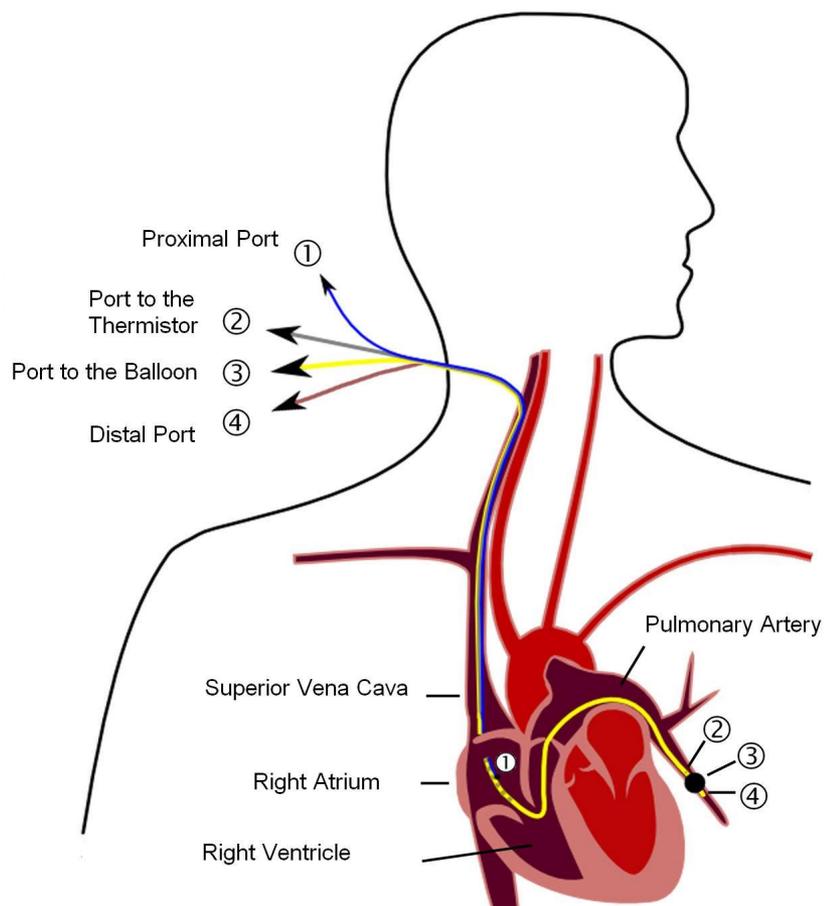


Преднагрузка

- Клиническое измерение
 - ЦВД = дпп = кддпж
 - дзлк = длп = кддлж

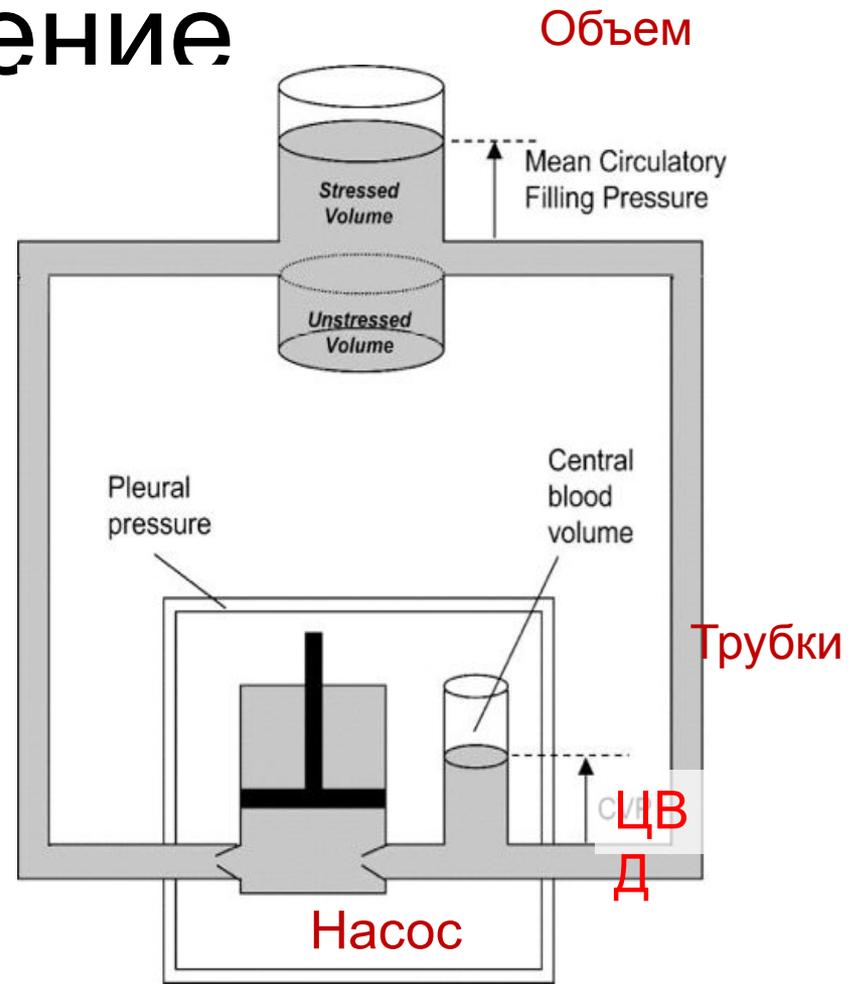
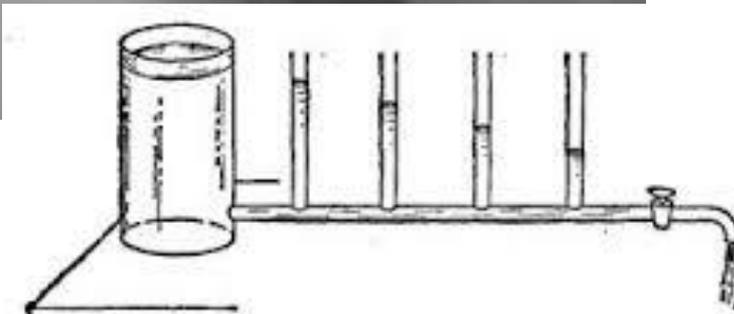


Давление заклинивания легочной артерии (катетер Свана—Ганца)



ДЗЛК = ДЛП =
КДДЛЖ

Центральное венозное давление



Преднагрузка

- Зависит от:
 - ОЦК
 - Тонуса вен
 - КДО
- Снижение:
 - Гемоксфузия,
 - диуретики,
 - венодилататоры
- Повышение:
 - Поза,
 - ИНФУЗИЯ!

