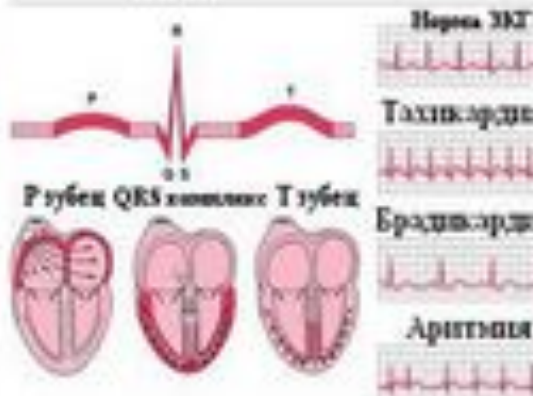
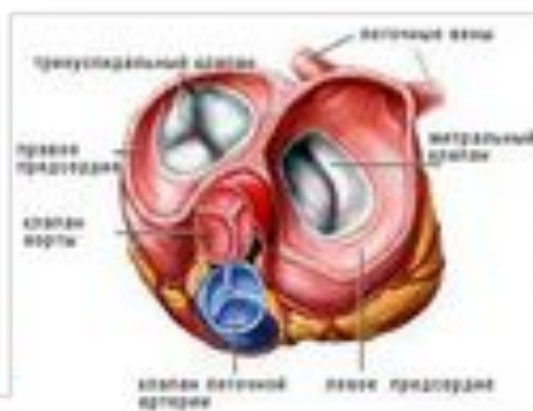
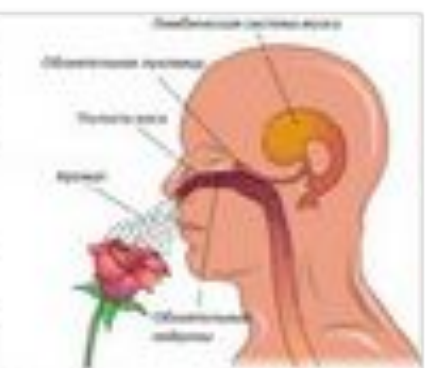
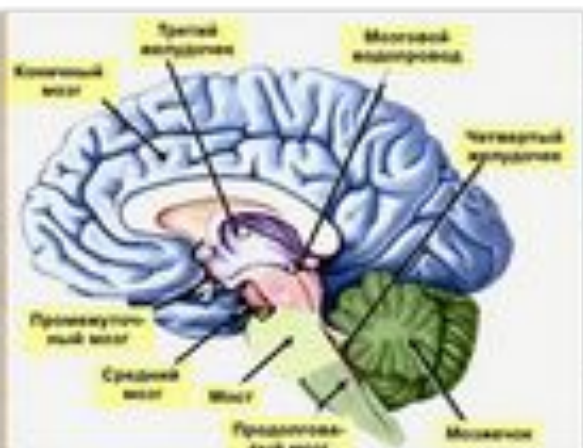
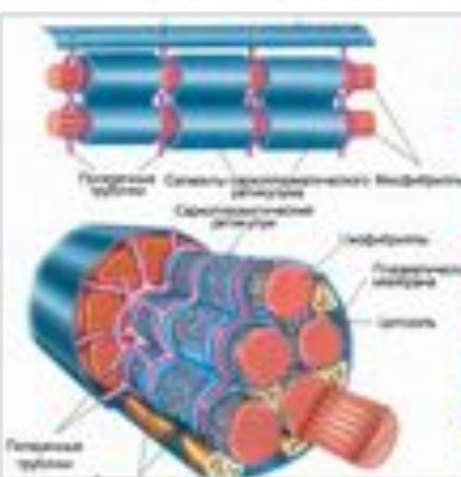
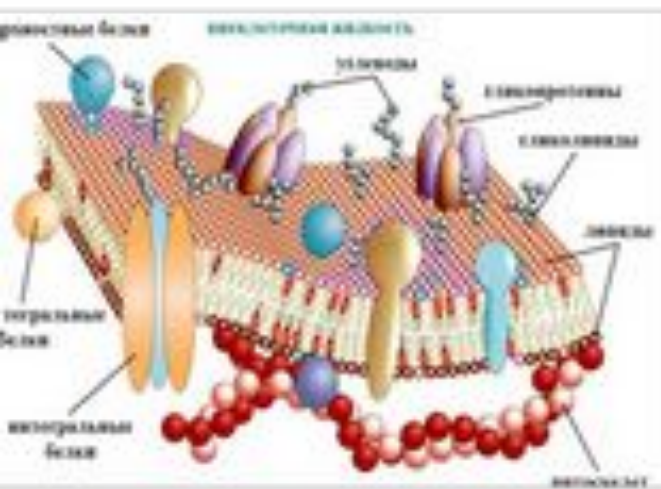


Физиология с основами анатомии



План лекции

Тема 4. Система кровообращения.

