

**АВТОНОМНАЯ  
НЕРВНАЯ  
СИСТЕМА И ЕЕ  
РОЛЬ В  
РЕГУЛЯЦИИ  
ВИСЦЕРАЛЬНЫХ  
ФУНКЦИЙ**

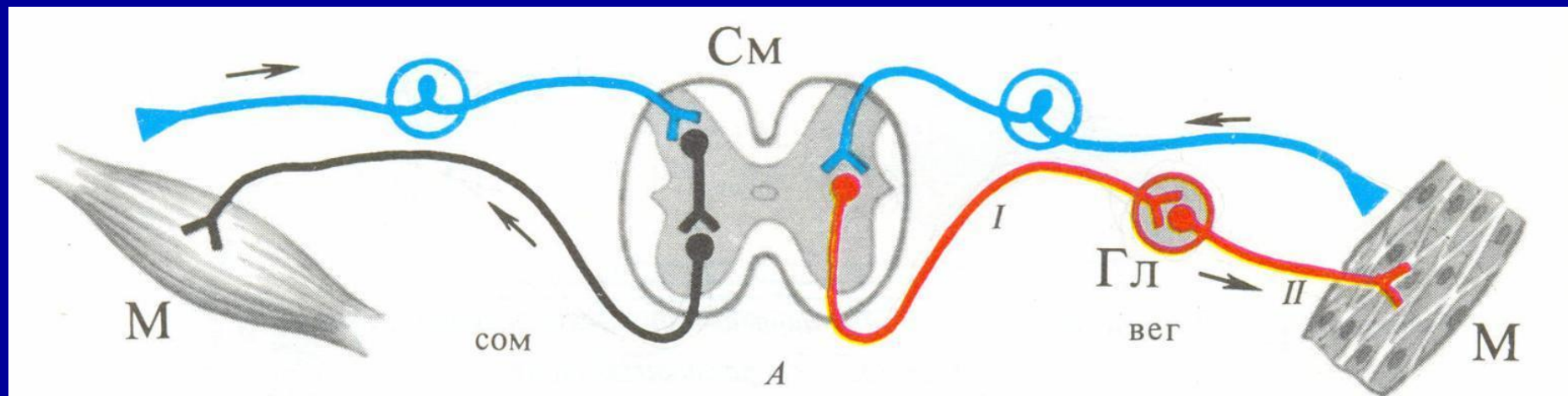


Лекция 7

# **I. Структурно-функциональная организация автономной нервной системы и ее рефлекторных дуг**

- Автономная НС представлена образованиями, контролирующими, без участия сознания, гладкую мускулатуру органов, сердце и железы.
- Состоит из следующих частей:
  - симпатическая;
  - парасимпатическая;
  - метасимпатическая.

# Соматическая рефлекторная дуга (слева) и дуга автономного рефлекса (справа)



## Афферентная часть дуги:

- Рецепторы: механо-, хемо-, термо-, осмо- и ноцицепторы, а также полимодальные.
- Чувствительные волокна – отростки биполярных клеток спинномозговых узлов или их аналогов (тройничный узел и др.)

## Центральная часть дуги:

- Вставочный (преганглионарный) нейрон – в сером веществе либо ствола, либо – спинного мозга.
- От вставочных нейронов сигнал передается к эффекторным клеткам, а также к высшим отделам ЦНС, вызывая субъективные ощущения.



## Эффекторная часть дуги:

Эффекторные (ганглионарные) нейроны – в периферических ганглиях.

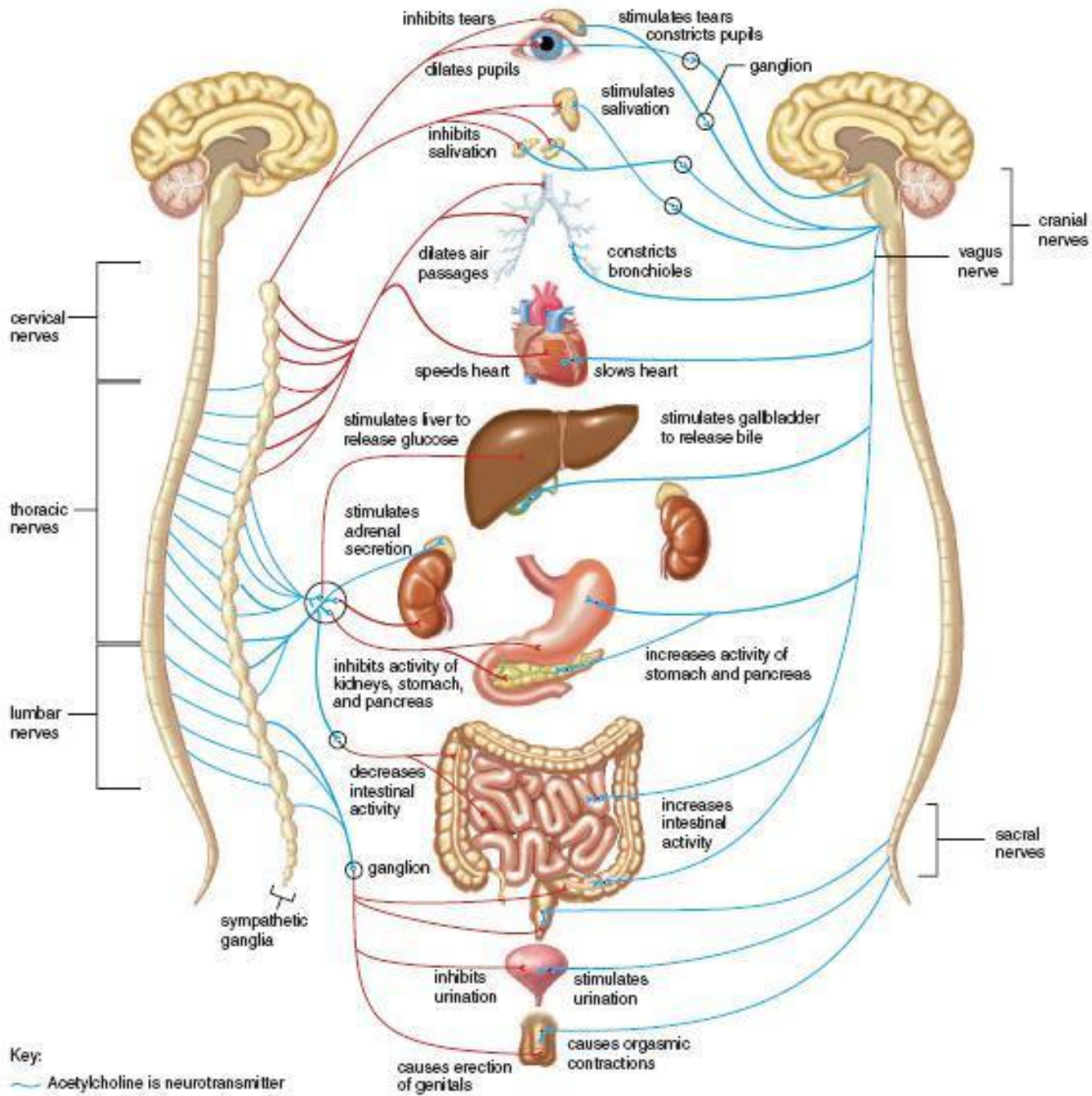
- Экстрамуральные ганглии – либо около позвоночника, либо вблизи внутренних органов.
- Интрамуральные – в тканях внутренних органов.