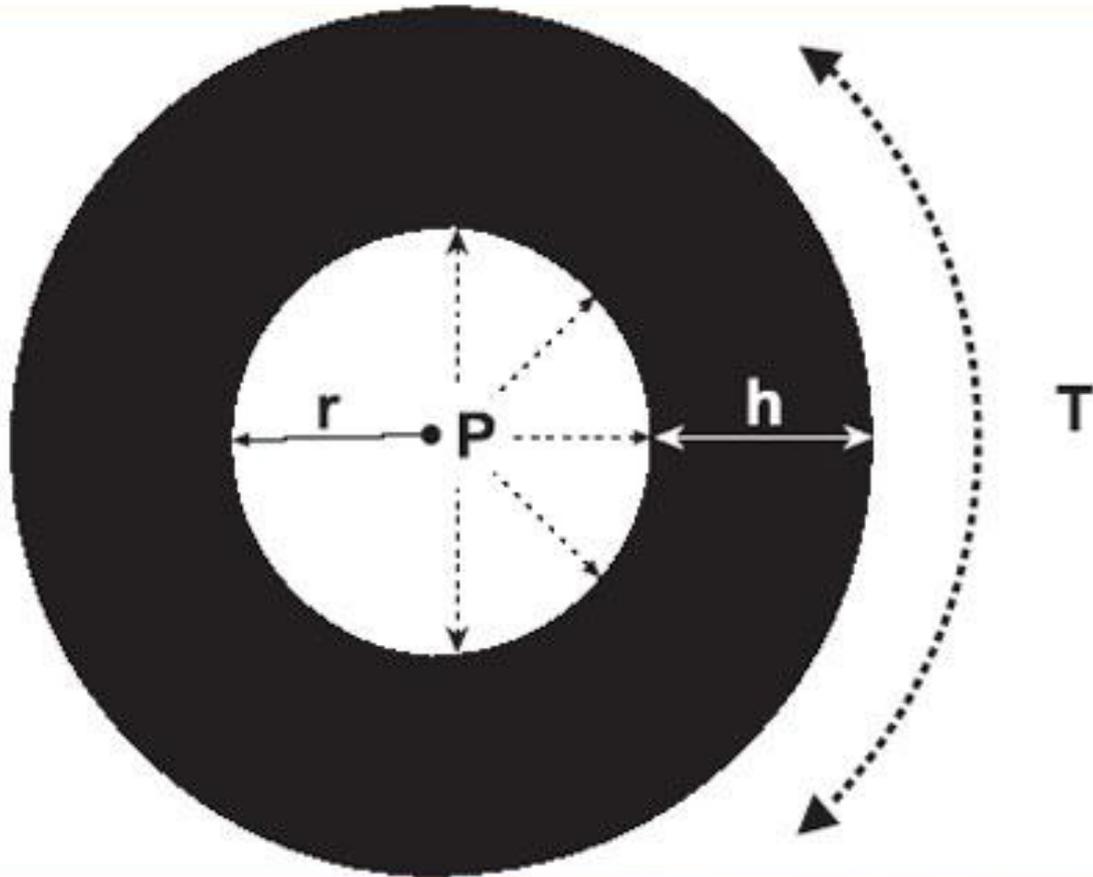
Постнагрузка

- Сила, эквивалентная пиковой напряженности в стенке левого желудочка во время СИСТОЛЫ.

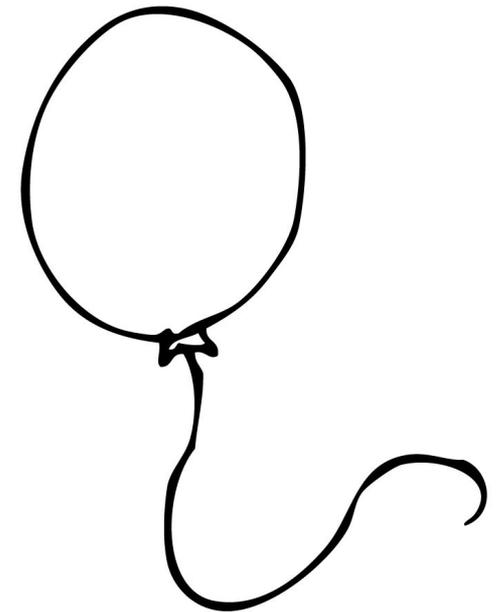
Компоненты постнагрузки

- Конечно-диастолический объем ЛЖ
- Плевральное давление
- Импеданс
- Периферическое сосудистое сопротивление
- Вязкость крови
- Периферический ток крови

Конечно-диастолический объем желудочка



$$T = (P \times r) / 2h$$



Сила, эквивалентная пиковой напряженности в стенке левого желудочка во время СИСТОЛЫ.

Плевральное давление

- Положительное ПД
 - Помогает опорожнению ЛЖ
- Отрицательное ПД
 - Препятствует опорожнению ЛЖ



Сосудистые компоненты

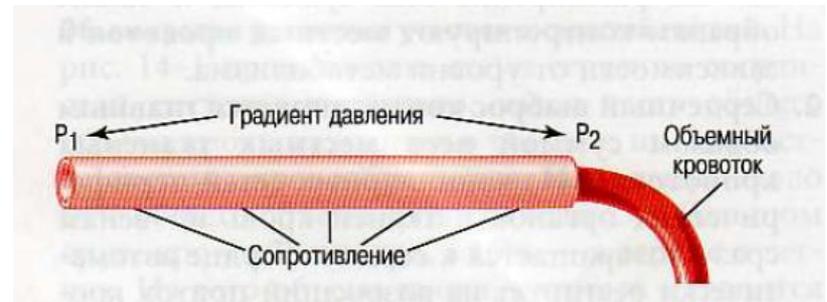
- Импеданс
 - Сопротивление крупных артерий пульсирующему току крови
 - Динамическая величина, неизмерима в клин. практике
- Сопротивление
 - Сопротивление мелких артерий и артериол, 75% всего сопротивления
 - $$R = \frac{\Delta P}{F}$$
 - $$ССС = (АД_{ср} - ДПП) / СВ$$
 - $$ПСС = (ДПД_{ср} - ДПП) /$$