4.3. Нервные и гуморальные механизмы внутри- и внесердечной регуляции сердца

Регуляция сердца

Внутрисердечная

Гетерометрическая

✓ Закон Франка- Старлинга

Гомеометрическая

✓ Феномен Анрепа

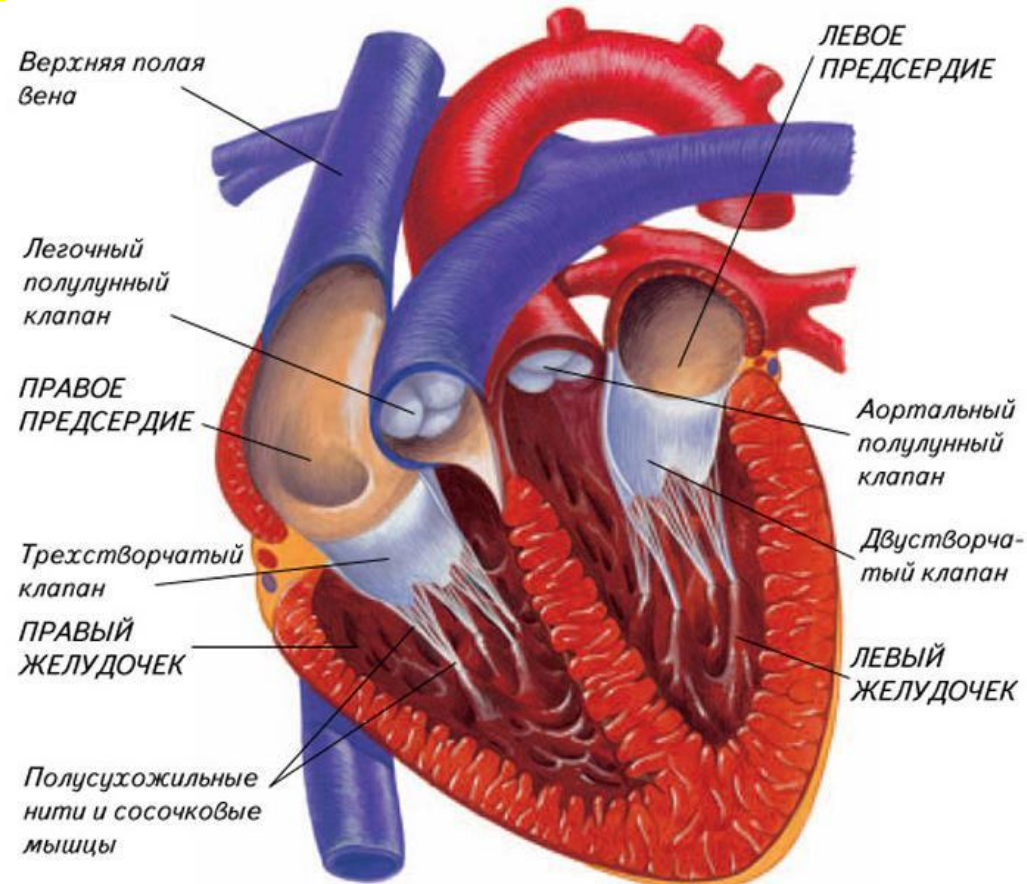
✓ Лестница Боудича

Внесердечная

✓ Нервная

✓ Рефлекторная

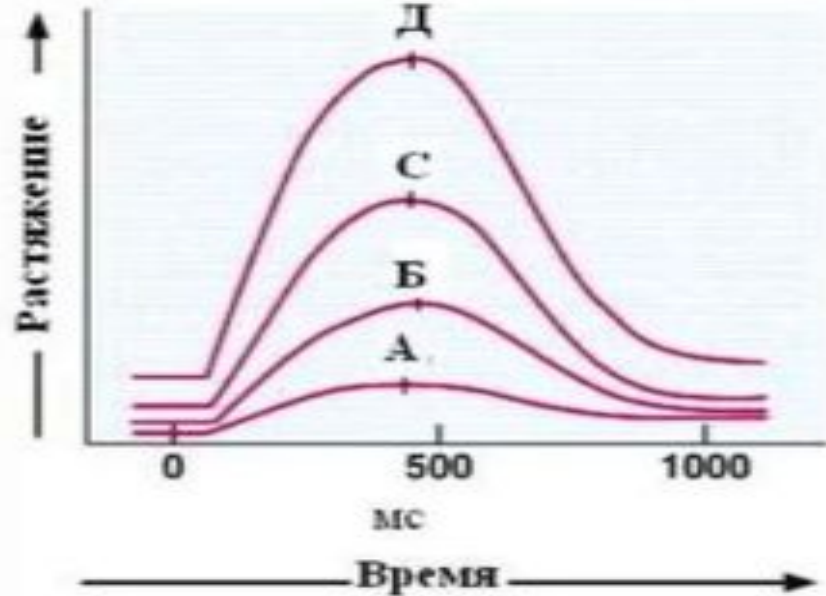
✓ Гуморальная



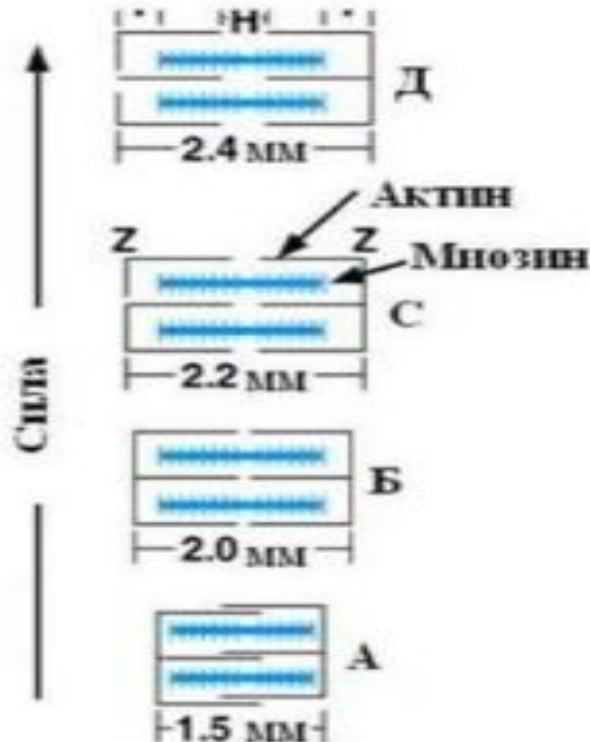
✓ Закон Франка-Старлинга

Чем больше растяжение миокарда притекающей кровью в диастолу, тем сильнее его сокращение в систолу и больше выброс крови в артериальную систему.

Закон Франка-Старлинга



Растяжение саркомера



ЗАКОН ФРАНКА - СТАРЛИНГА (гетерометрический механизм)



Увеличение объема притекающей к сердцу крови - ПРЕНАГРУЗКА

Молекулярный механизм заключается в том, что растяжение кардиомиоцитов создает оптимальные условия взаимодействия филаментов актина и миозина, что позволяет генерировать сокращения большей силы

✓ Феномен Анрепа

Чем больше сопротивление сердечному выбросу (при стенозе полулунных клапанов), тем больше сила сокращения миокарда желудочков.

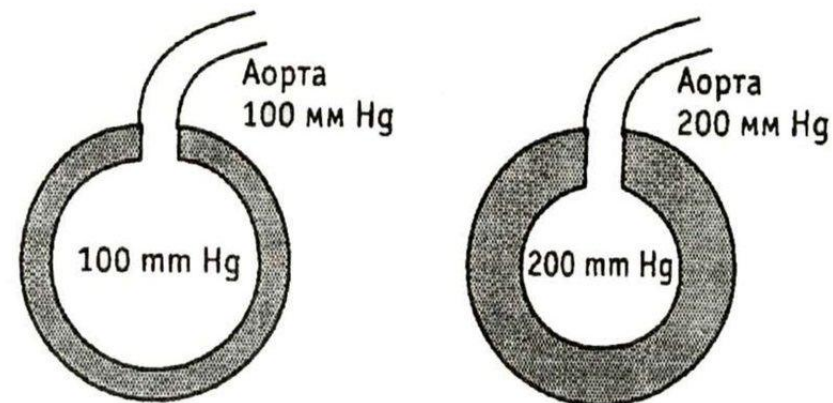
При повышении АД в аорте пропорционально возрастает сила сокращения желудочков.

ЭФФЕКТ АНРЕПА



Увеличение сопротивления оттоку в артерии, выходящей из сердца, называется ПОСТНАГРУЗКОЙ.

Эффект Анрепа

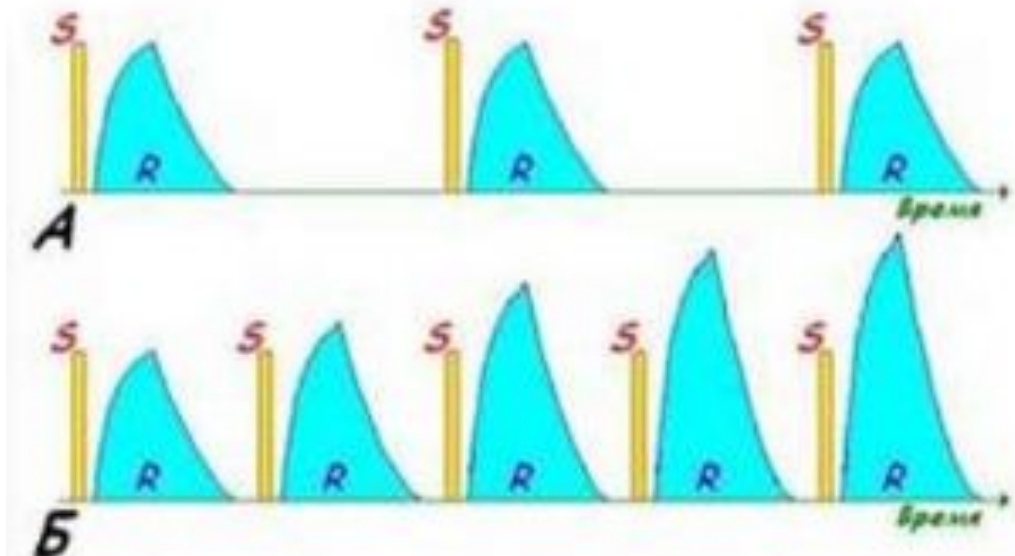


В ответ на повышение давления в аорте сила сокращения левого желудочка увеличивается

При этом УО и МОК не уменьшаются!

✓ Лестница Боудича

При увеличении ЧСС увеличивается сила сокращения миокарда



S – стимулы, одинаковые по силе, но разные по частоте (А – более редкие, Б – более частые). R – ответы (сокращения миокард) (А – одинаковые по амплитуде, Б – возрастающей амплитуды)

Лестница Боудича (1871)