# **II. Отделы вегетативной нервной системы.**

Sympathetic Division

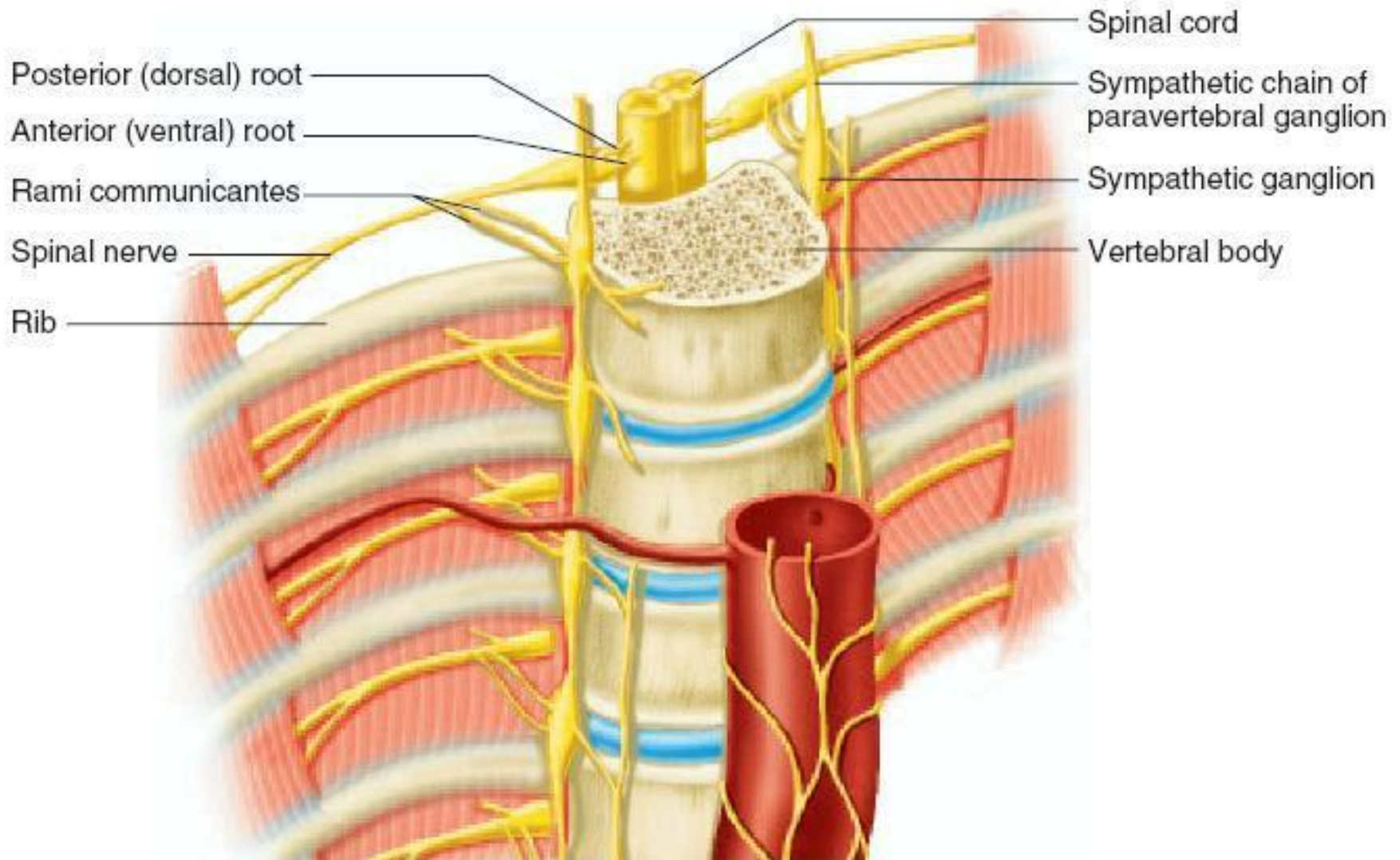
Parasympathetic Division



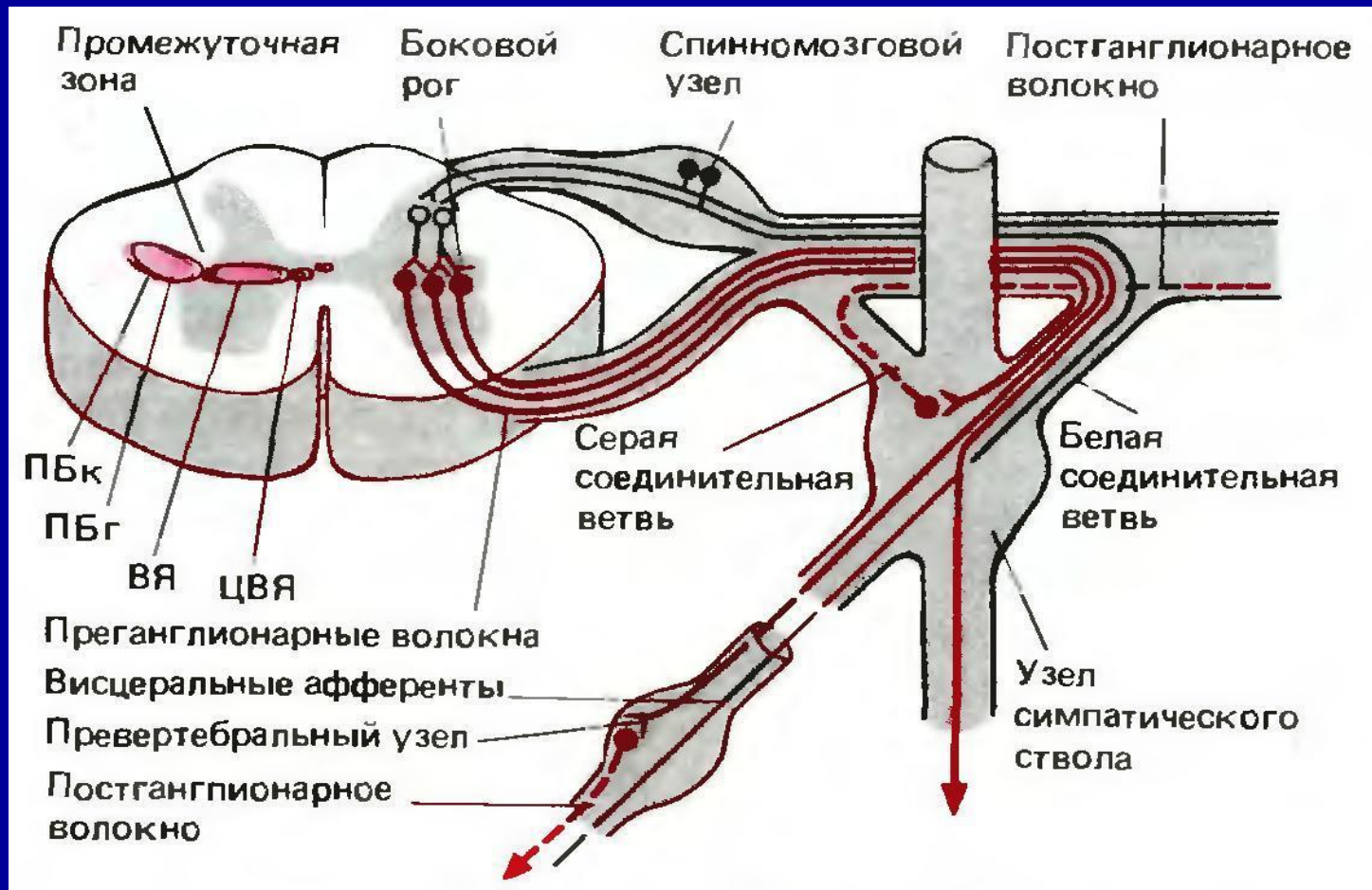
# 1. Симпатический отдел:

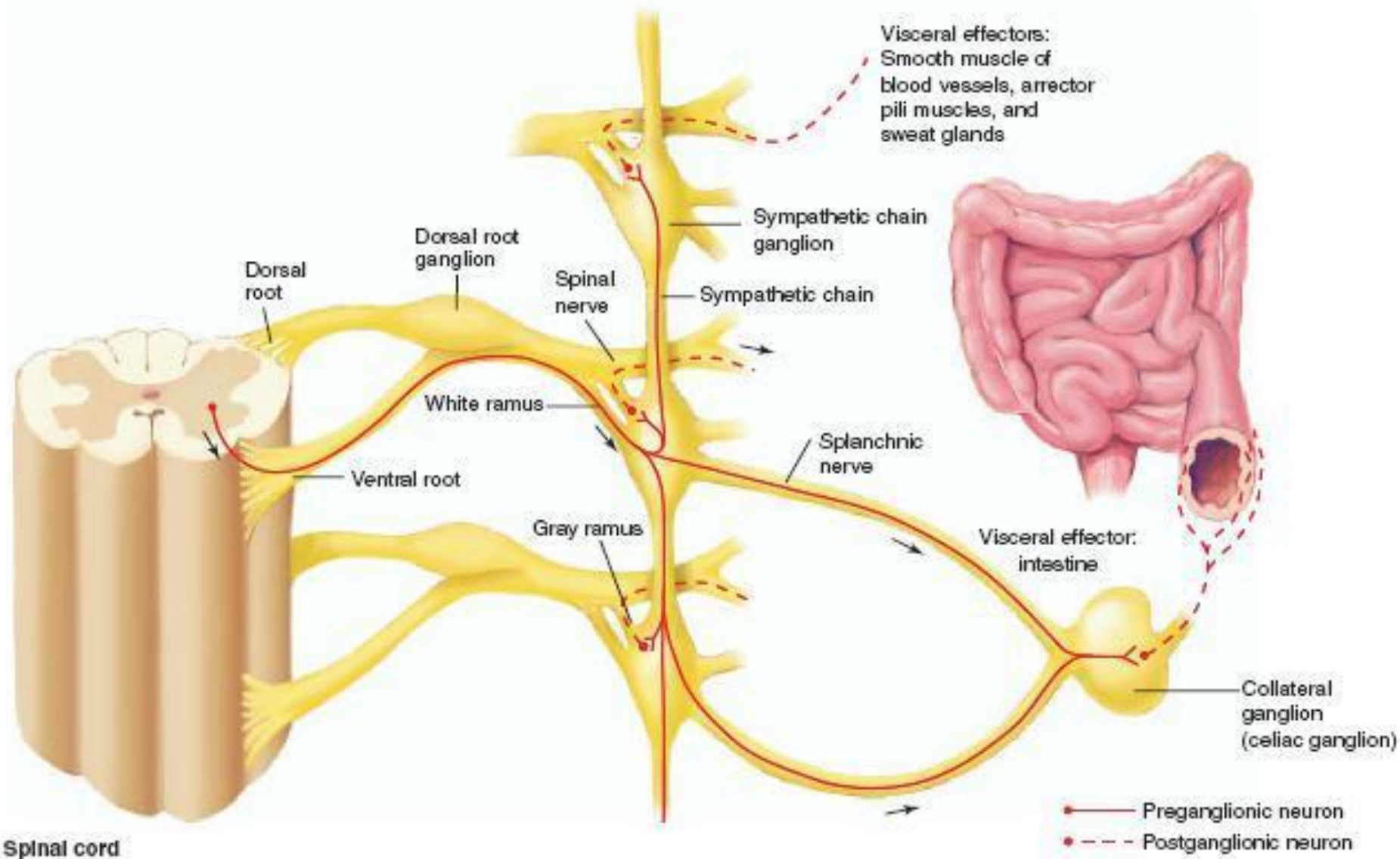
- Центральный аппарат – симпатическое ядро в боковых рогах серого вещества спинного мозга (грудные – поясничные сегменты).
- Периферический отдел – парные паравертебральные (симпатические стволы) и непарные превертебральные ганглии (солнечное сплетение, верхний и нижний брыжеечные узлы).