Вычисляемые параметры плохо коррелируют с прямым измерением напряжения стенки ЛЖ(животные модели). Используют только коэффициенты

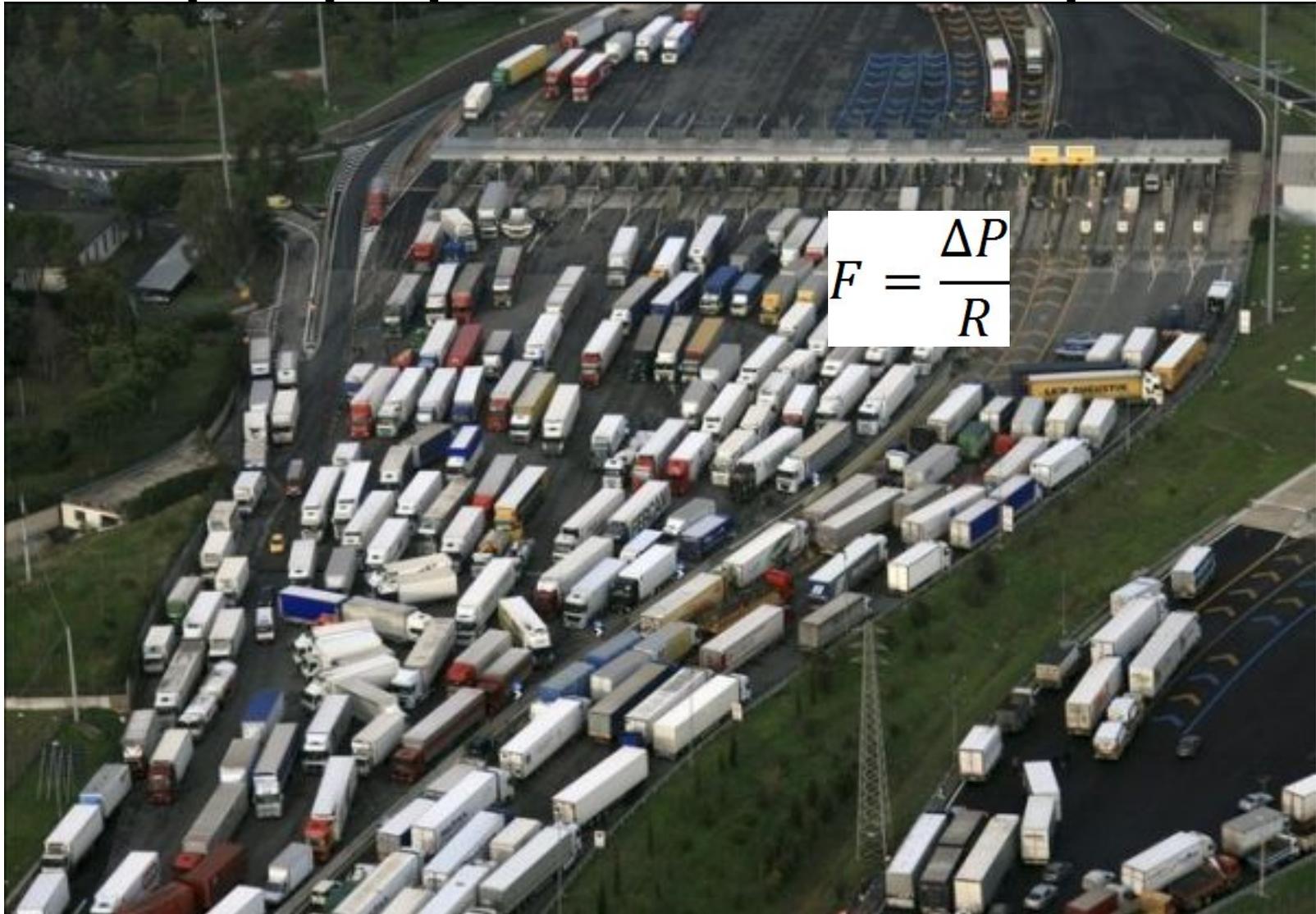
Периферический ток крови

- Градиент давления
- Сосудистое сопротивление

$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

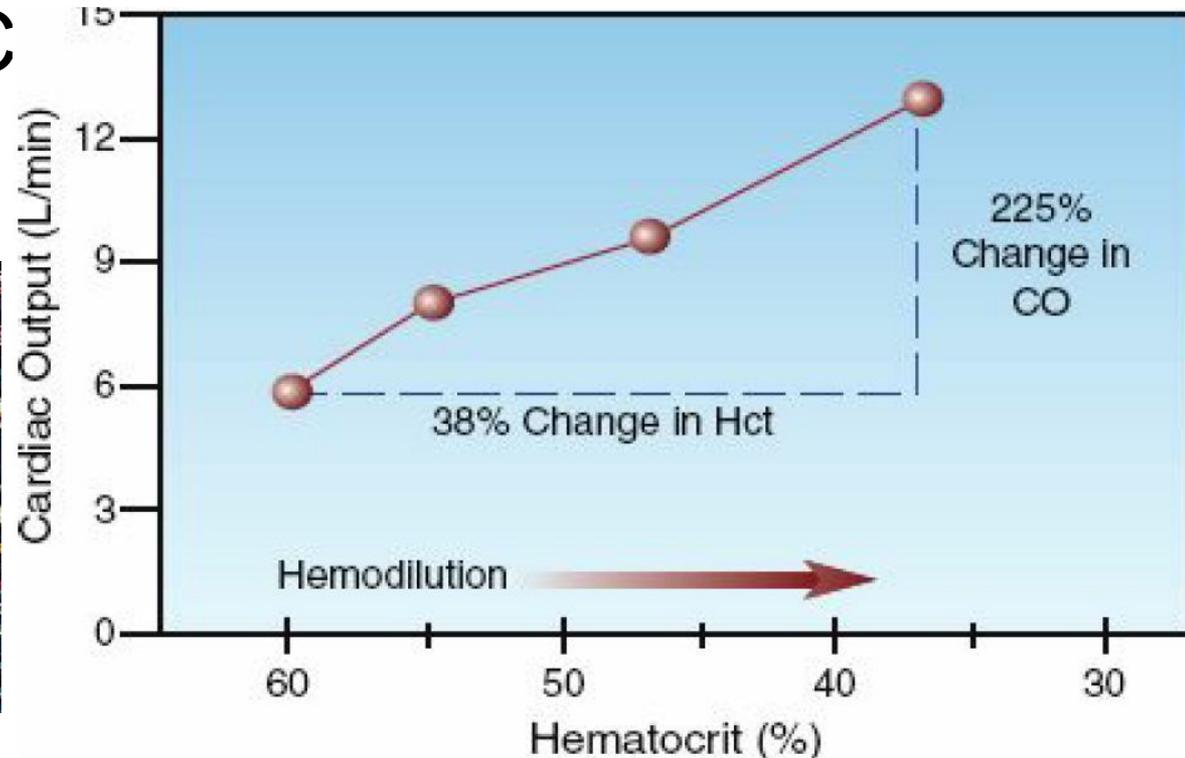


Периферический ток крови



Вязкость крови

- Вязкость обратно пропорциональна скорости потока
- Влияние на С

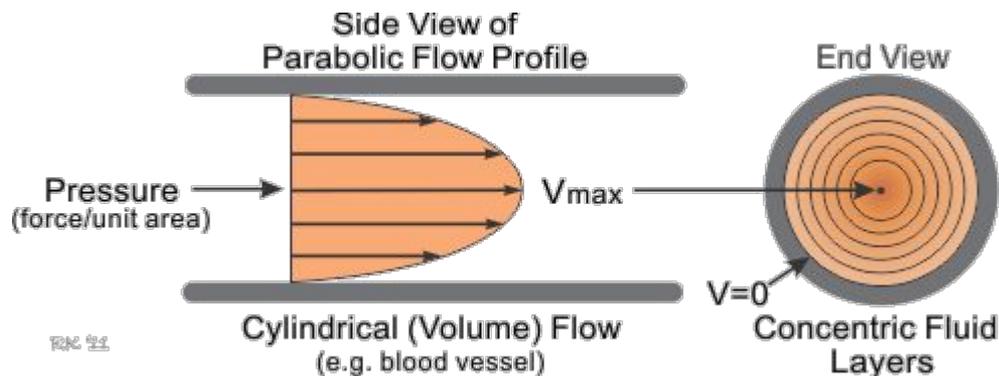


Вязкость крови, Гематокрит

Hematocrit (%)	Relative Viscosity (water = 1)	Absolute Viscosity (centipoise)
0	1.4	—
10	1.8	1.2
20	2.1	1.5
30	2.8	1.8
40	3.7	2.3
50	4.8	2.9
60	5.8	3.8

Периферический ток крови

- Скорость плазмы выше