60 имп/мин



120 имп/мин

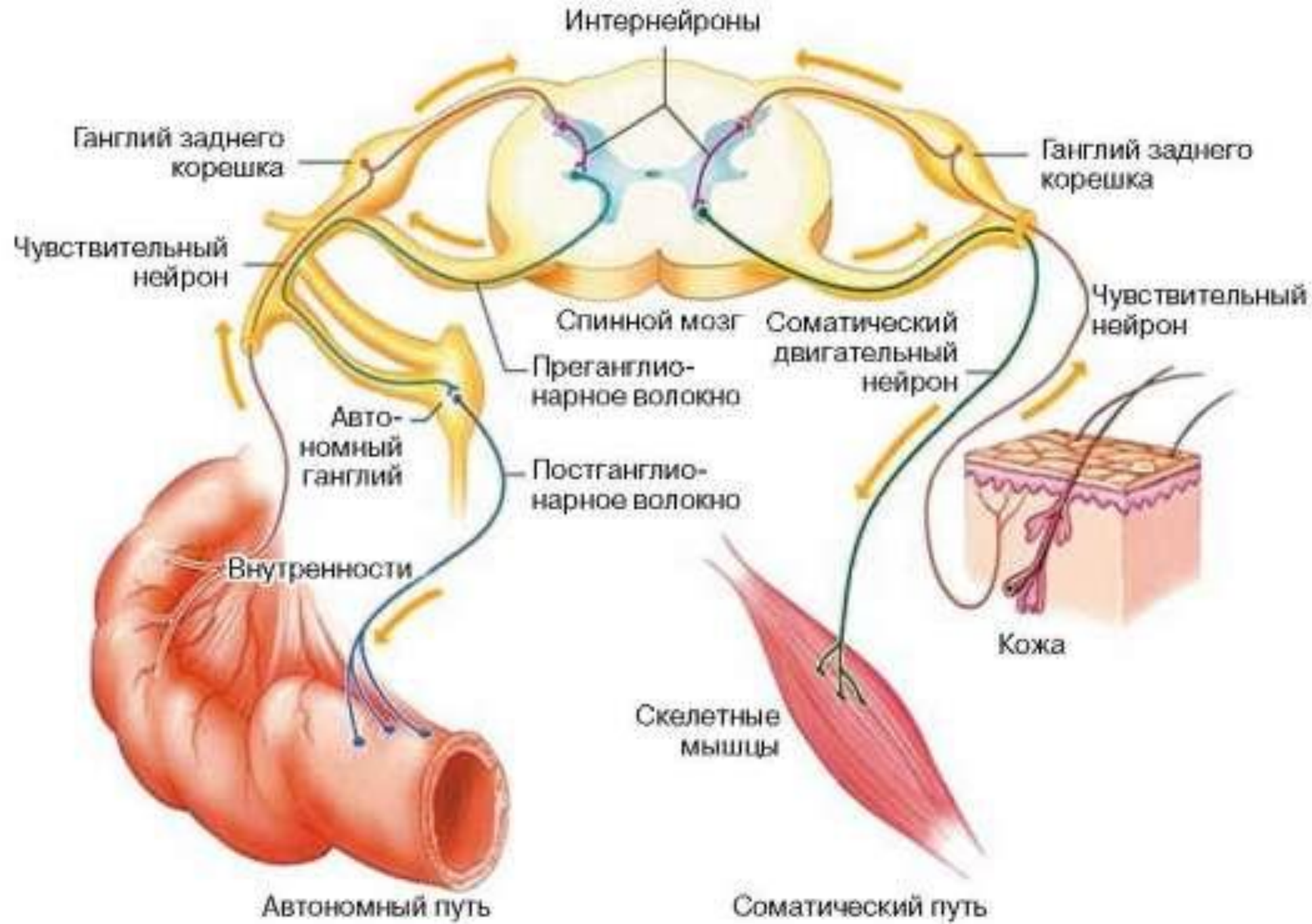


180 имп/мин



Укорочение диастолы,
>остается Na ,
<удаляется Ca ,
>залп Ca в систолу,
> сила сокращения