# Симпатические стволы (паравертебральные ганглии)



# Ядра, в которых располагаются вставочные симпатические нейроны, паравертебральные и превертебральные узлы





Superior mesenteric ganglion

First lumbar sympathetic ganglion

Pelvic sympathetic chain

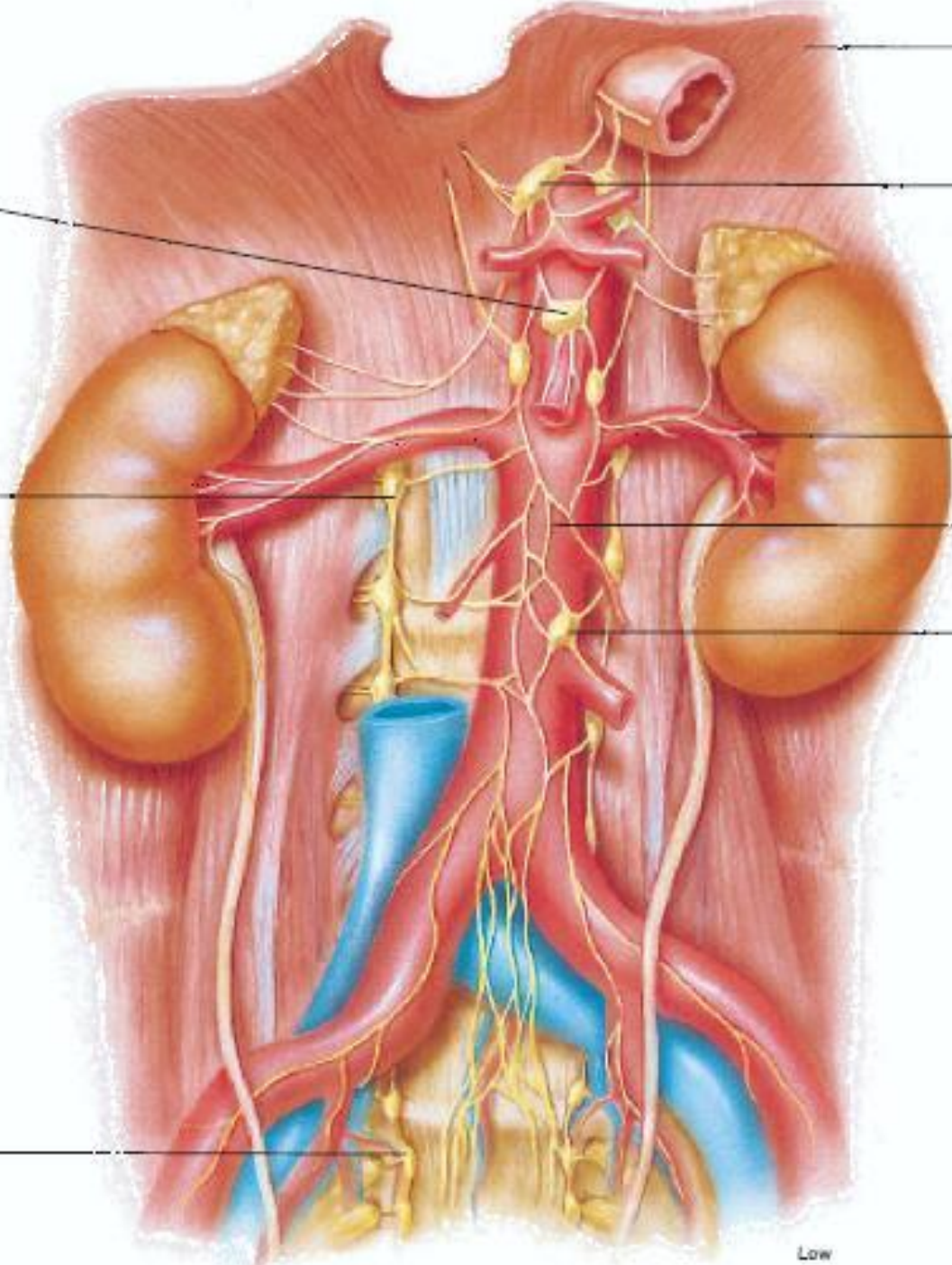
Diaphragm

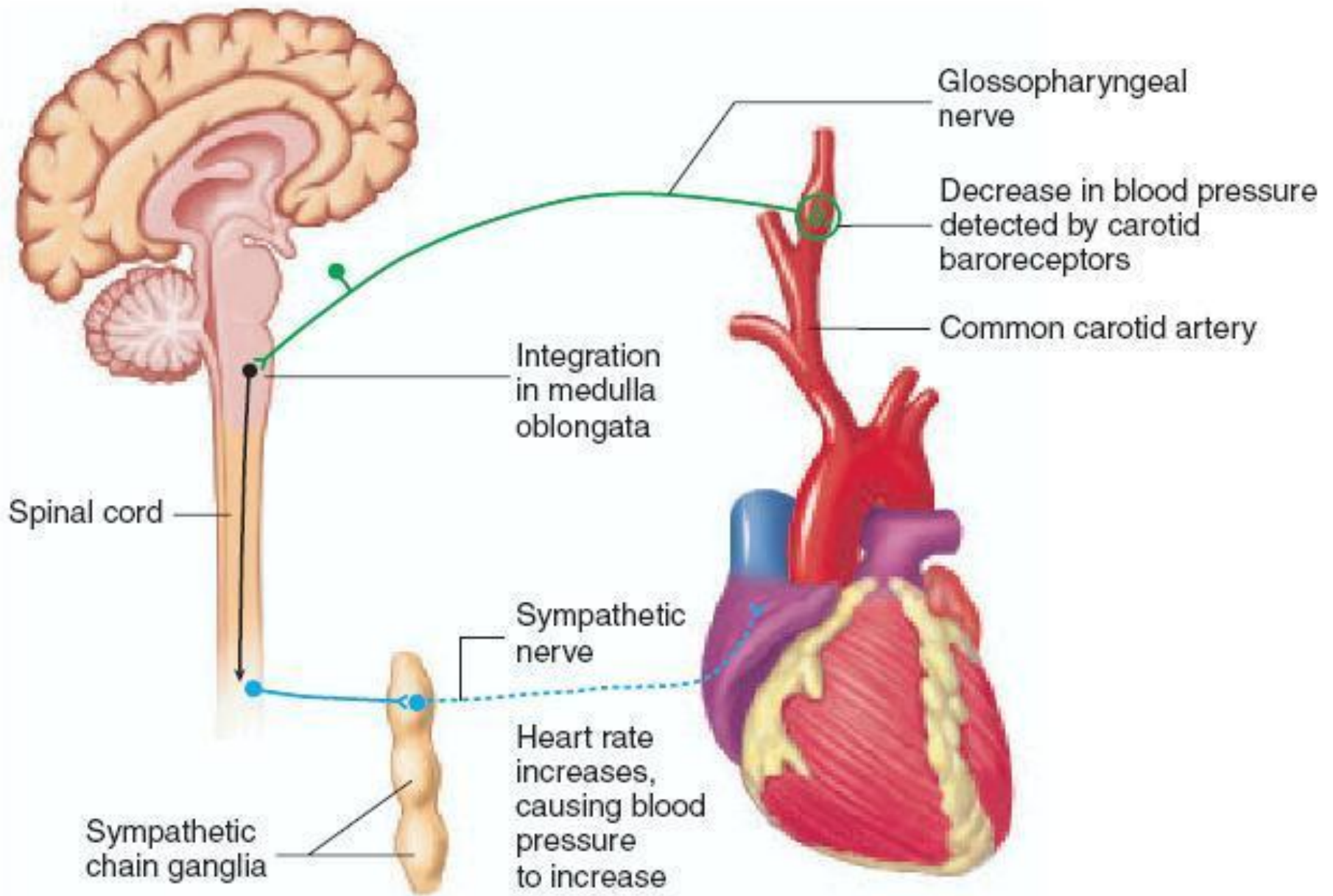
Celiac ganglion

Renal plexus

Aortic plexus

Inferior mesenteric ganglion





(b)



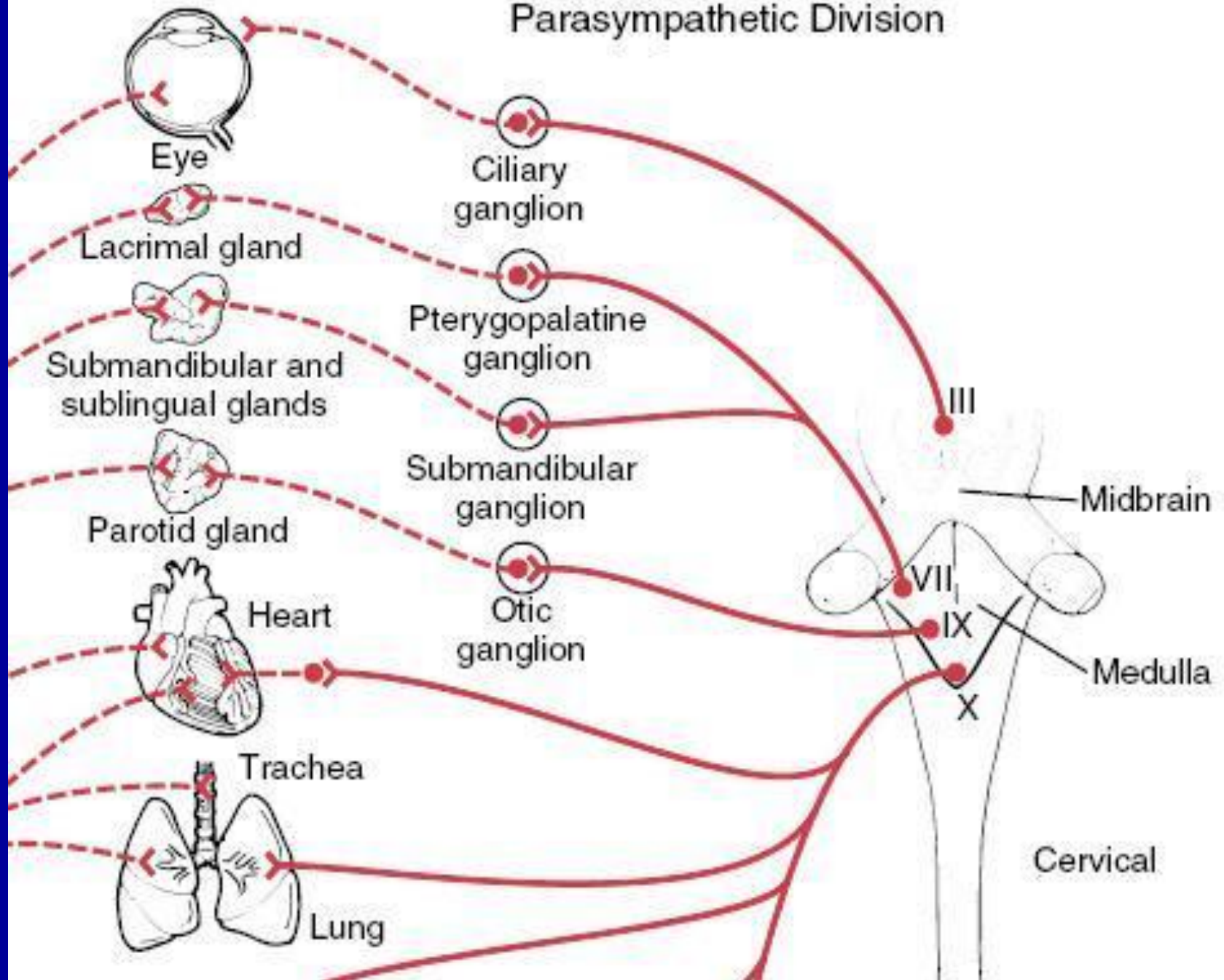
## 2. Парасимпатический отдел:

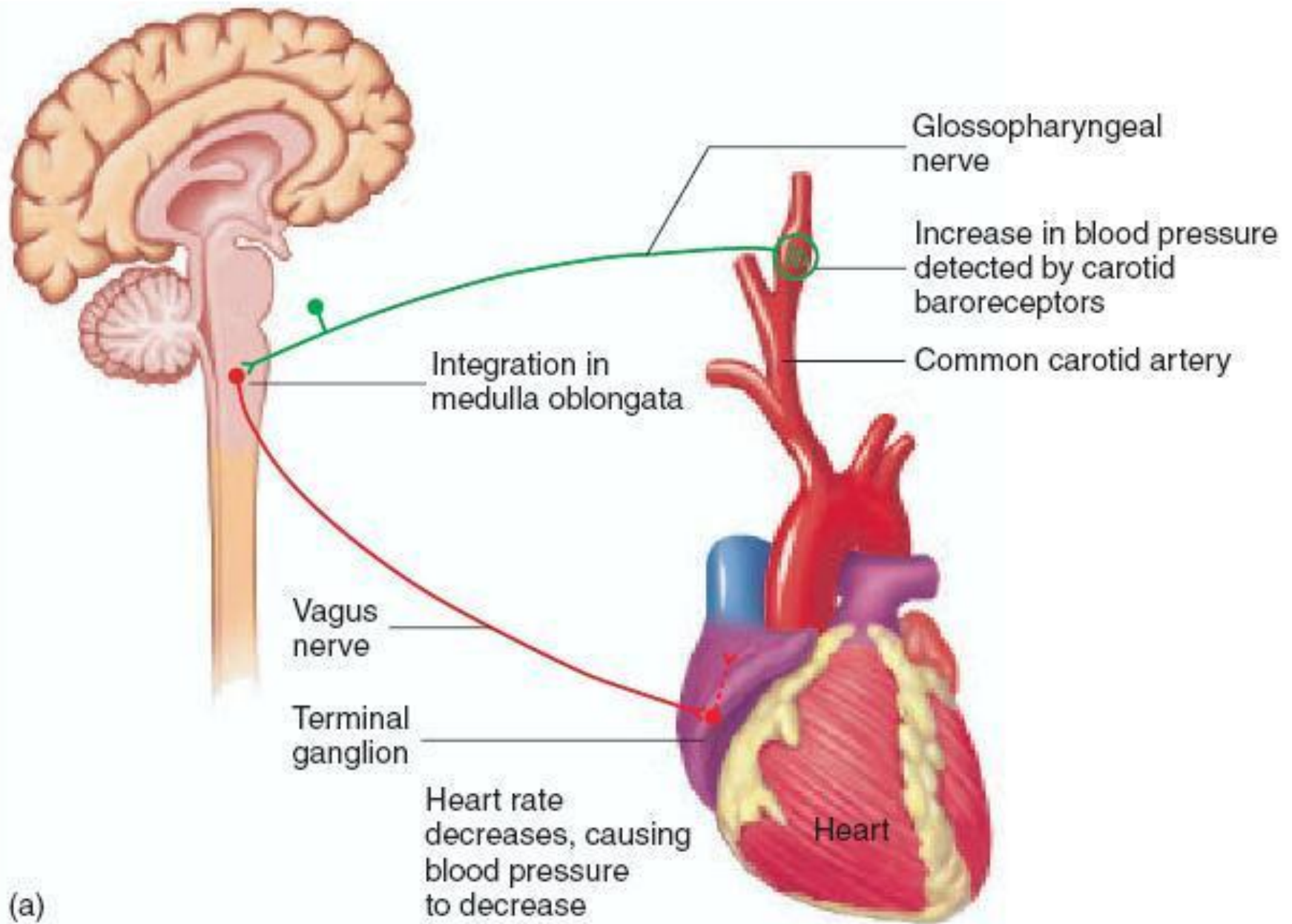
### Центральные структуры :

- в среднем мозгу (ядро Якубовича, глазодвигательный нерв);
- в продолговатом мозгу (три пары ядер, волокна в составе лицевого, языкоглоточного, блуждающего нервов);
- в спинном мозгу (крестцовые сегменты, тазовый нерв).