- Эритроциты стремятся к стабильному положению
- Нт капилляра 6-8%



- Одним из условий сохранения непрерывности потока крови является наличие в ней отдельных, не связанных между собой эритроцитов.
- При замедлении потока крови происходит агрегация — слипание эритроцитов.
- Развитию стаза способствует паралитическое расширение капилляров и замедление тока крови в них в условиях гиповолемии с высоким гематокритом или при действии медиаторов воспаления.
- Особое значение для развития стаза имеет сгущение крови в результате параллельного возрастания проницаемости стенки капилляров.
- Агрегация эритроцитов

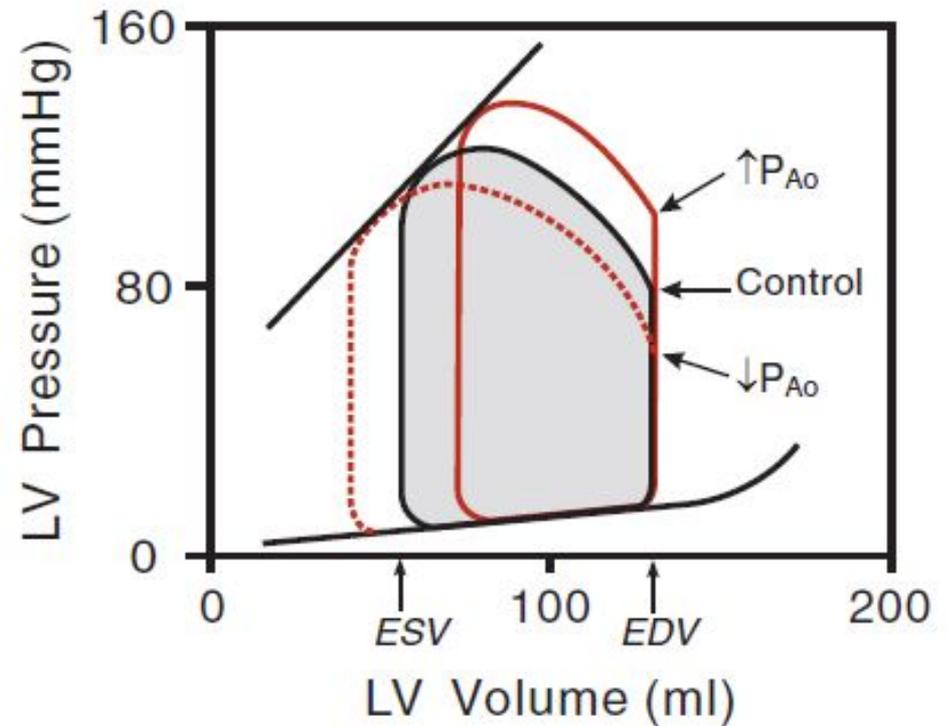
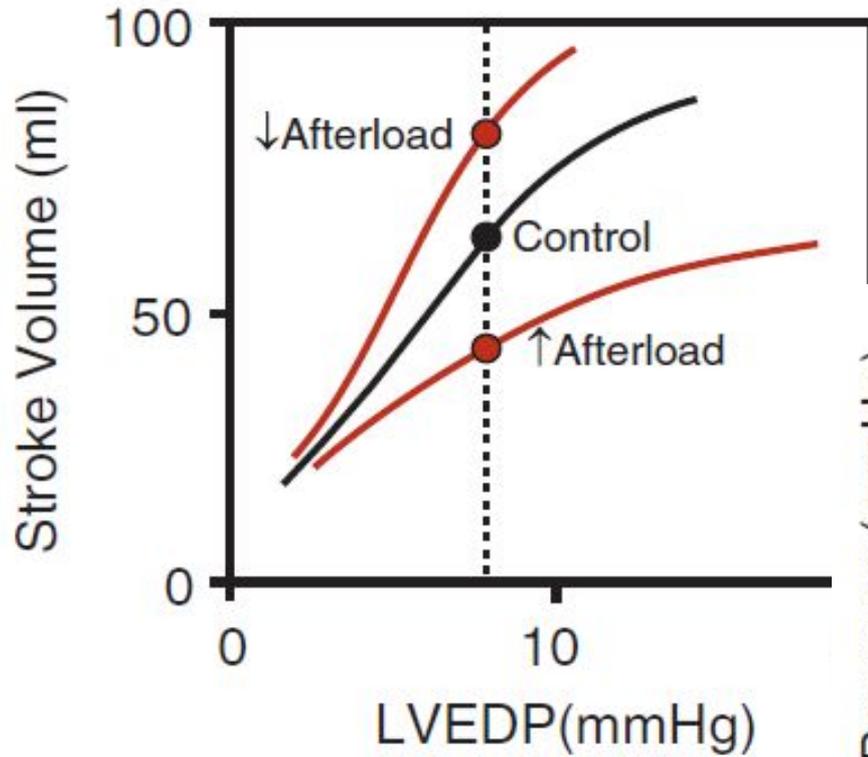
Компоненты постнагрузки