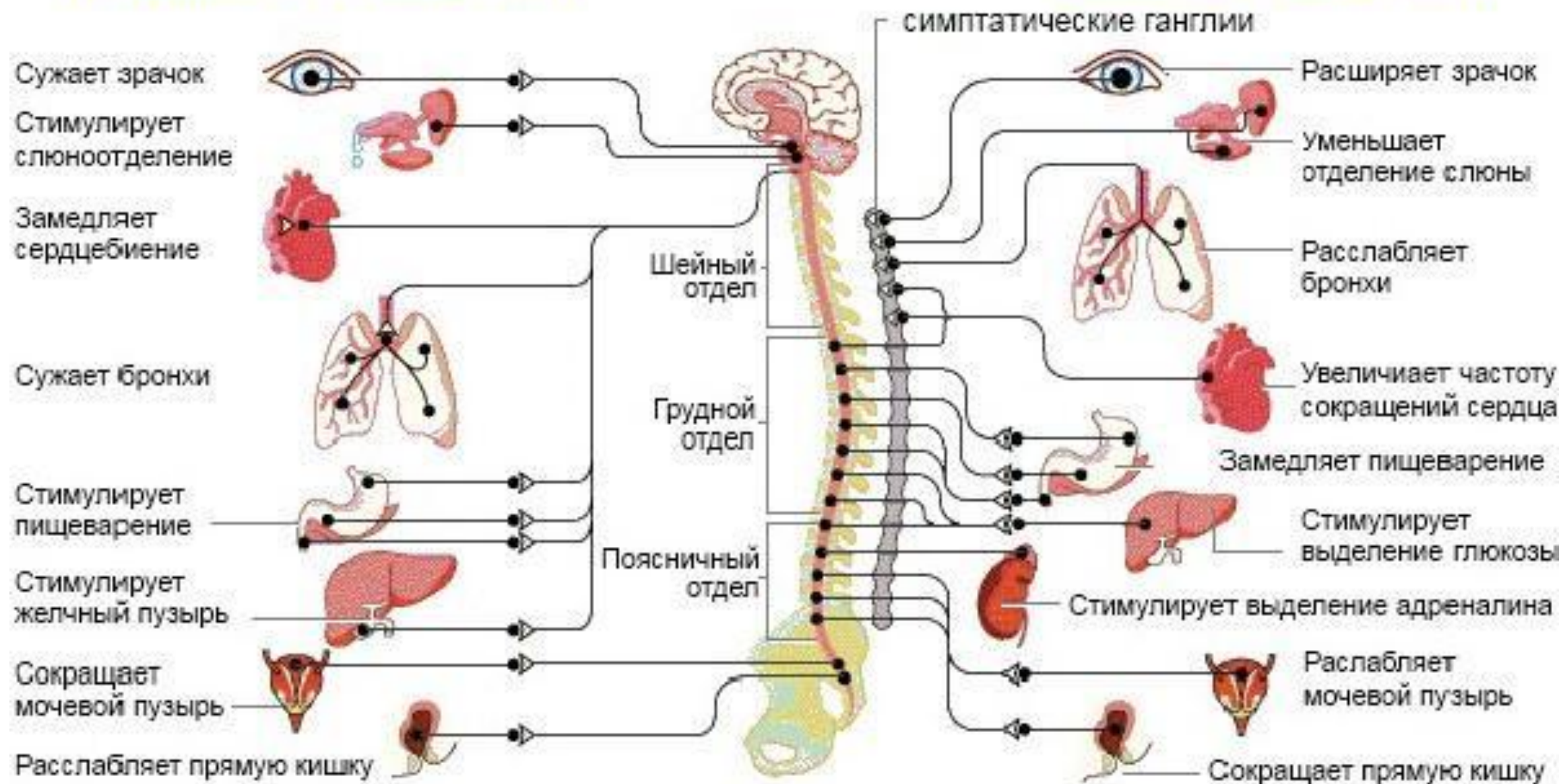




ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

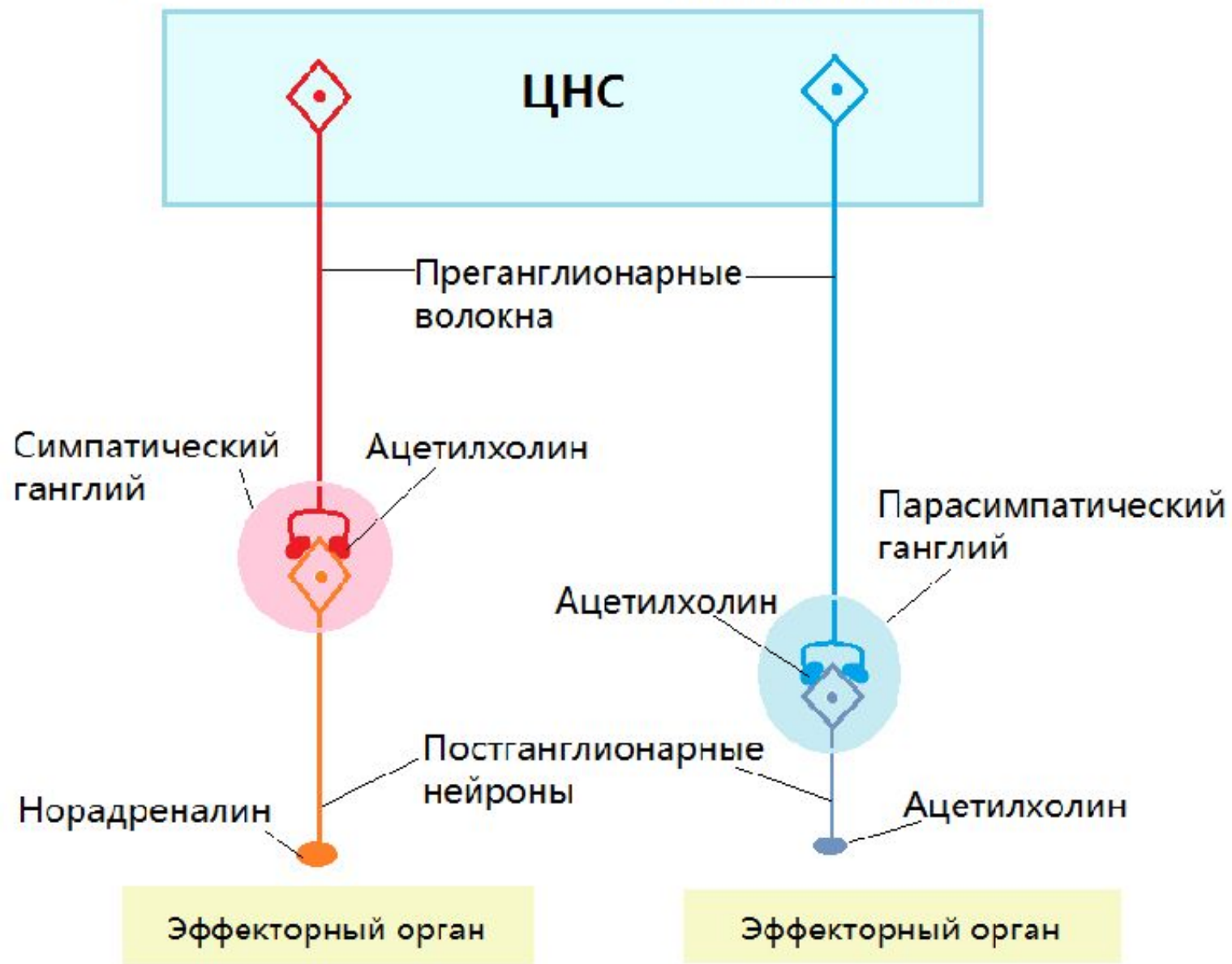
Парасимпатический отдел

Симпатический отдел

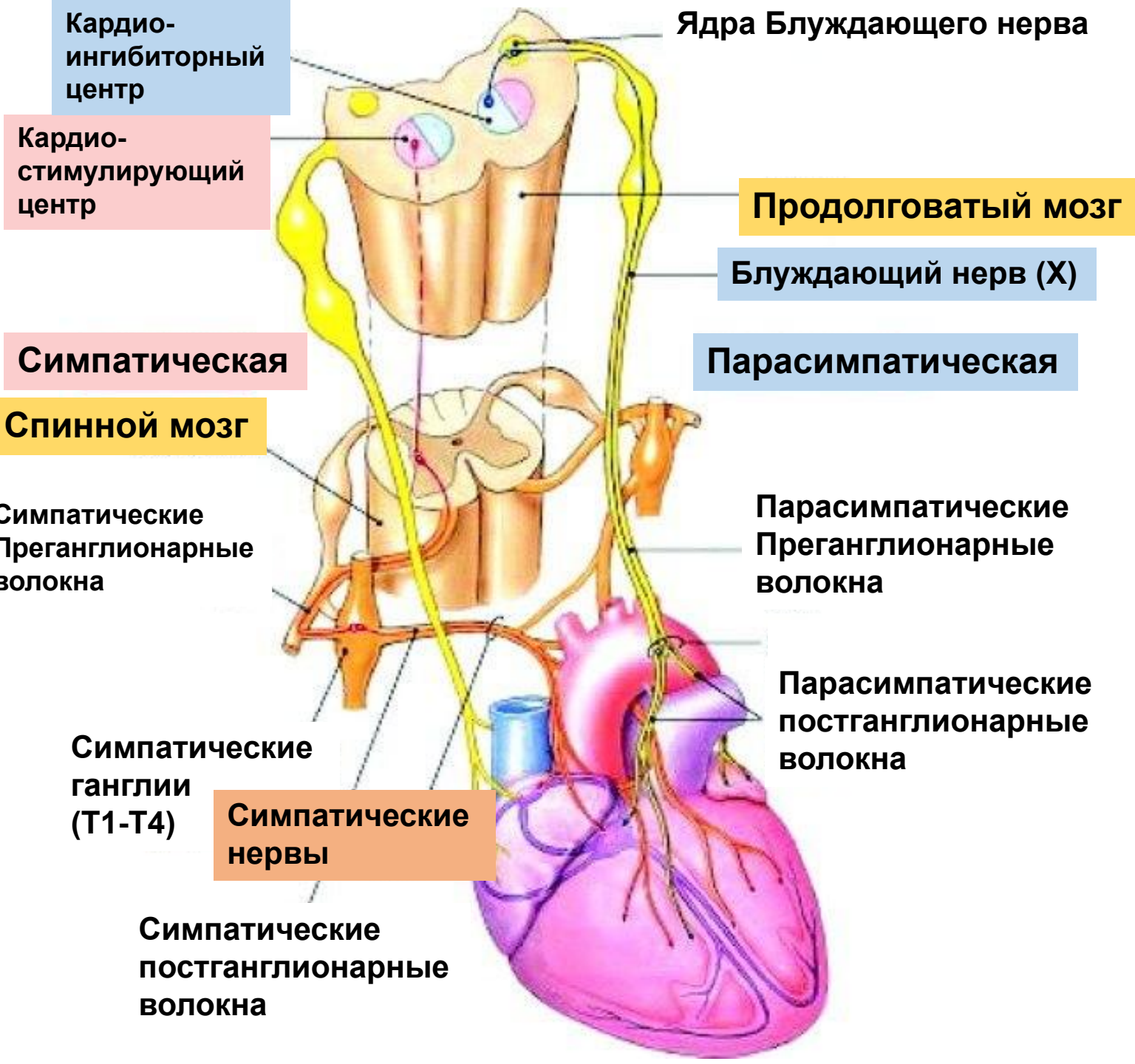


Симпатическая нервная система

Парасимпатическая нервная система

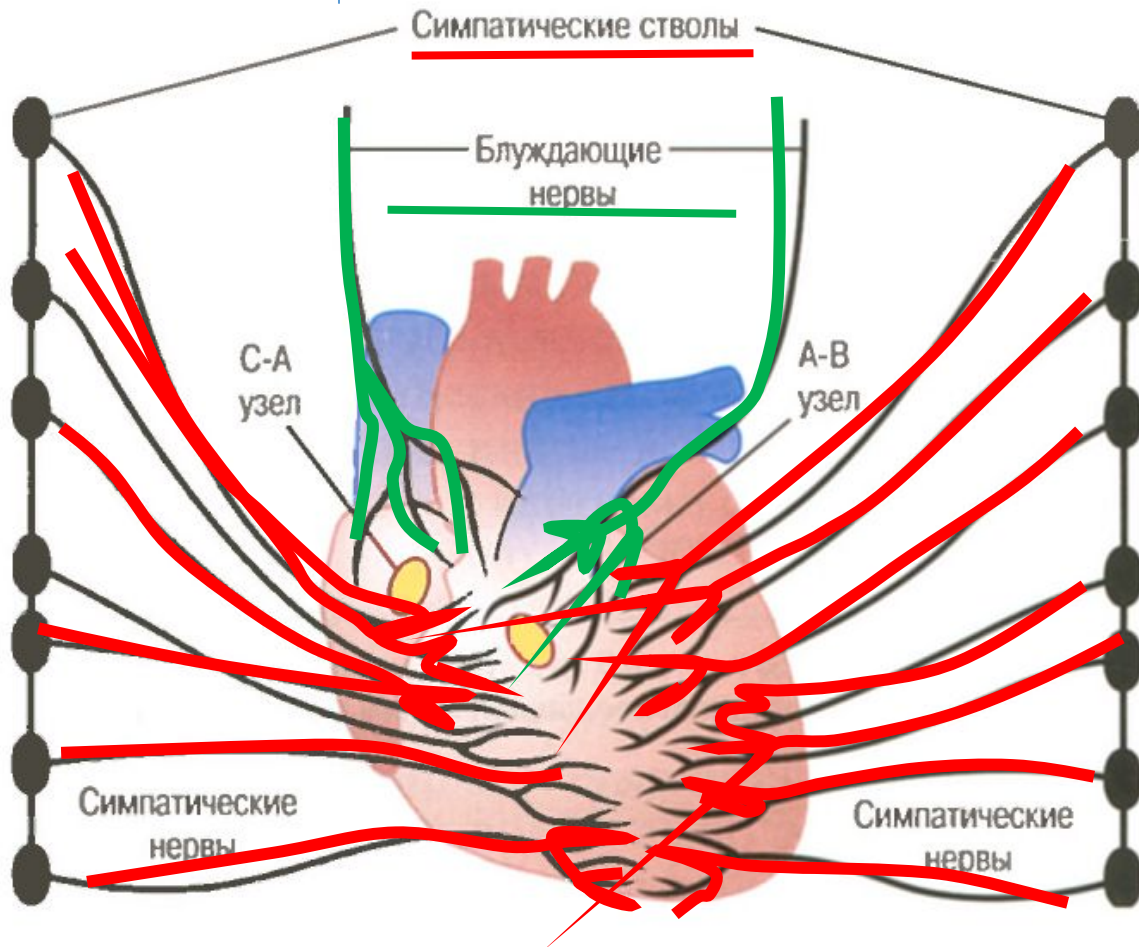


Орган	Действие симпатических нервов	Действие парасимпатических органов
Сердце	Усиление и учащение сердечных сокращений	Ослабление и замедление сердечных сокращений
Артерии	Сужение артерий и повышение кровяного давления	Расширение артерий и понижение кровяного давления
Пищеварительный тракт	Замедление перистальтики, уменьшение активности	Ускорение перистальтики, повышение активности
Мочевой пузырь	Расслабление пузыря	Сокращение пузыря
Мускулатура бронхов	Расширение бронхов, облегчение дыхания	Сокращение бронхов
Мышечные волокна радужной оболочки	Расширение зрачка	Сужение зрачка
Мышцы, поднимающие волосы	Поднятие волос	Прилегание волос
Потовые железы	Усиление секреции	Ослабление секреции
Слюнные железы	Угнетают слюноотделение	Усиливают слюноотделение



✓ **Нервная регуляция сердца**

Иннервация сердца



Симпатическая иннервация.

симпатические волокна подходят к органу в составе нескольких сердечных нервов и равномерно распределяются по всем отделам сердца. Миокард предсердий имеет более высокую плотность адренергических волокон.

Парасимпатическая иннервация.

Волокна правого блуждающего нерва иннервируют правое предсердие, **С-А узел**.

Волокна левого блуждающего нерва подходят к **АВ-узлу**.

Правый блуждающий нерв оказывает влияние главным образом на ЧСС, а левый - на АВ-проведение.

Желудочки имеют менее выраженную парасимпатическую иннервацию.