Периферические ганглии *возле или внутри*  
органов

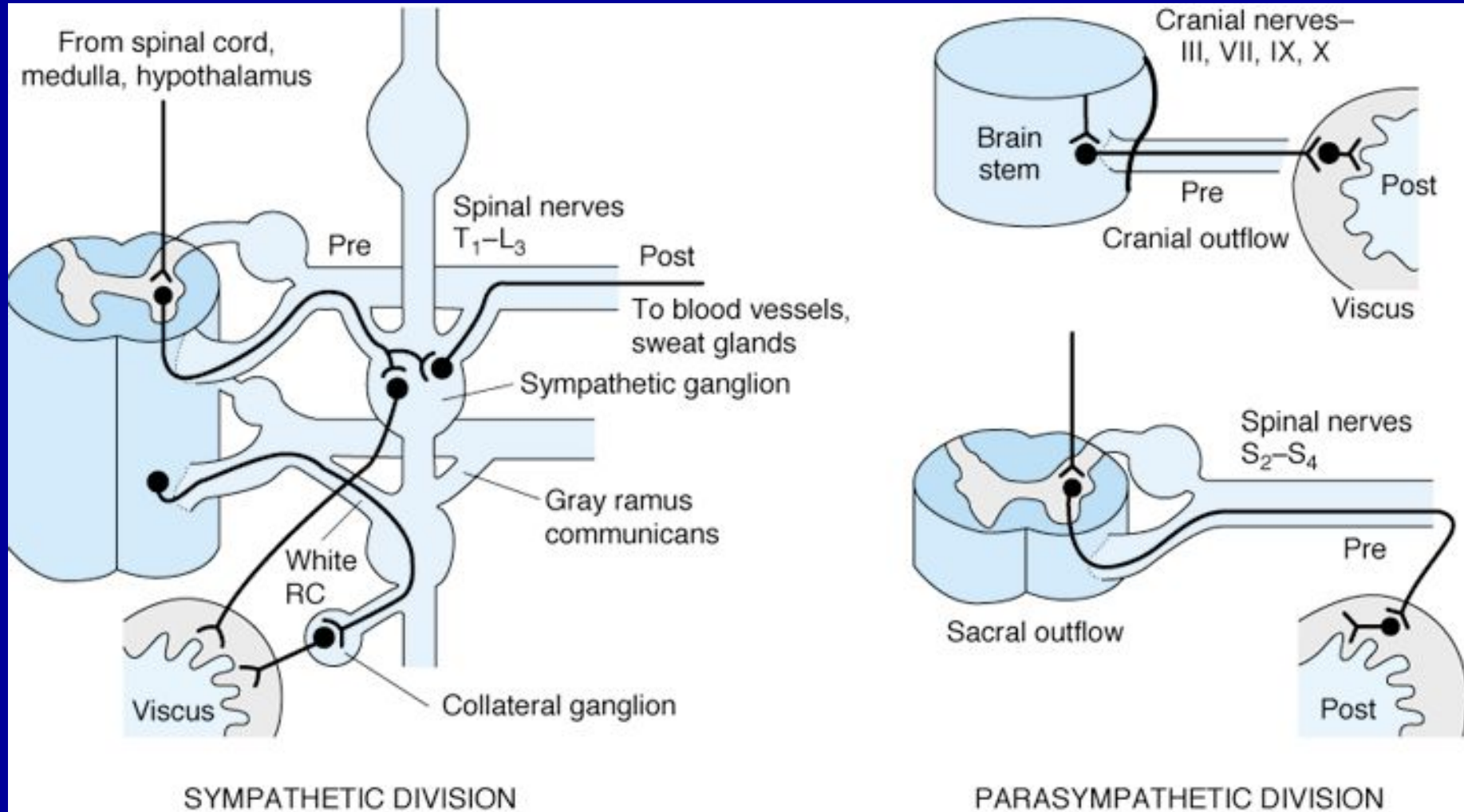
# Parasympathetic Division





(a)

# Структуры симпатического и парасимпатического отделов



### 3. Метасимпатический отдел

- Интрамуральные ганглионарные структуры в стенках полых висцеральных органов, наделенных моторным ритмом.
- Входы от симпатической и парасимпатической частей.
- Собственные сенсорные, вставочные и эффекторные звенья.
- Высокая независимость от ЦНС.

# Симпатические и метасимпатические элементы автономной нервной системы

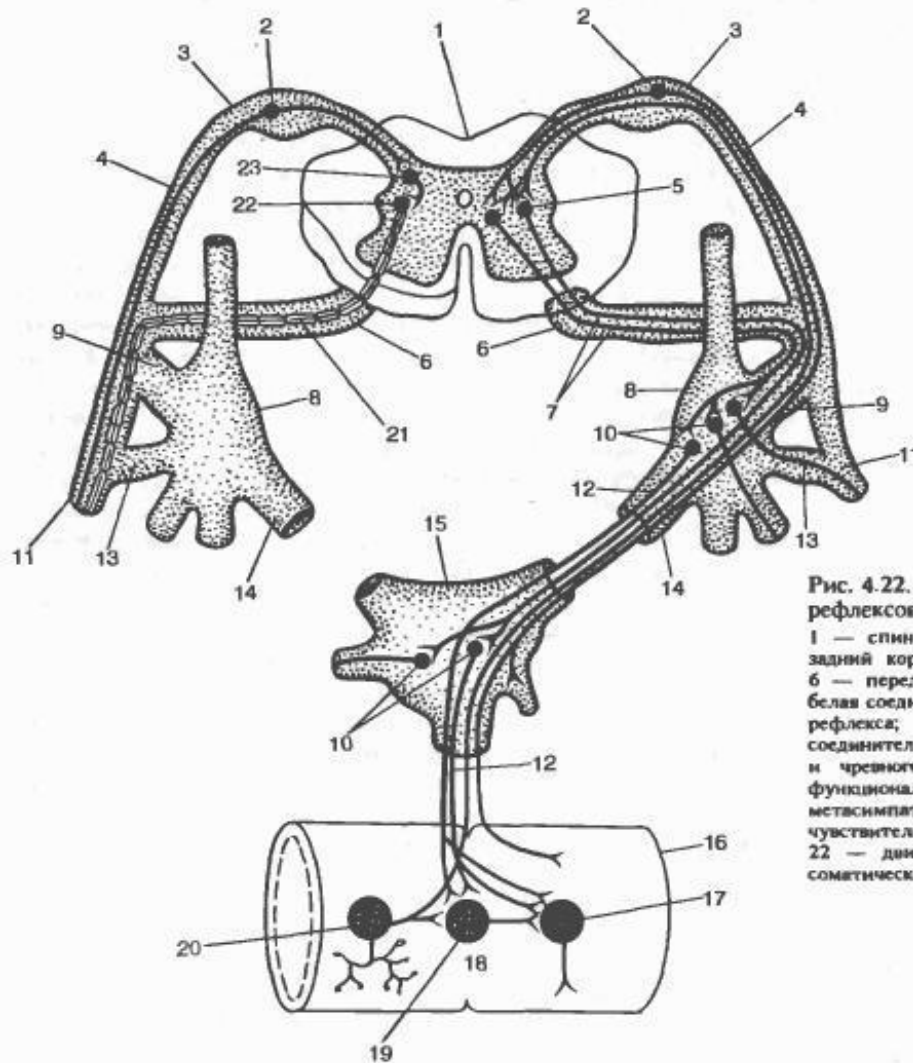


Рис. 4.22. Принципиальная схема дуги автономного (справа) и соматического (слева) рефлексов (по А. Д. Ноздрачеву).

1 — спинной мозг; 2 — тело чувствительного нейрона; 3 — спинальный ганглий; 4 — задний корешок; 5 — вставочный (преганглионарный) нейрон дуги автономного рефлекса; 6 — передний корешок; 7 — преганглионарное волокно; 8 — околопозвоночный узел; 9 — белая соединительная ветвь; 10 — двигательный (постганглионарный) нейрон дуги автономного рефлекса; 11 — соматический нерв; 12 — постганглионарное волокно; 13 — серая соединительная ветвь; 14 — висцеральная ветвь; 15 — предпозвоночный узел (брыжеечного и чревного, или солнечного, сплетения); 16 — кишка; 17 — эффекторный нейрон функционального модуля метасимпатической нервной системы; 18 — функциональный модуль метасимпатической нервной системы; 19 — интернейрон функционального модуля; 20 — чувствительный нейрон функционального модуля; 21 — двигательное соматическое волокно; 22 — двигательный нейрон соматической рефлекторной дуги; 23 — вставочный нейрон соматической рефлекторной дуги.

# **III. Нейромедиаторы автономной нервной системы и их функции**

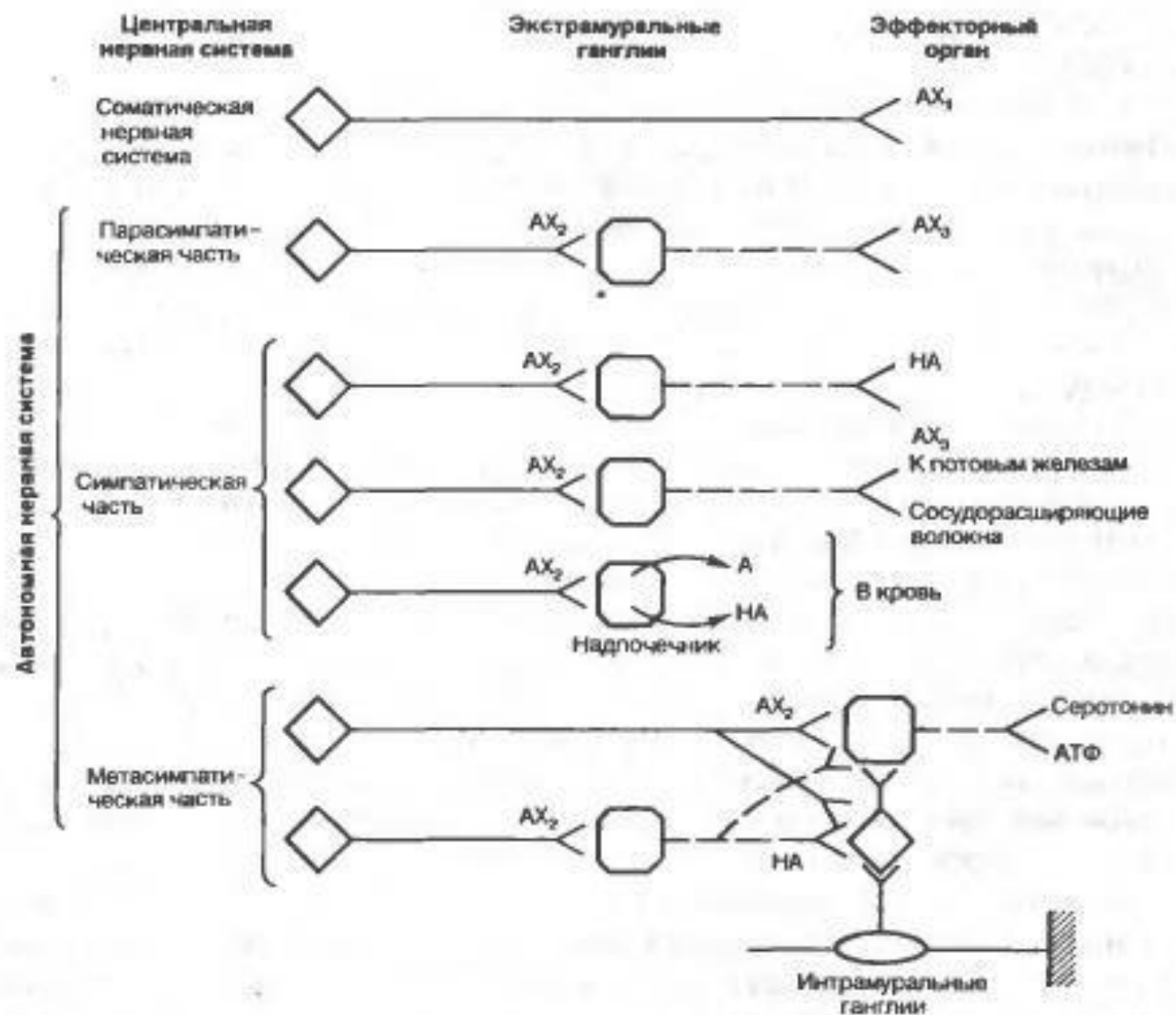
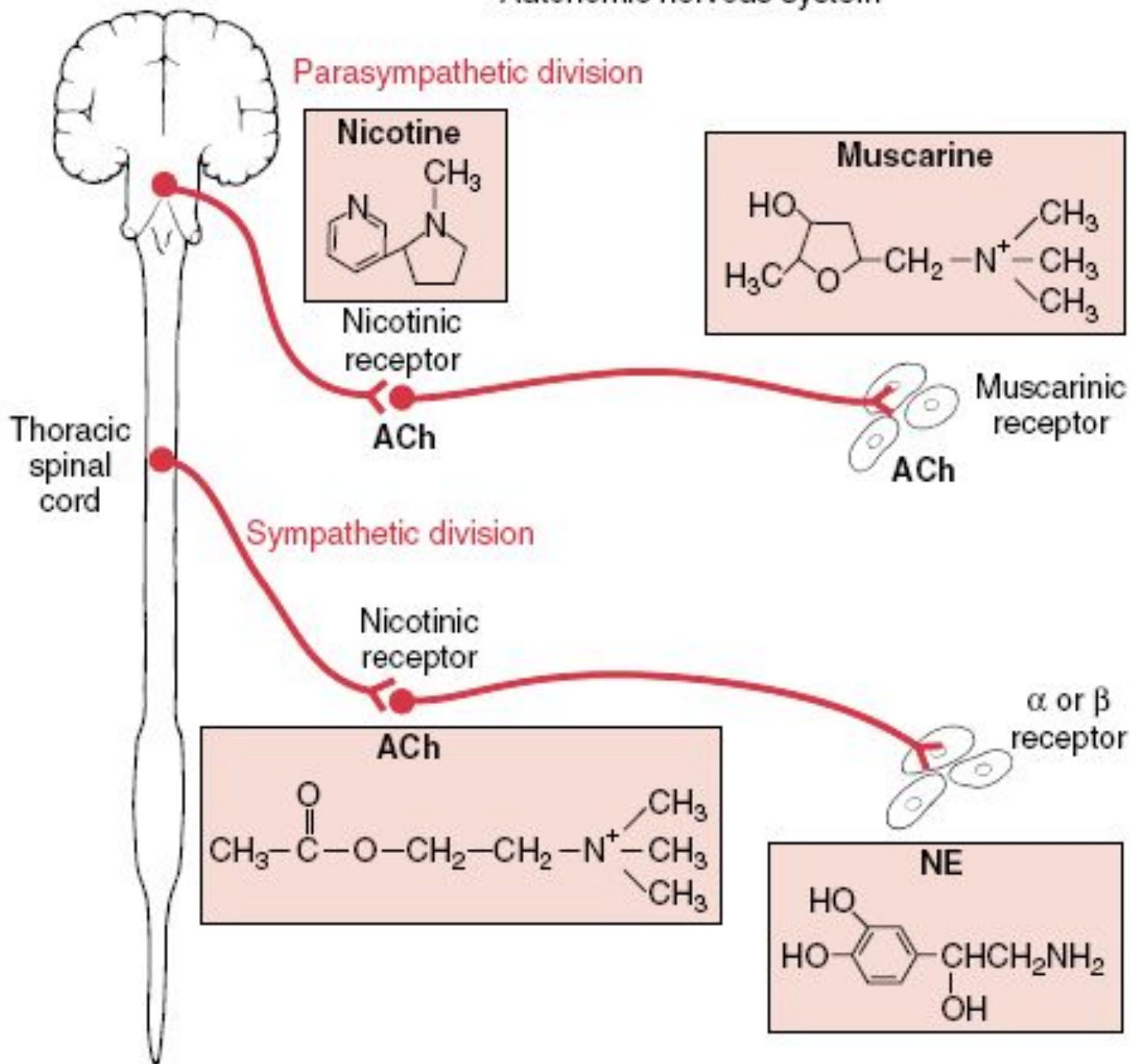