- Конечно-диастолический объем ЛЖ
- Плевральное давление
- Импеданс
- Периферическое сосудистое сопротивление
- Вязкость крови
- Периферический ток крови

Постнагрузка

- Зависит от:
 - Тонус сосудов (АД)
 - Вязкость крови
- Снижение
 - Вазодилататоры
 - Улучшение реологии
- Повышение:
 - Вазопрессоры

Постнагрузка



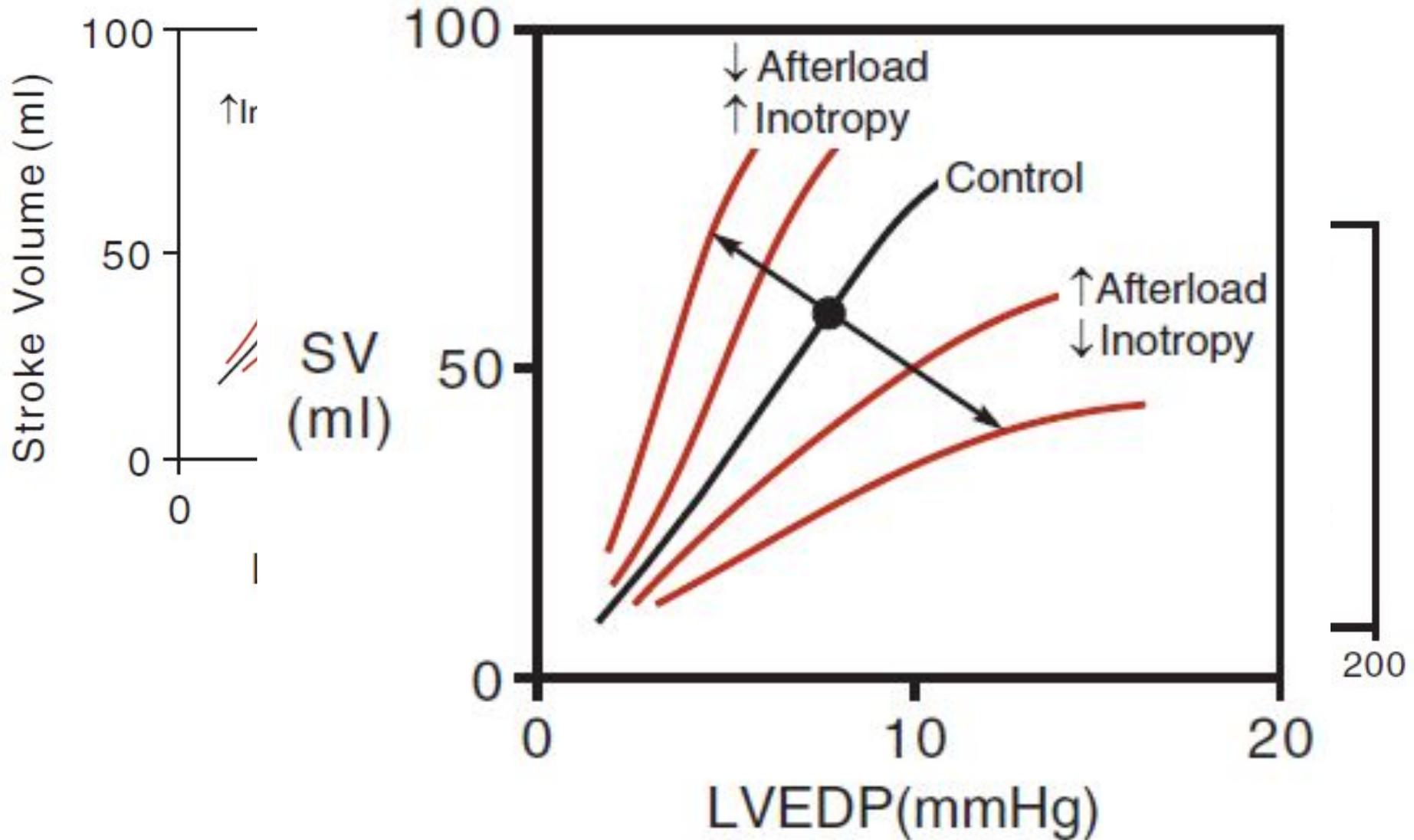
Сократимость

- Способность миокарда сокращаться, независимо от пред- и постнагрузки
- Измерение затруднительно
- Клинический индекс: $ФВ = УОК / КДО$