Эффекты парасимпатической стимуляции:

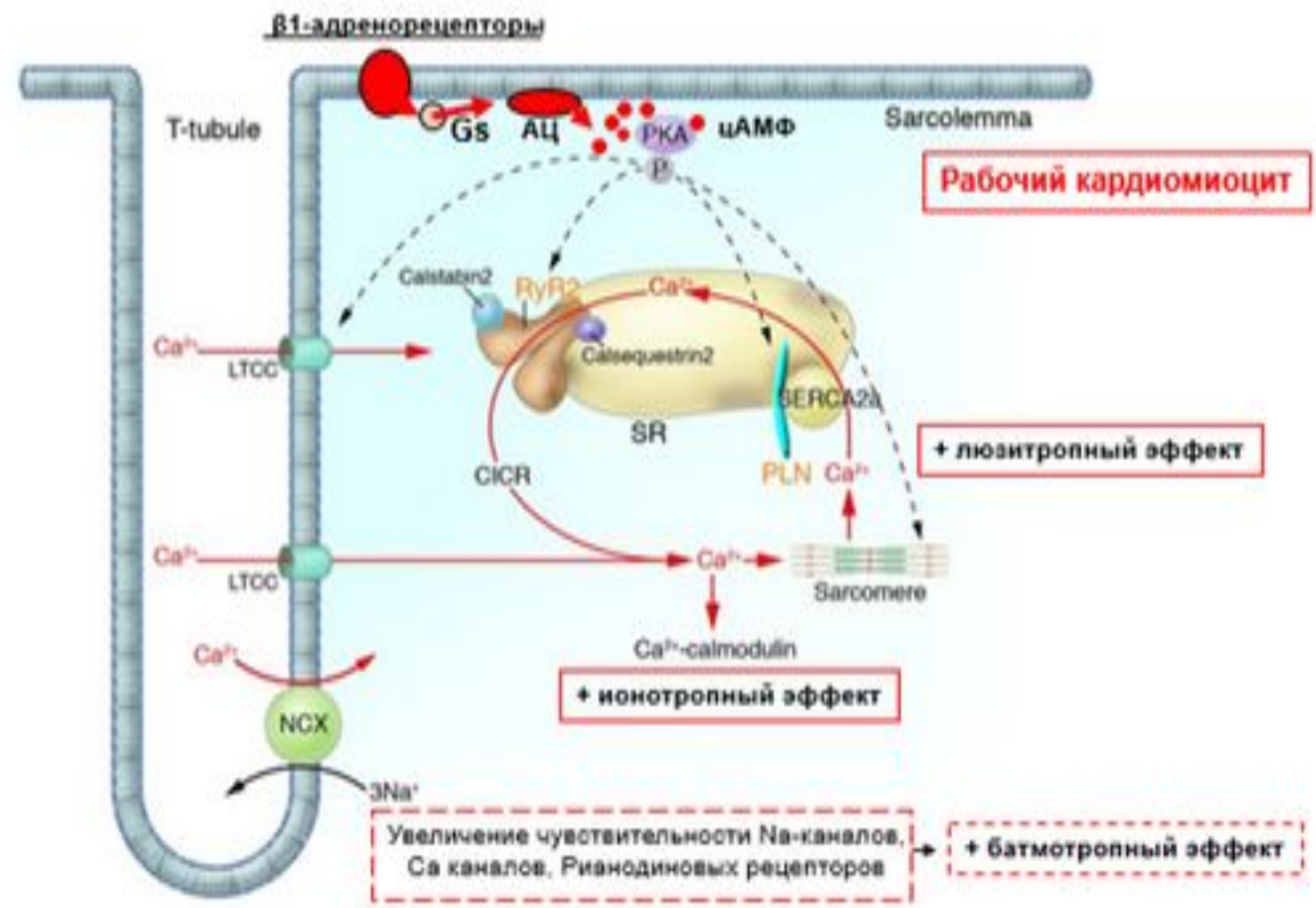
- отрицательный инотропный эффект, (уменьшение силы сокращений)
- отрицательный хронотропный эффект, (снижение ЧСС)
- отрицательный дромотропный эффект. (предсердно-желудочковая задержка проведения увеличивается)
- отрицательный батмотропный эффект. (снижение возбудимости)

Эффекты симпатической стимуляции:

- положительный инотропный эффект, (увеличение силы сокращений)
- положительный хронотропный эффект, (увеличение ЧСС)
- положительный дромотропный эффект. (интервал между сокращениями предсердий и желудочков укорачивается).
- положительный батмотропный эффект. (повышение возбудимости)

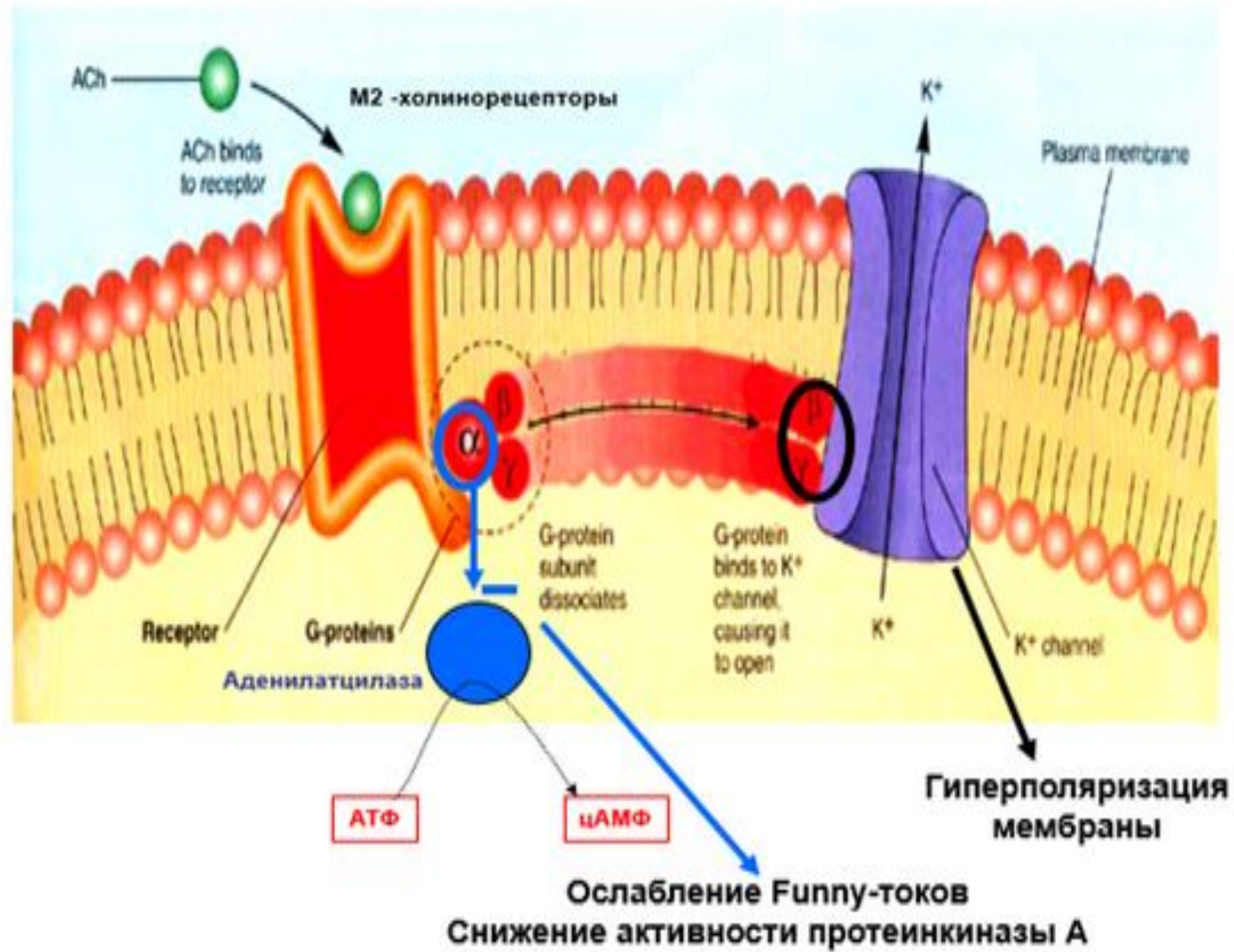
Эффекты симпатической нервной системы

Адреналин (надпочечники) Норадреналин (постганглионарные волокна)