Рис. 4.27. Принципиальная схема химической передачи возбуждения в эфферентном звене рефлекторной дуги соматического и автономного (вегетативного) рефлекса. АХ — ацетилхолин; А — адреналин; НА — норадреналин; АХ<sub>1</sub> блокируется ядом кураре; АХ<sub>2</sub> блокируется ганглиоблокаторами (гексонием); АХ<sub>3</sub> блокируется атропином.



# Autonomic nervous system



# Основные медиаторы автономной НС :

## 1. Ацетилхолин (АЦХ)

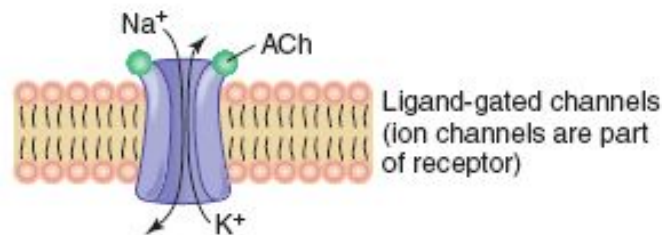
- в окончаниях преганглионарных нейронов
- в постганглионарных парасимпатических окончаниях
- в части постганглионарных симпатических волокон — потовые железы

# АЦХ действует на никотиновые (возбуждающие) и мускариновые холинорецепторы (возбуждающие и тормозящие)

## Nicotinic ACh receptors

Postsynaptic membrane of

- All autonomic ganglia
- All neuromuscular junctions
- Some CNS pathways

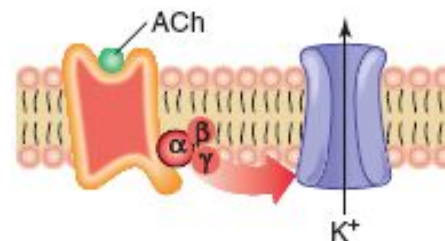


Depolarization

Excitation

## Muscarinic ACh receptors

- Produces parasympathetic nerve effects in the heart, smooth muscles, and glands
- G-protein-coupled receptors (receptors influence ion channels by means of G-proteins)

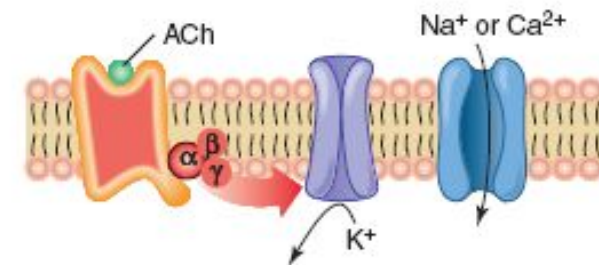


Hyperpolarization

(K<sup>+</sup> channels opened)

Inhibition

Produces slower heart rate



Depolarization

(K<sup>+</sup> channels closed)

Excitation

Causes smooth muscles of the digestive tract to contract

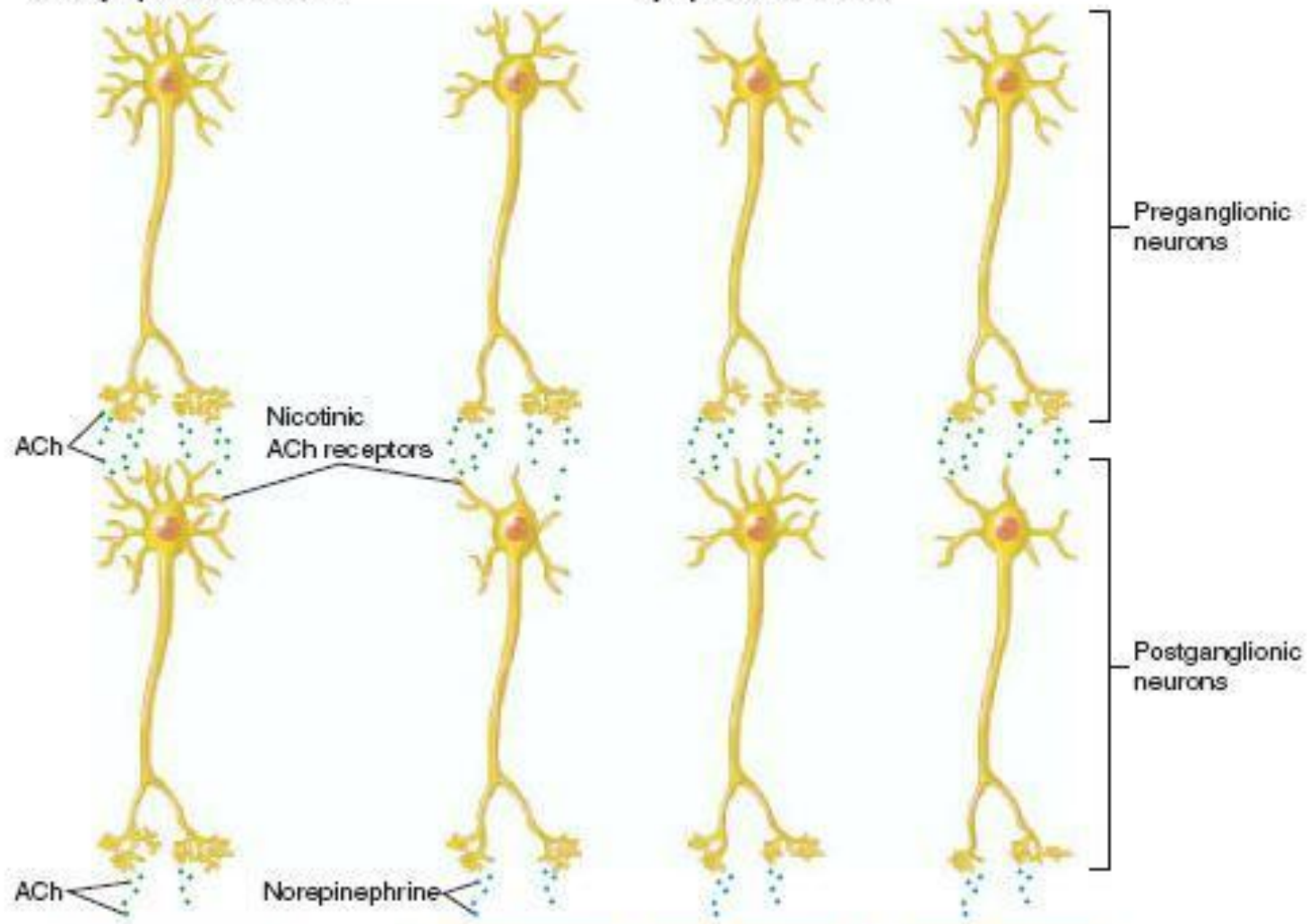
2. Норадреналин (НА) – в симпатических окончаниях сосудов сердца, печени, селезенки и других структур.

Адренорецепторы:

- $\alpha$ -адренорецепторы – сужение висцеральных и кожных сосудов
- $\beta$ -адренорецепторы – усиление и учащение сердечных сокращений ( $\beta_1$ ), расширение бронхиол ( $\beta_2$ ).