Снижение: бета-блокаторы
Парасимпатическая
стимуляция

Повышение: инотропы
(катехоламины)
Симпатическая
стимуляция

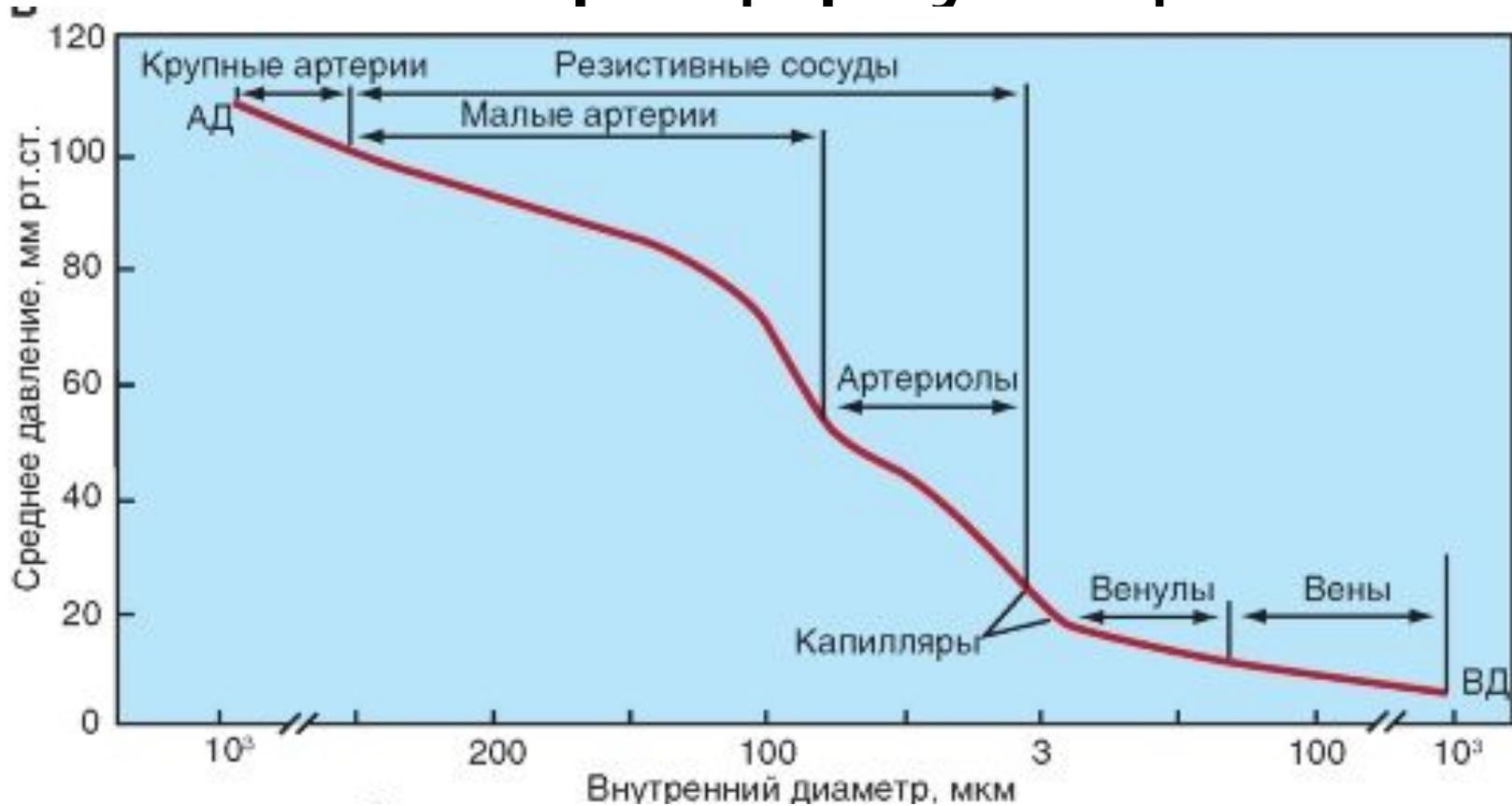
Сократимость



О чем забыли?

- ЧСС
 - Повышение увеличивает СВ
 - Но тахикардия может уменьшать КДО, а значит, и преднагрузку.