Механизм участия Ca⁺⁺ в сокращении миокарда





ACh

M2 -холинорецепторы

ACh binds to receptor

Plasma membrane

K⁺

Receptor

G-proteins

Аденилатцилаза

G-protein subunit dissociates

G-protein binds to K⁺ channel, causing it to open

K⁺

K⁺ channel

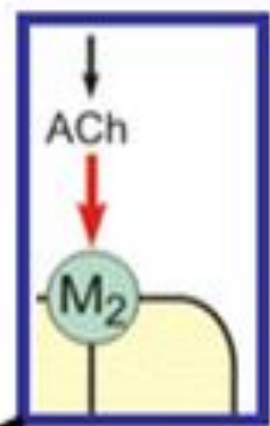
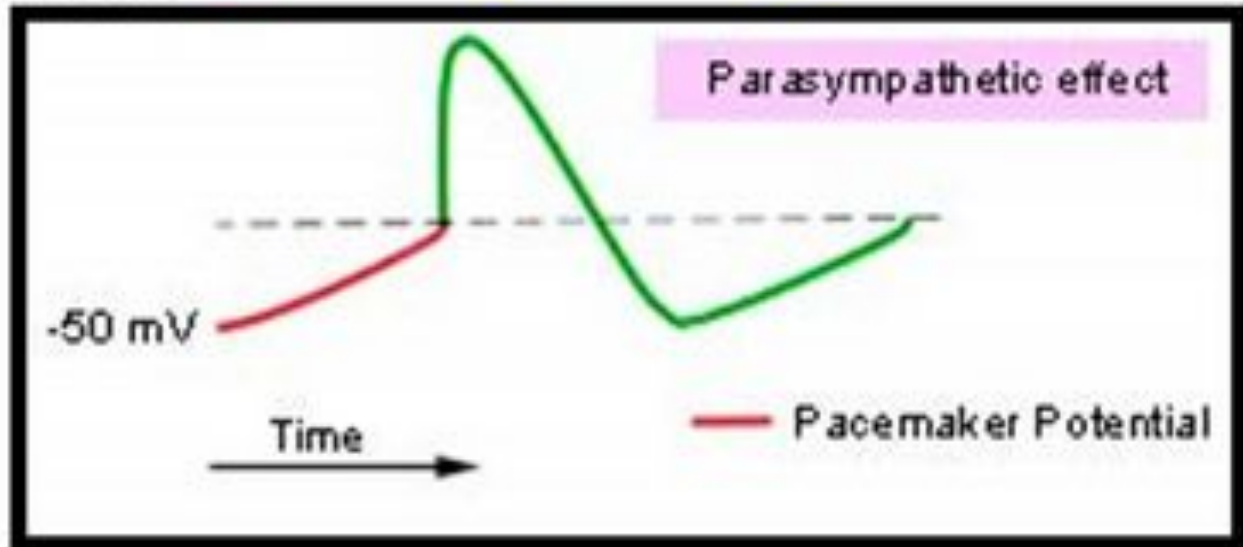
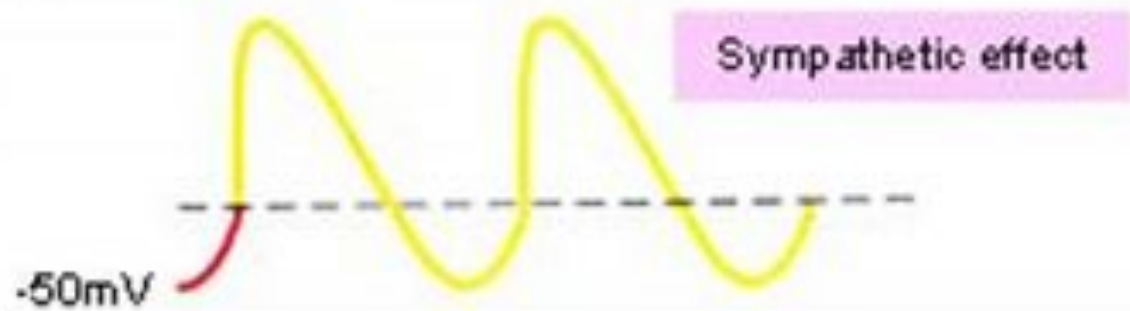
АТФ

цАМФ

Гиперполяризация мембраны

Ослабление Funny-токов

Снижение активности протеинкиназы А



- Уменьшение Funny тока $I_{fAMF} \downarrow$
- открытие GIRK каналов (увеличение K-проводимости) $G_i (\beta\gamma) \uparrow$
- уменьшение активности Ca-каналов $\text{Протеинкиназа A} \downarrow$

Отрицательный хромотропный эффект



Гуморальная регуляция сердца

Вещества системного действия.

Электролиты:

Если $K^+ > Ca^{2+}$ - торможение сердца
(под влиянием K^+ - гиперполяризация).

Если $Ca^{2+} > K^+$ - увеличение силы сердечных сокращений,
возможно уменьшение расслабления миокарда.

Гормоны:

адреналин - резко увеличивает частоту и силу сердечных сокращений. Это гормон экстремальных ситуаций.

тироксин - стимулирует сердечную деятельность, но действует постоянно. Повышает чувствительность сердца к другим гормонам (адреналину).

минералокортикоиды (альдостерон) - увеличивают выведение K^+ из организма, начинает преобладать Ca^{2+} - сила сокращений сердца увеличивается.

половые гормоны - стимулируют сердечную деятельность.

предсердные гормоны – вырабатывают кардиомиоциты предсердия. Это регулярные пептиды: кардиодиллатин, кардионатриный, натрийуретические гормоны (альфа, бета, гамма).

Вещества местного действия:

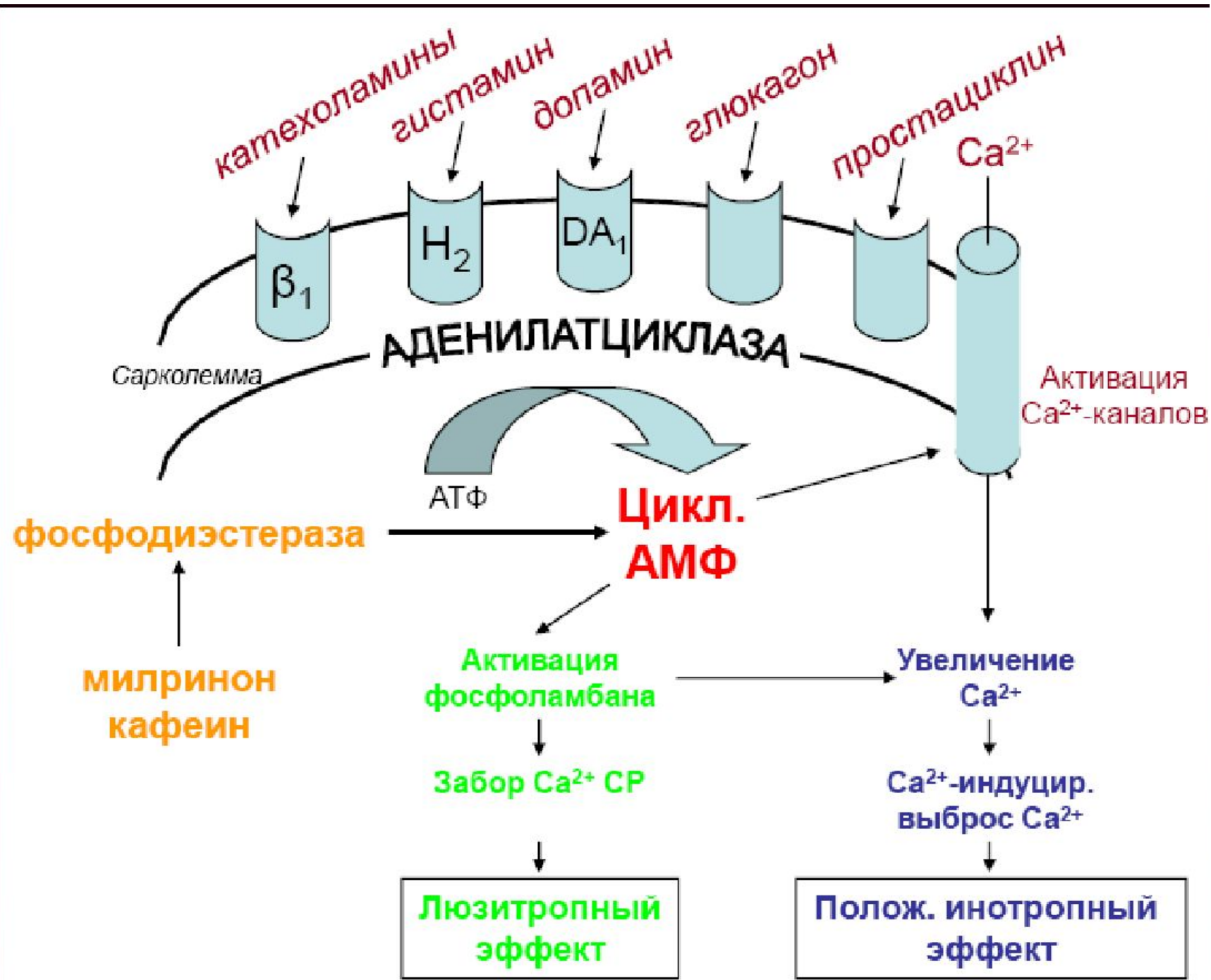
медиаторы:

ацетилхолин - замедляет работу сердца;
норадреналин - стимулирует;

тканевые гормоны (кинины):

брадикинины - тормозят;
простогландины $E(1)$, $F(1)$ - стимулируют,
простагландин $F(2\text{альфа})$ - тормозят сердечную деятельность;

метаболиты - в малых концентрациях - стимулируют, в высоких - угнетают.