Parasympathetic division

Sympathetic division



Stimulates muscarinic ACh receptors

Stimulates  $\alpha_1$ -adrenergic receptors

Stimulates  $\beta_1$ -adrenergic receptors

Stimulates  $\beta_2$ -adrenergic receptors

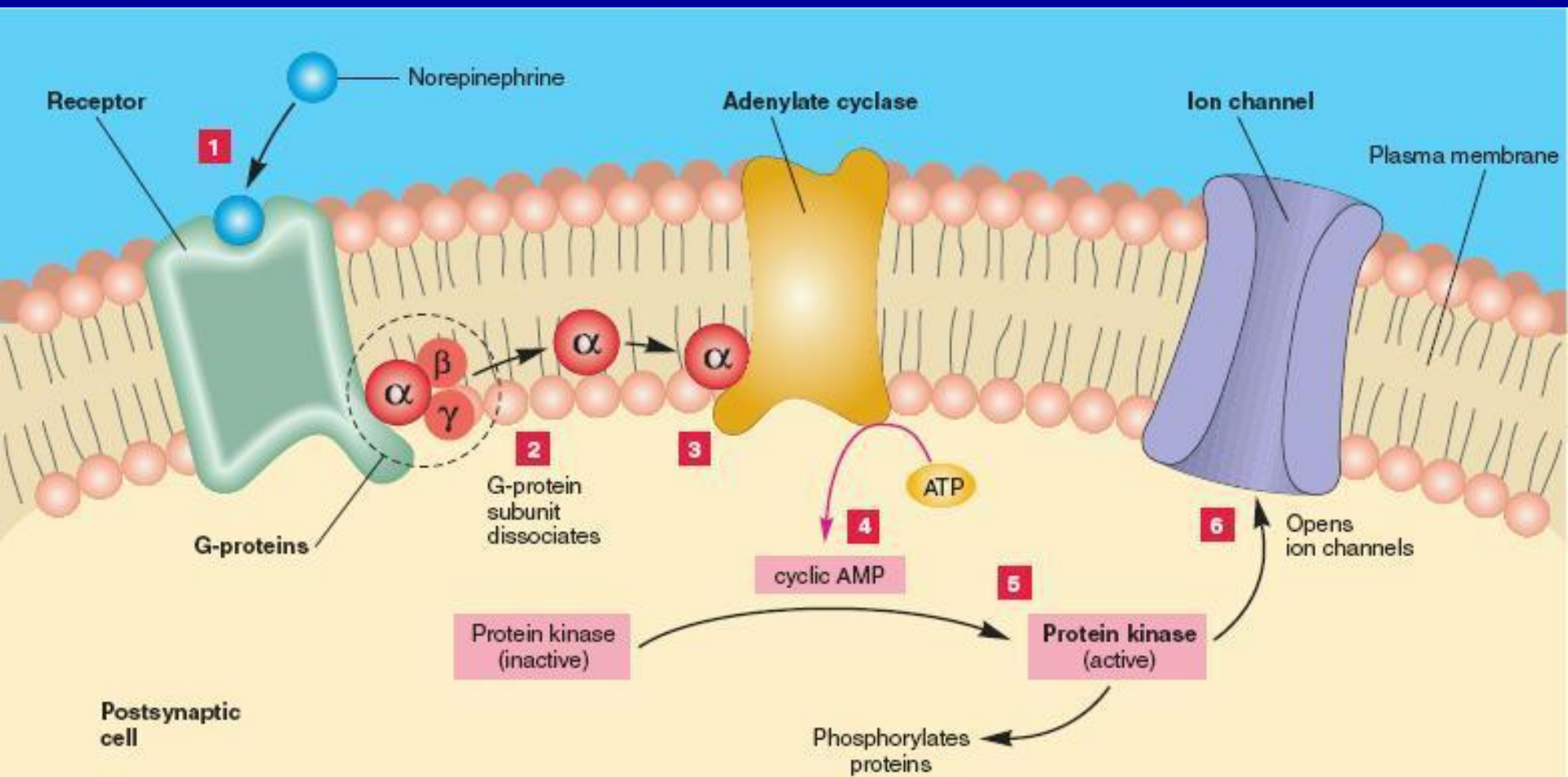
Parasympathetic nerve effects

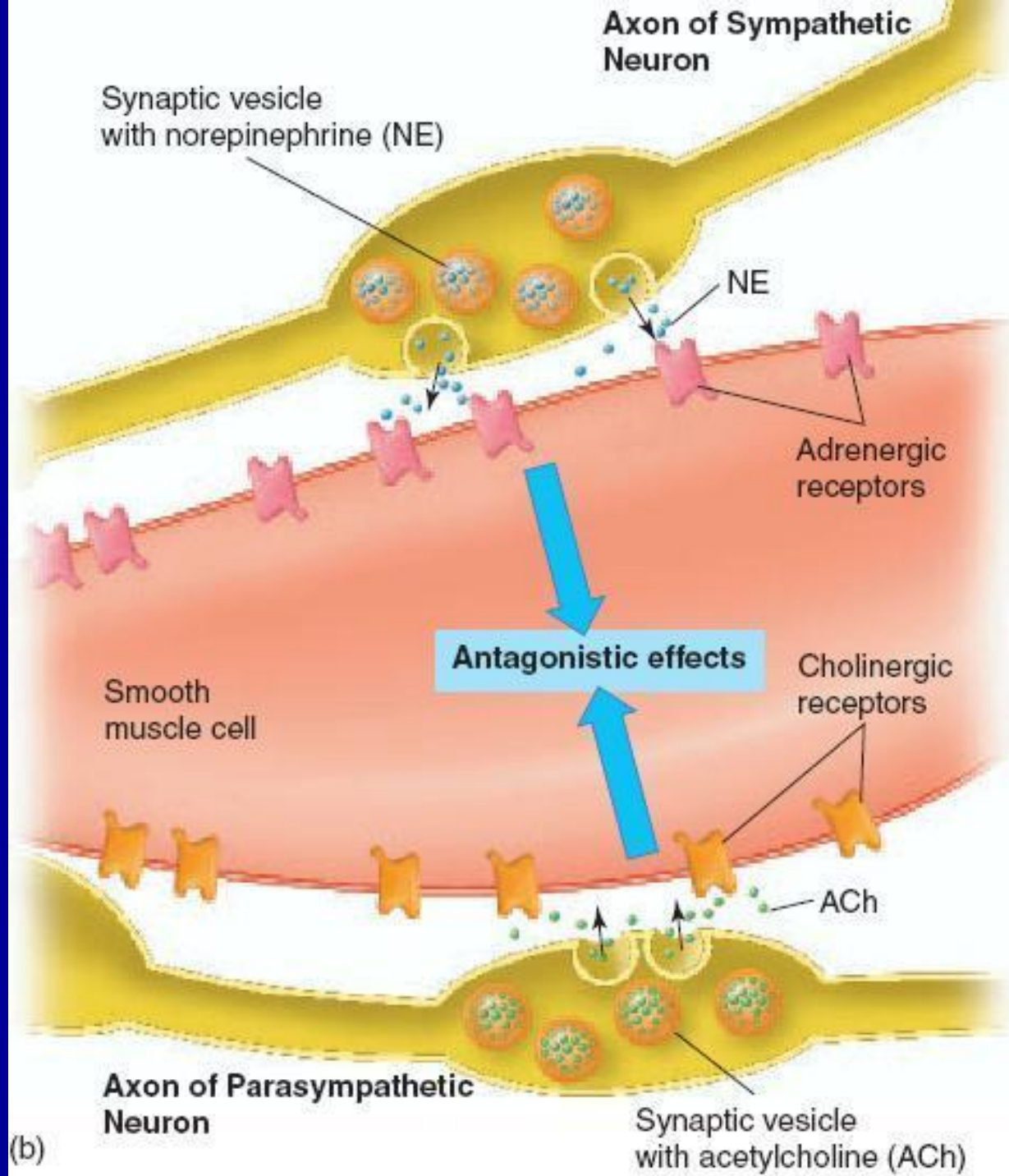
Vasoconstriction in viscera and skin

Increased heart rate and contractility

Dilation of bronchioles of lung

# Действие НА → аденилатциклаза → цАМФ → возбуждение клетки, активация энергетического обмена





### 3. Серотонин – метасимпатический медиатор.

- Сокращение или расслабление гладкой мускулатуры сосудов.
- Ритмические сокращения пищеварительной системы



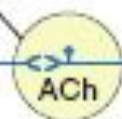
Автономная НС содержит трансдукторы –  
клетки, отвечающие эндокринно:

- 1) хромоаффинные клетки мозгового слоя надпочечников;
- 2) нейроны гипоталамических ядер

Cranial parasympathetic nerves



Terminal ganglion

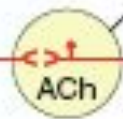


Visceral effectors

Sympathetic (thoracicolumbar) nerves

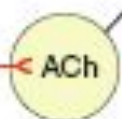


Paravertebral ganglion



Visceral effectors

Adrenal medulla

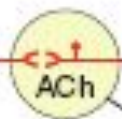


E, NE (hormones)

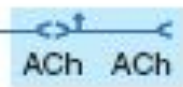
Circulation

Sacral parasympathetic nerves

Collateral ganglion

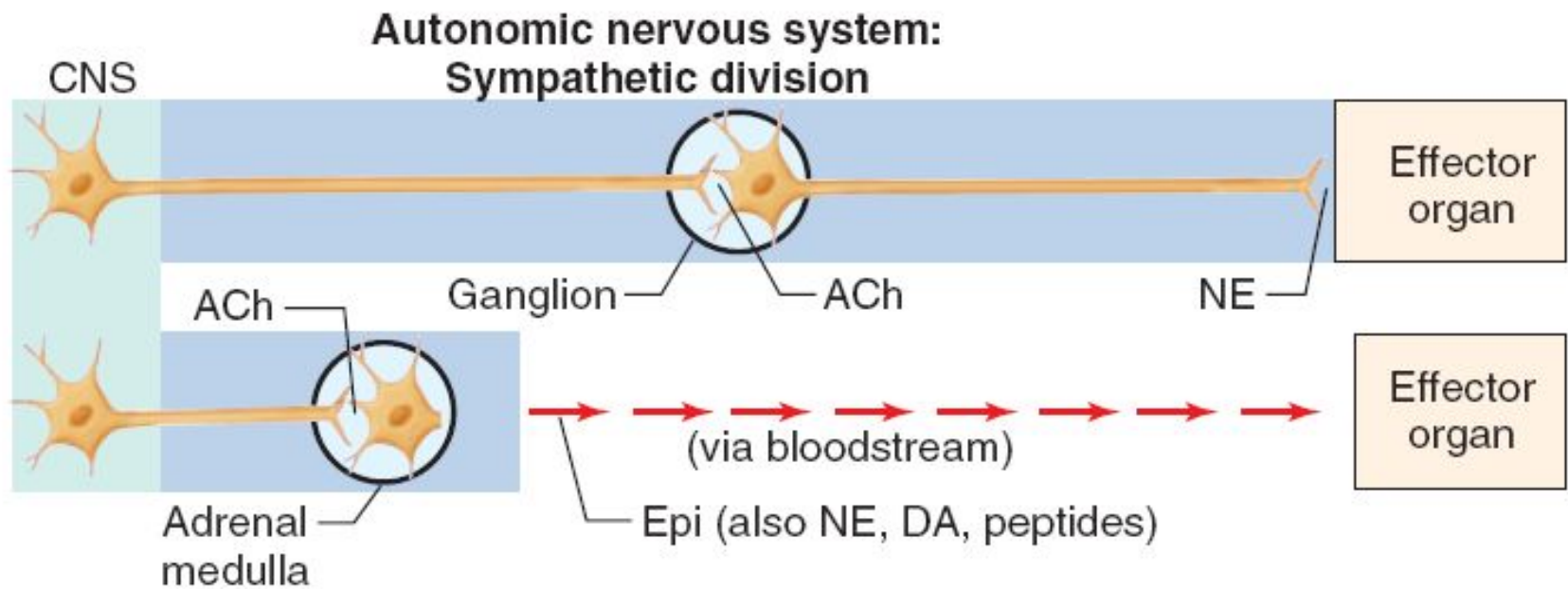
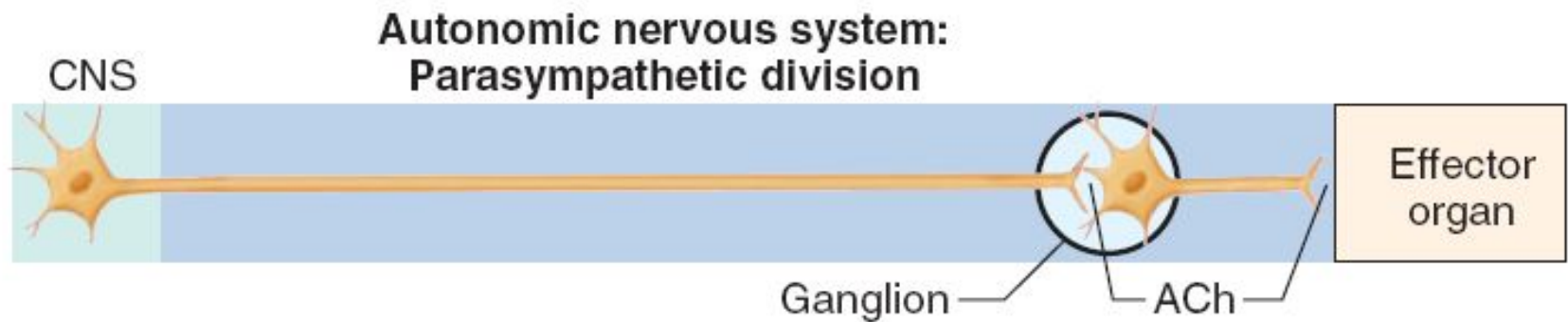
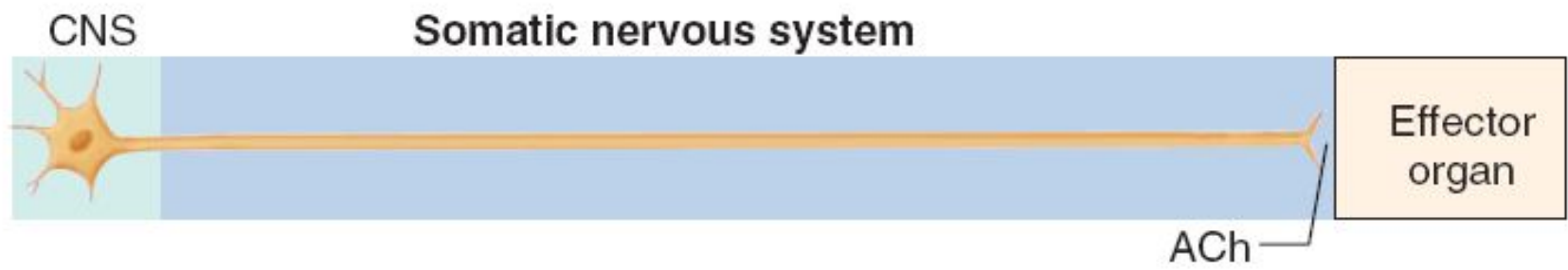