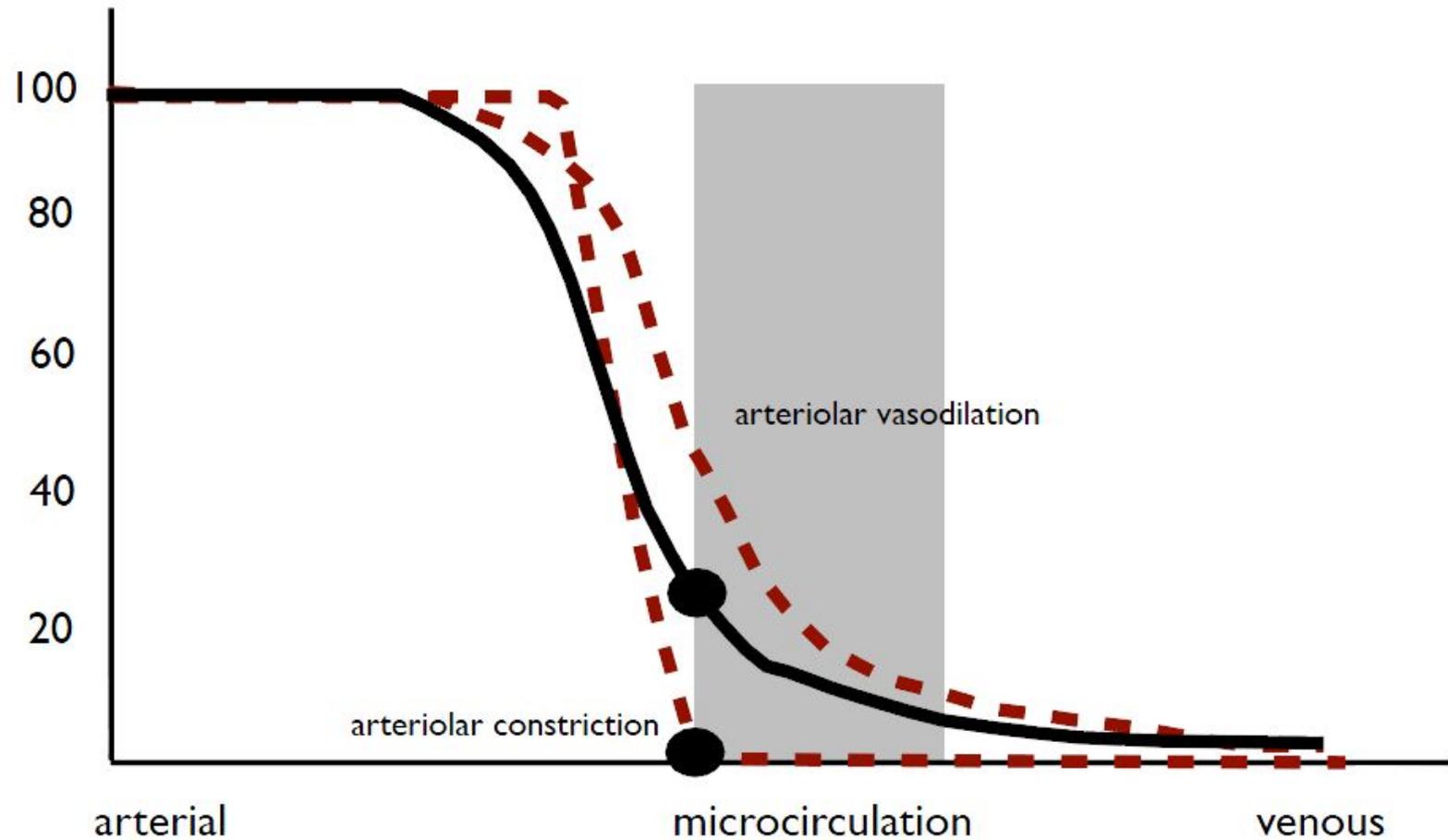
Микроциркуляция



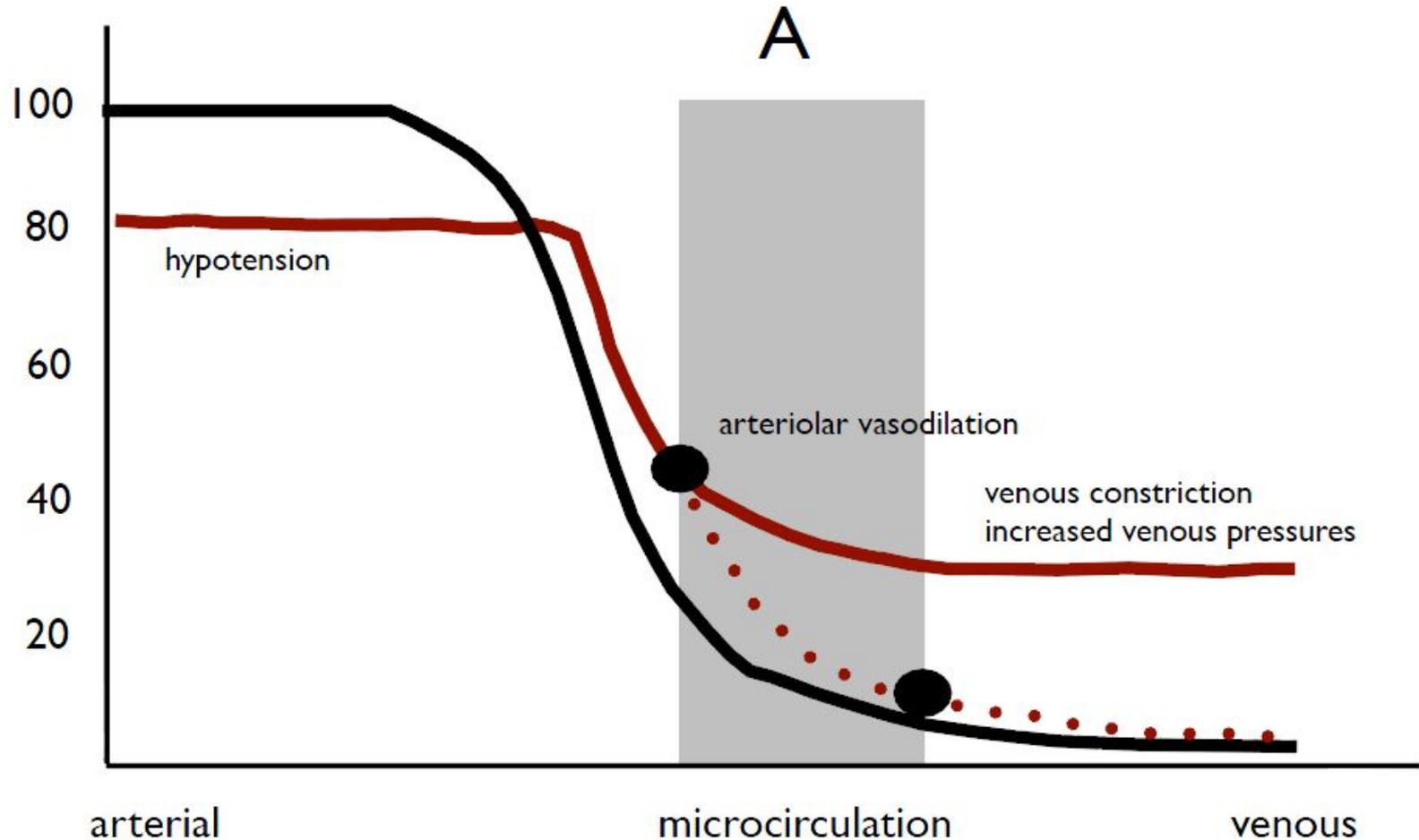
Движущая сила – градиент давления
АДср - ЦВД