Основные рефлексогенные зоны:

✓ Рефлекторная регуляция

Барорецепторы высокого давления:

- Дуга аорты

- Каротидный (сонный) синус

Барорецепторы низкого давления

- Устья полых вен

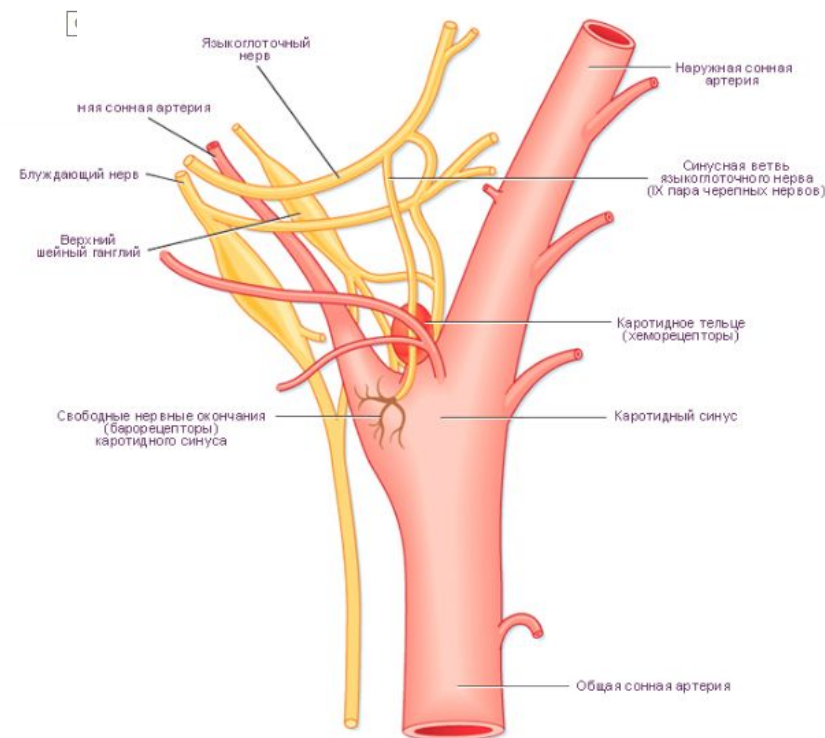
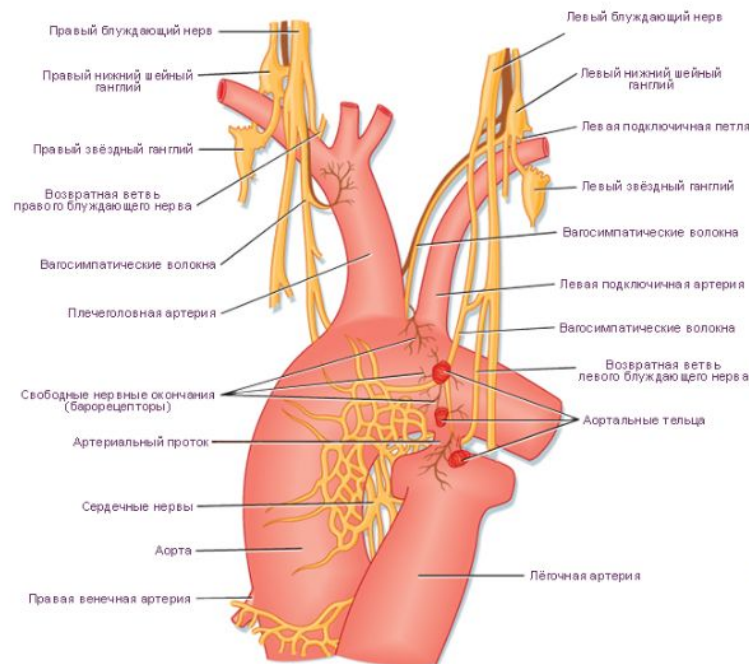
- Правое предсердие

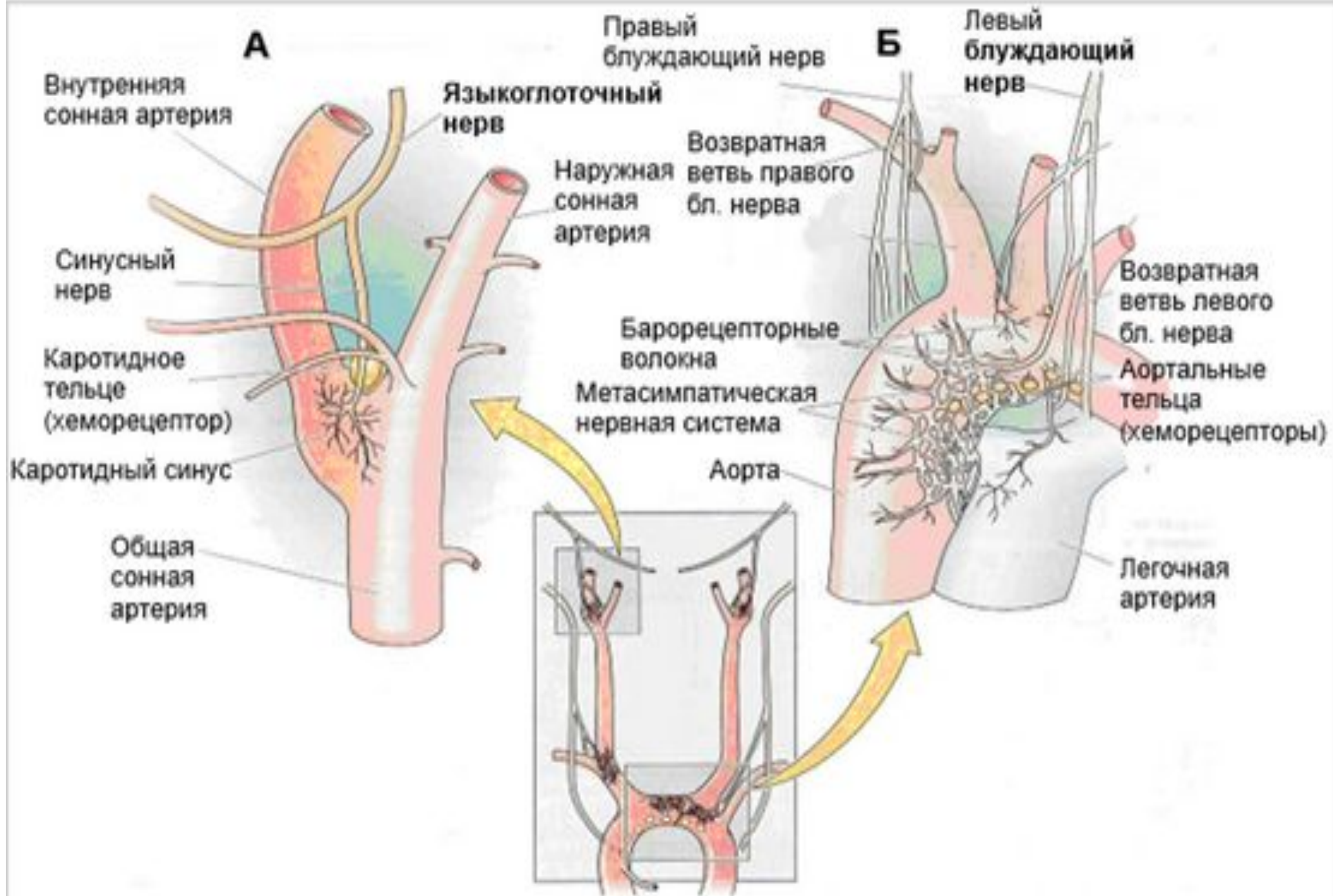
Хеморецепторы (CO₂, O₂, pH):