Visceral effectors



Visceral effector organs





# **IV. Влияние автономной нервной системы на функции органов**

Изучение — с помощью электрического или химической стимуляции, хирургического или фармакологического выключения

## Parasympathetic

## Sympathetic

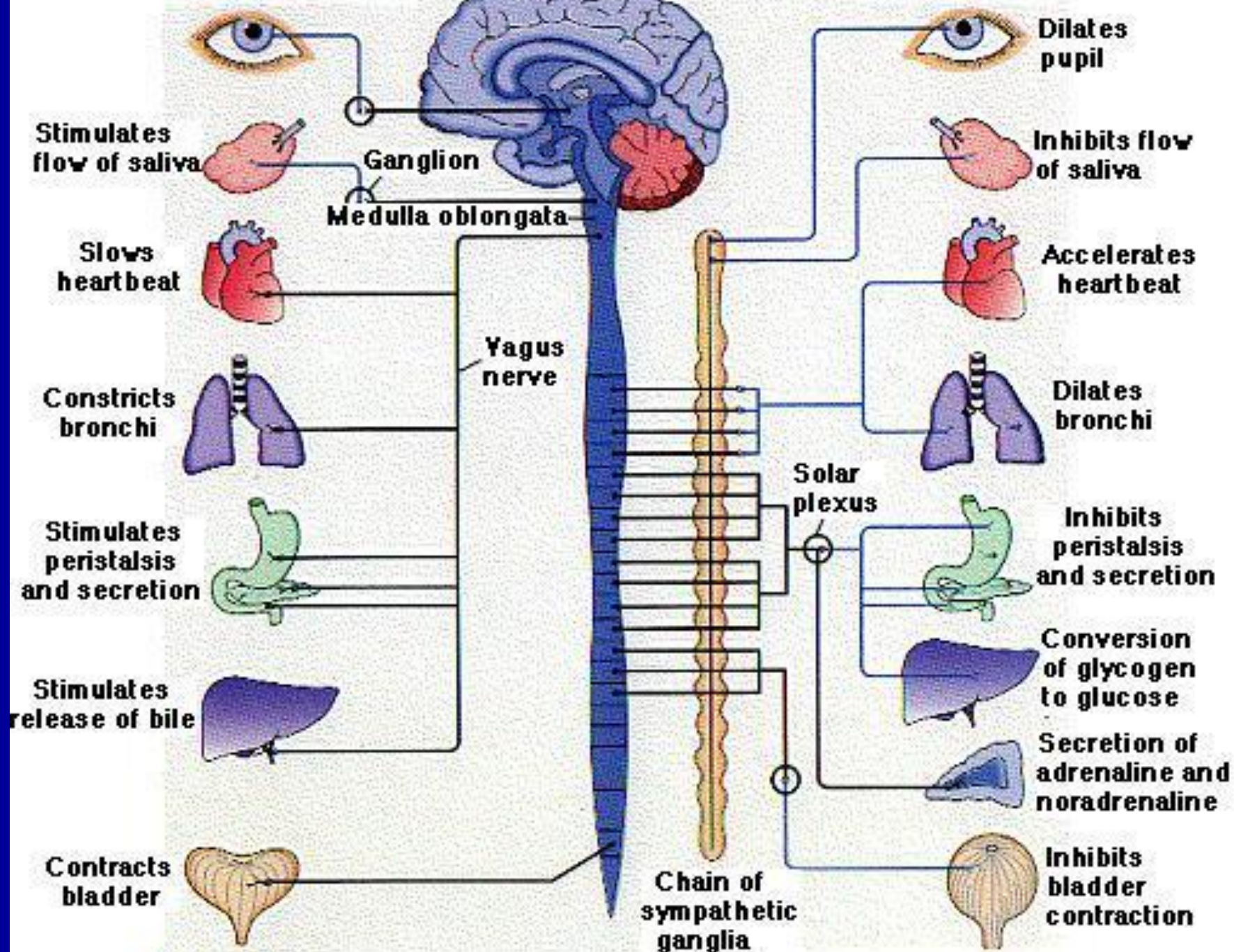


Таблица 19.1. Влияние вегетативной нервной системы на различные органы (Guyton, 1976)

Органы	Эффект раздражения симпатических нервов	Эффект раздражения парасимпатических нервов
Глаза		
зрачки	Расширение	Сужение
цилиарные мышцы	Не проявляется	Сокращение
Железы		
носовые	Сужение сосудов	Обильное выделение водянистого секрета, содержащего ферменты
слезные		
околоушные		
подчелюстные		
желудочные		
поджелудочная		
Потовые железы	Обильное потоотделение (медиатор — ацетилхолин)	Не проявляется
Апокринные железы	Выработка густого пахучего секрета	Не проявляется
Сердце		
миокард	Учащение и усиление сокращений	Замедление сокращений; уменьшение силы сокращения предсердий
Коронарные сосуды	Расширение	Сужение
Легкие		
бронхи	Расширение	Сужение
сосуды	Умеренное сужение	Не проявляется
Кишечник		
моторика	Снижение перистальтики и тонуса	Усиление перистальтики и тонуса
сфинктеры	Повышение тонуса	Снижение тонуса
Печень	Выброс глюкозы	Не проявляется
Желчный пузырь и протоки	Угнетение сокращений	Усиление сокращений
Почки	Уменьшение диуреза	Не проявляется
Мочеточники	Торможение сокращений	Усиление сокращений
Мочевой пузырь		
детрузор	Торможение	Усиление сокращений
треугольная мышца	Усиление сокращений	Торможение
Половой член	Эякуляция	Эрекция
Сосуды большого круга органов брюшной области	Сужение	Не проявляется
мышц	Сужение (адренэргическое)	> >
	Расширение (холинэргическое)	> >
кожные	Сужение (адренэргическое)	Расширение
	Расширение (холинэргическое)	

Симпатический отдел – система тревоги.

Действие : прямое на орган-мишень и генерализованное – за счет выброса адреналина из надпочечников.

Раздражение симпатических волокон:

- увеличение силы и частоты сердечных сокращений
- расслабление мускулатуры бронхов
- снижение моторной активности желудка и кишечника и т.д.

Парасимпатический отдел – система поддержания гомеостаза.

Раздражение блуждающего нерва:

- уменьшается частота и сила сердечных сокращений
- суживаются бронхи
- расширяются сосуды пищеварительной системы и т.д.



- Метасимпатическая часть автономной НС контролирует и регулирует процессы внутренних органов («микропроцессор»).
- При этом ЦНС освобождается от избыточной информации.

Симпатические и парасимпатические центры, а также эффекторные нейроны метасимпатической части находятся в состоянии тонуса

- преобладание тонуса парасимпатической части – ваготония,
- симпатической – симпатикотония

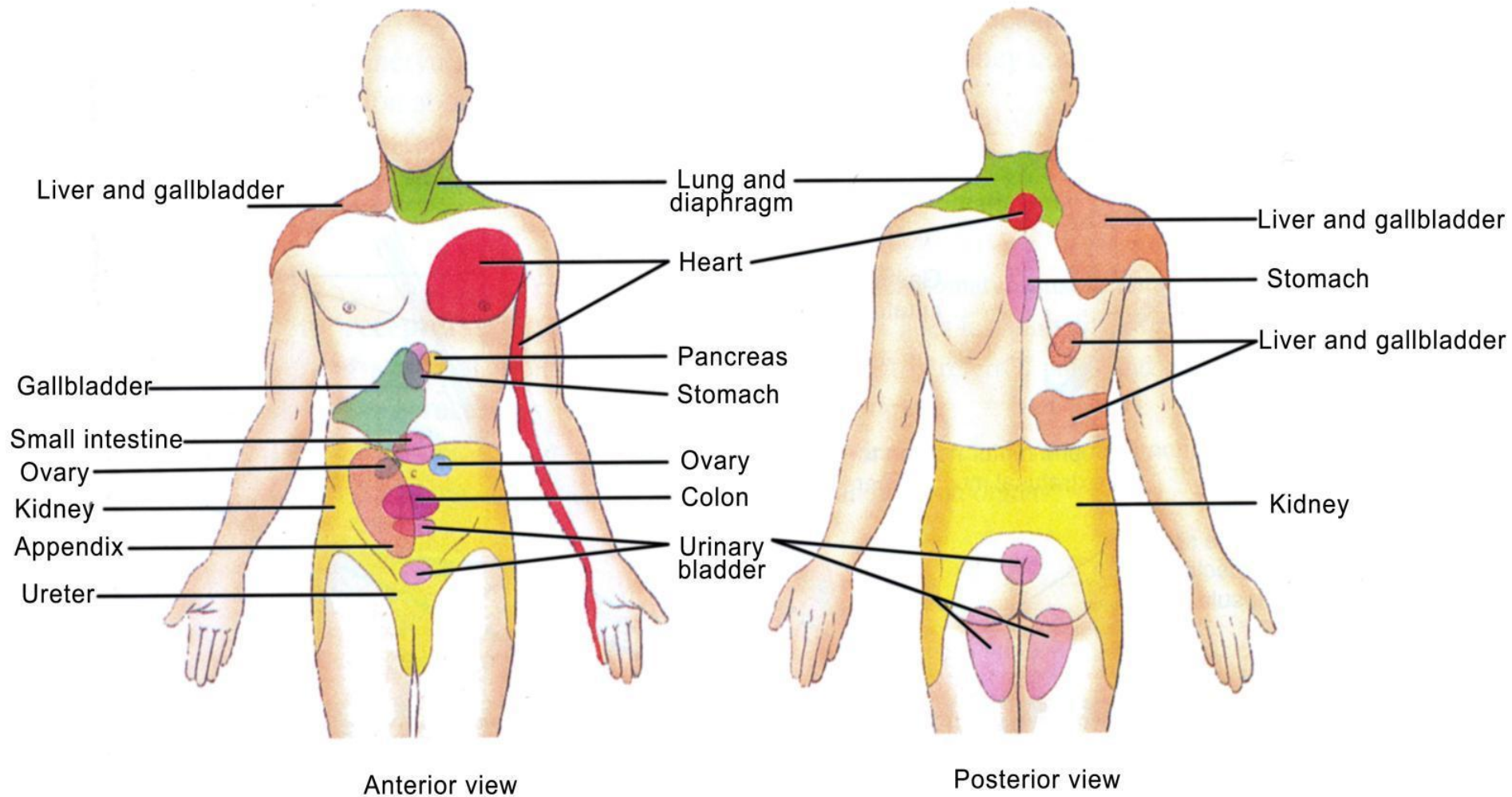


Все отделы автономной НС действуют согласованно, запускают следующие рефлексы:

1. Висцеровисцеральные (рефлекс Гольца).
2. Висцеросоматические.
3. Висцеросенсорный рефлекс (зоны Захарьина–Геда).
4. Соматовисцеральный рефлекс (используется в рефлексотерапии).