В норме зависит от метаболических потребностей тканей

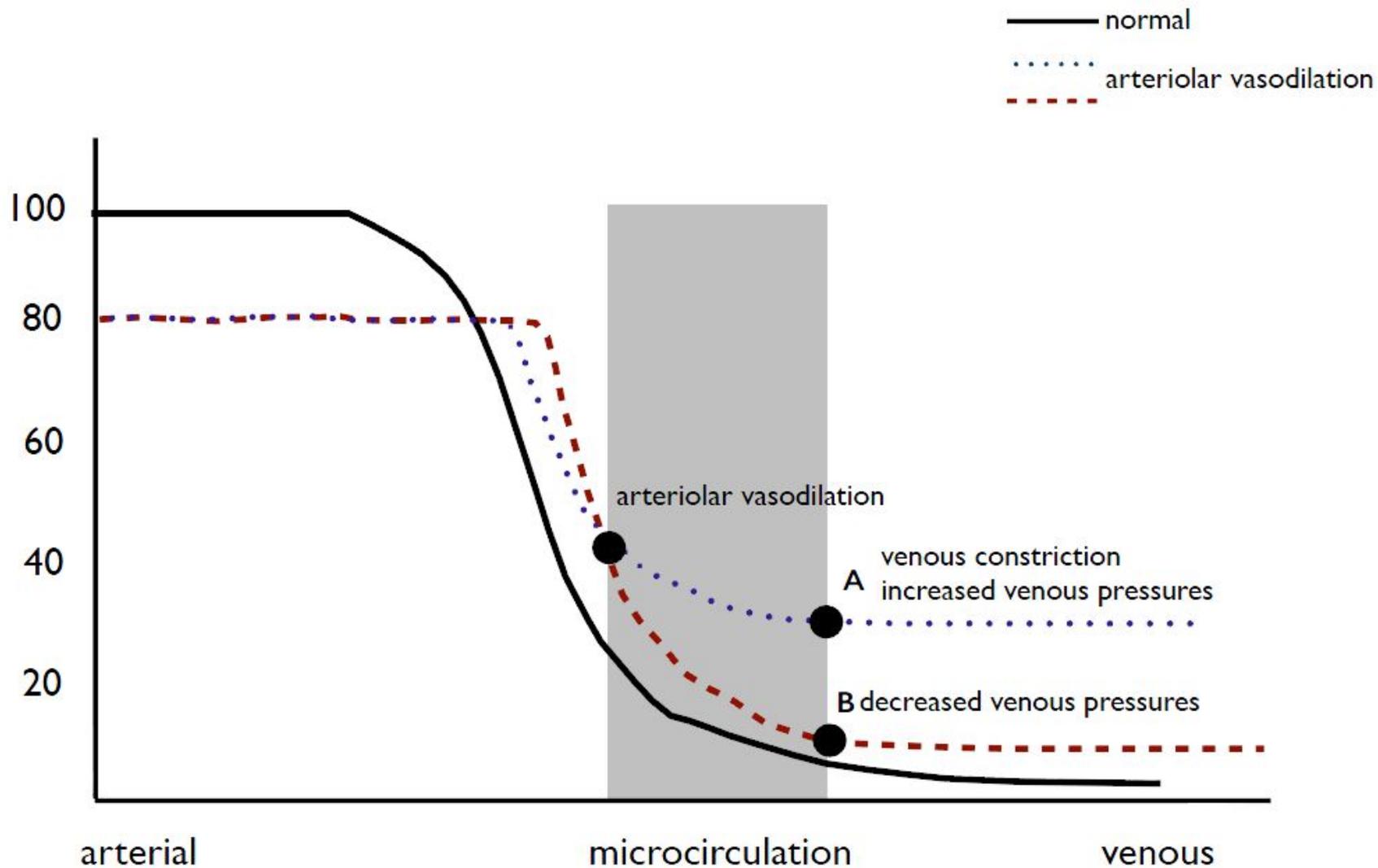
Микроциркуляция



Микроциркуляция



Микроциркуляция



Системное артериальное давление

- Регулируется независимо от СВ и тканевого кровотока
- Важно Среднее АД

$$САД = ДАД + 1/3(СсАД - ДАД)$$

- Зависит от СВ, ОПСС и ЦВД

$$АД_{cp} = (СВ \times ОПСС) + ЦВД$$

Системное артериальное давление

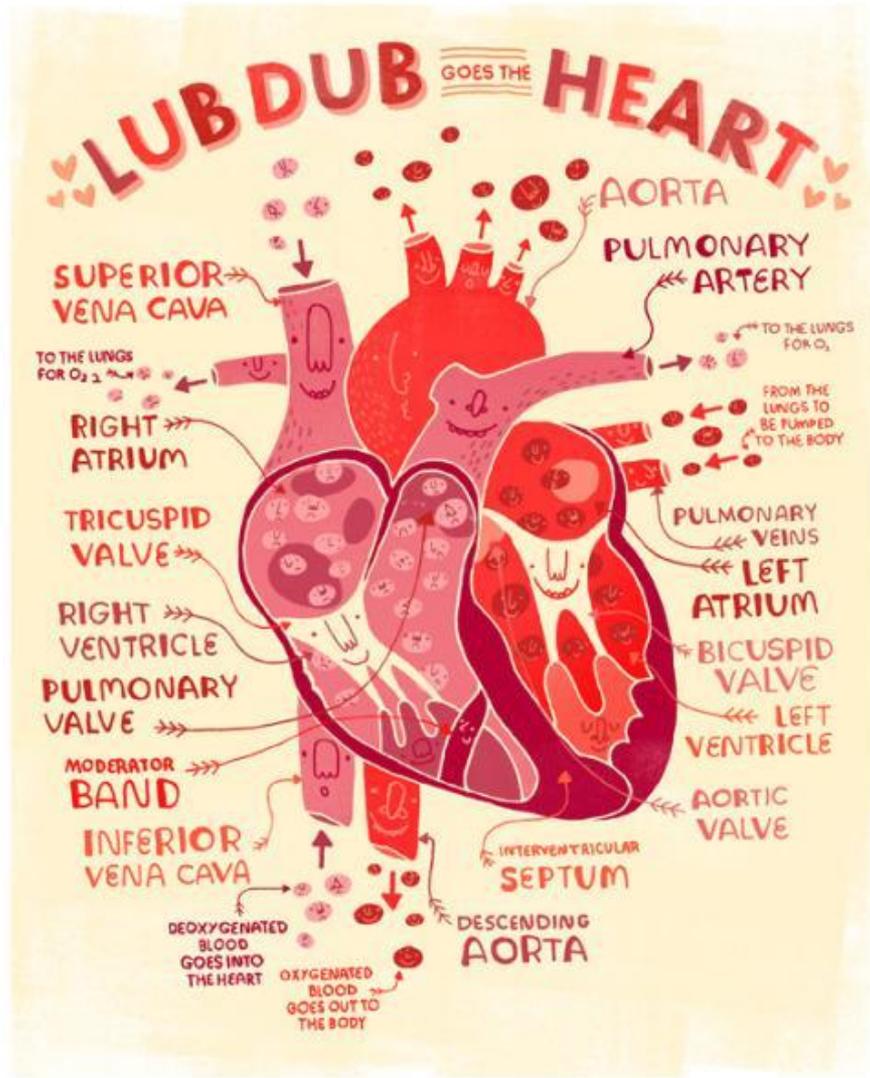
- Гуморальная регуляция
 - (+) Адреналин и Норадреналин, Ангиотензин II, Вазопрессин, Эндотелин
 - (-) Брадикинин, Гистамин
- Нервная регуляция
 - симпатическая иннервация всех сосудов

Системное артериальное давление



- Барорецепторный механизм – быстрый ответ на снижение и повышение АД
- Хеморецепторы – активизируются гипоксемией, гиперкапнией, H⁺
- Рефлекс Бейнбриджа (увеличение силы и частоты сокращений сердца из-за увеличения центрального венозного давления)
- Реакция ЦНС на ишемию

Все просто...



Предна

Зка