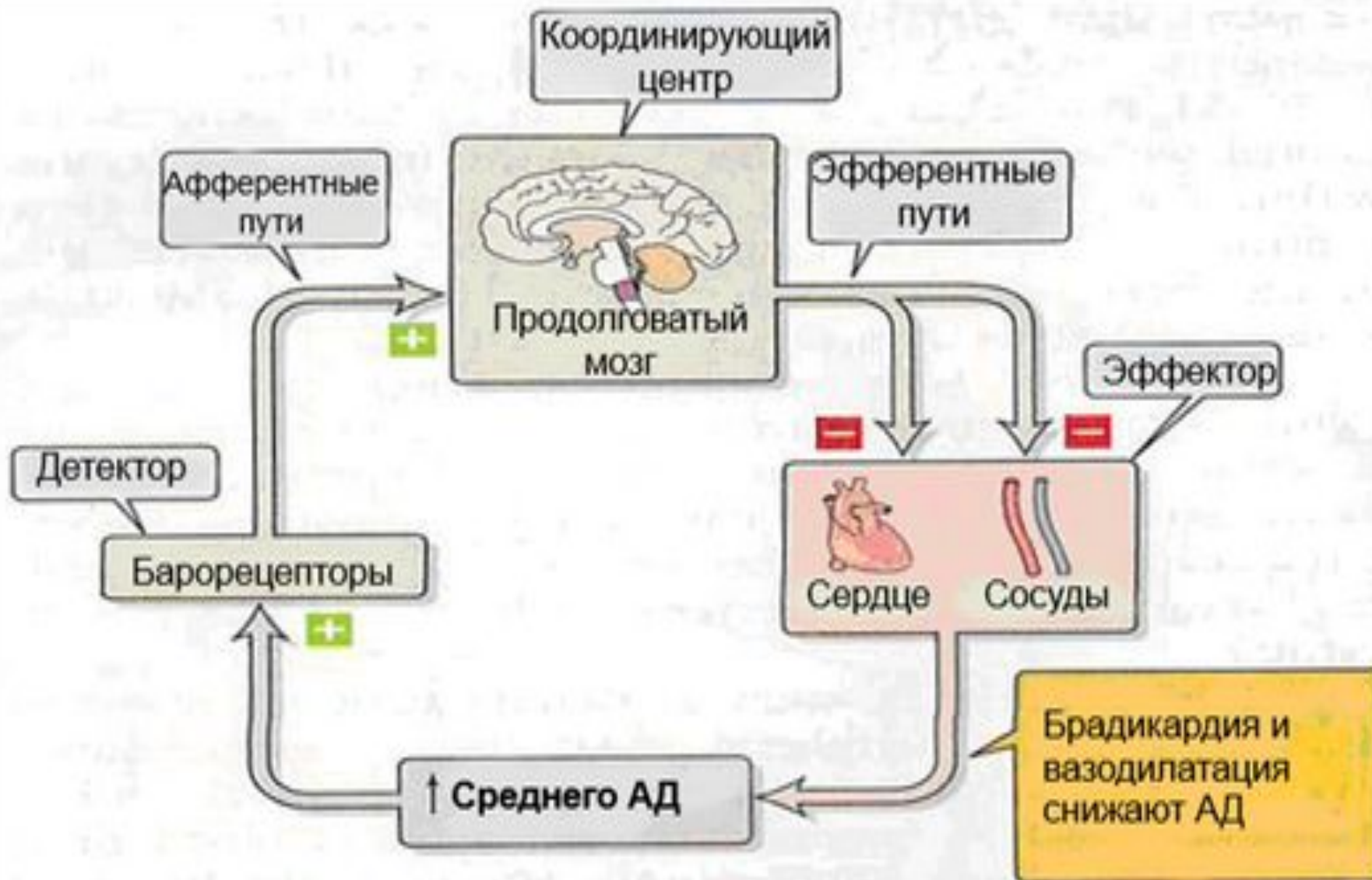
- Ствола мозга,

- Каротидный (сонный) синус

- Дуга аорты







механорецепторы каротидного синуса и дуги аорты.

- Степень их возбуждения зависит от уровня кровяного давления.

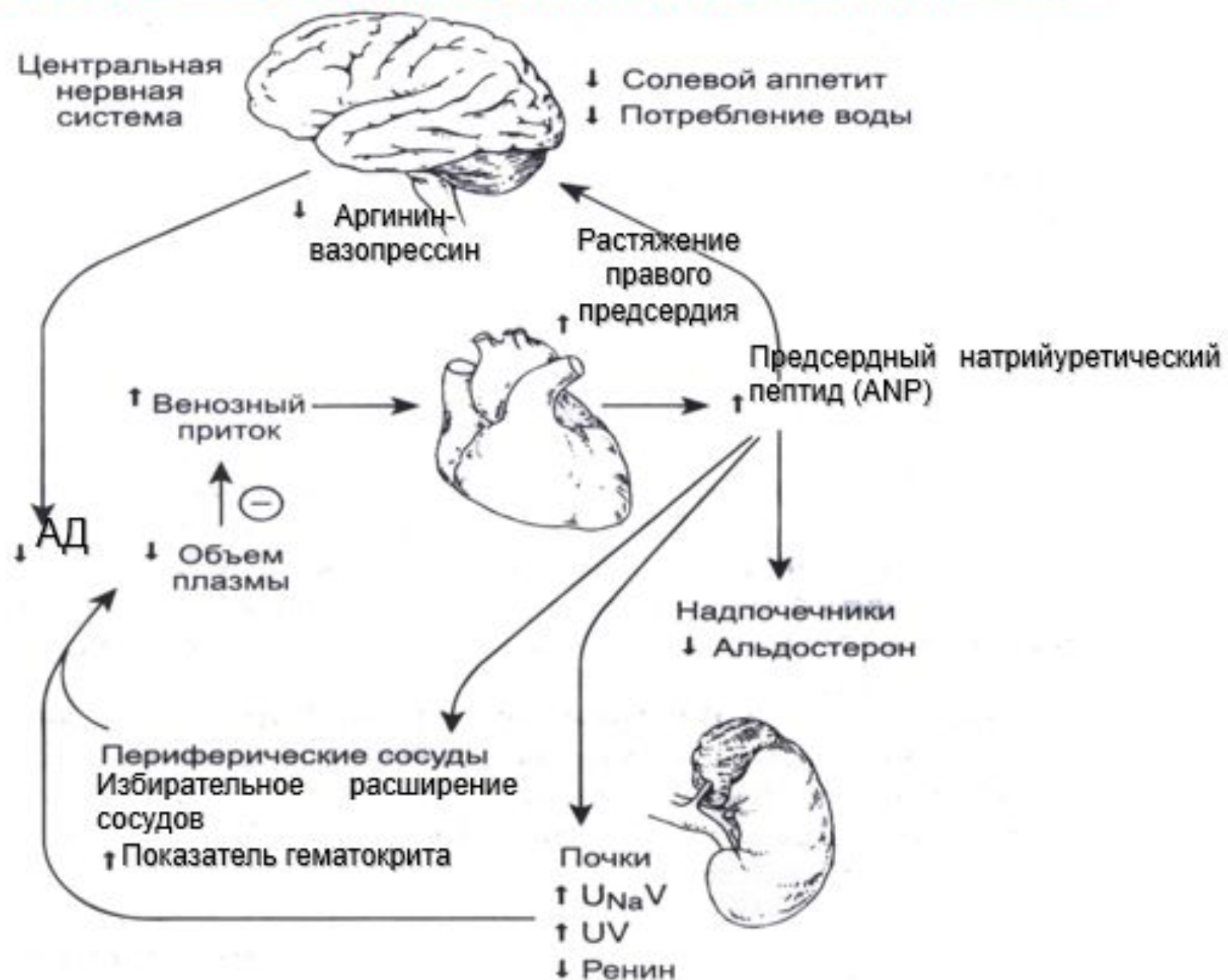
- Чем выше АД, тем интенсивнее рефлекторное возбуждение сердечных волокон блуждающего нерва и, как следствие, торможение деятельности сердца.

Барорецепторный контроль артериального давления

В рефлекторной регуляции сердца принимают участие и *хеморецепторы*.

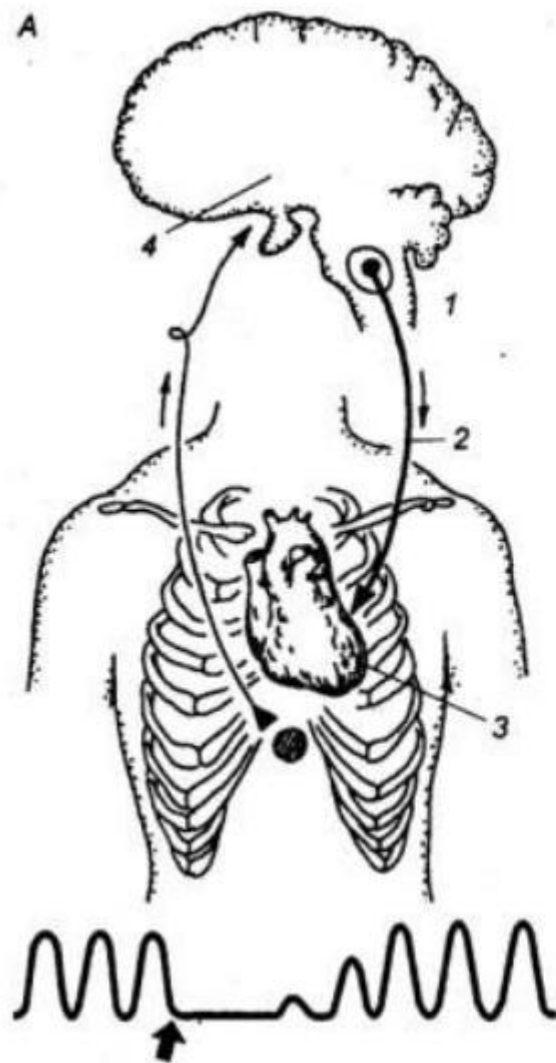
- Адекватными раздражителями для них является напряжение O₂ и CO₂ (или повышение концентрации ионов H⁺) в крови.
- При возбуждении импульсы от хеморецепторов, направляясь в центры продолговатого мозга, приводят к снижению частоты сердечных сокращений.

Кардио-висцеральные рефлексы с рецепторов низкого давления



Рефлекс Гольца

(раздражение — удар в надчревную область — рефлекторная остановка сердца)



Рефлекс Даньини— Ашнера
брадикардия при давлении
на глазные яблоки