# Области отраженной боли

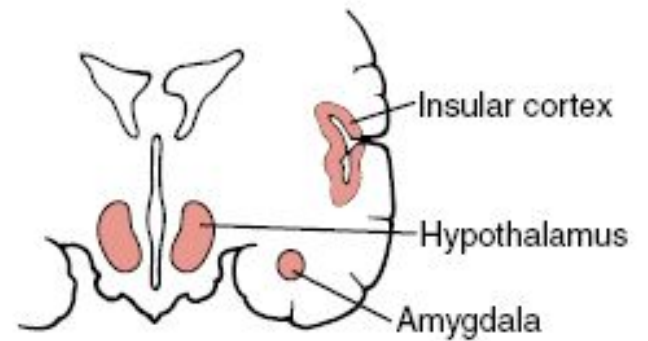
## Distribution of referred pain



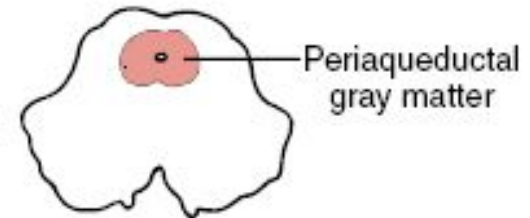
# **V.Центральная регуляция висцеральных функций**

# Структуры ЦНС, контролирующие автономную нервную систему

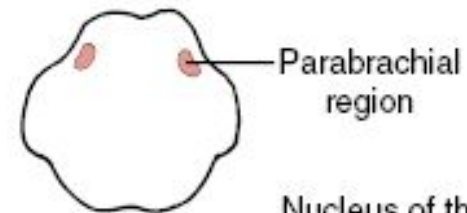
Cerebral hemisphere  
and hypothalamus



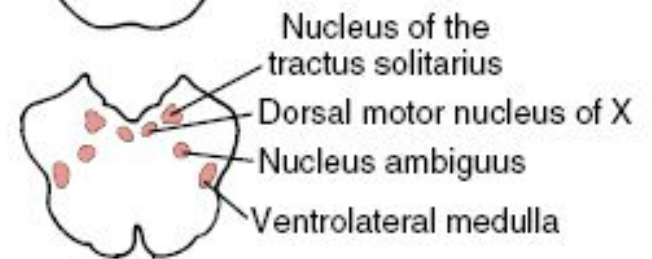
Midbrain



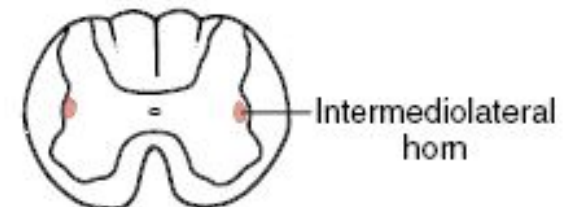
Pons



Medulla



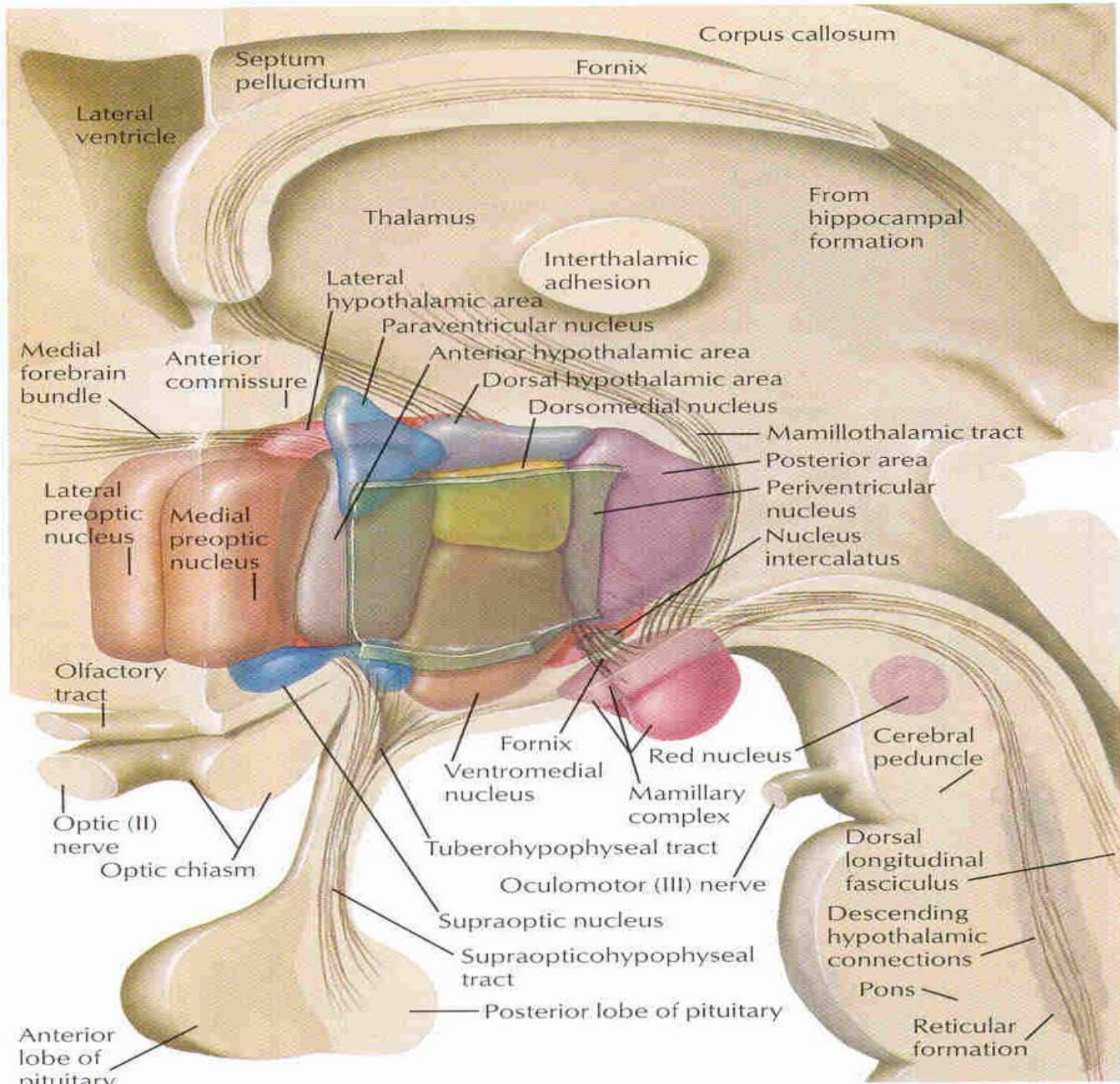
Spinal cord



## Иерархическая структура автономной НС:

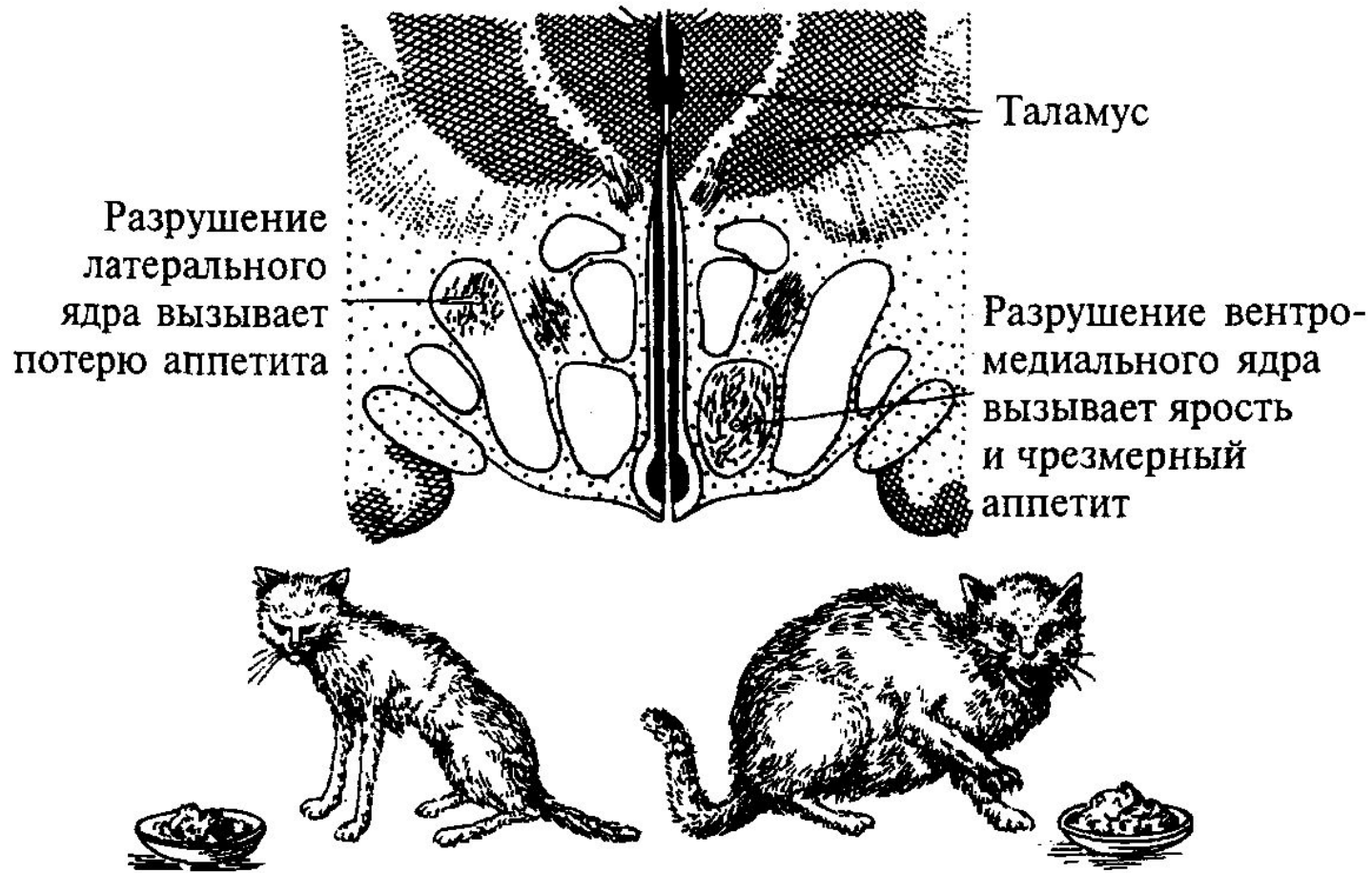
1. Метасимпатические ганглии.
2. Превертебральные ганглии брыжеечных и солнечного сплетений.
3. Центры спинного мозга.
4. Ствол.
5. Лимбическая система (гипоталамус и т.д.).





## Ядра гипоталамуса

- задняя группа – эффекты, аналогичные раздражению симпатических нервов.
- передняя группа – эффекты, парасимпатических нервов.
- средняя группа – регуляция метаболизма, контроль пищевого поведения.



*Рис. 4.9.* Влияние повреждения латерального (слева) и вентромедиального (справа) ядер гипоталамуса на пищевое поведение кошки.

**Благодарю за внимание!**