

Вегетативная нервная система



Работа ВНС осуществляется

рефлекторно (по принципу
обратной связи) и
независимо (автономно)
от сознания, но не от
деятельности мозга.

Анатомические особенности ВНС

I. Трехкомпонентное очаговое расположение нервных центров.

1. Низший уровень – боковые рога спинного мозга.

2. Высшие подкорковые центры находятся на границе ядер гипоталамуса (симпатический отдел – задняя группа, а парасимпатический – передняя группа).

3. Кортикальный уровень.



II. Наличие вегетативных ганглиев.

В симпатическом отделе они расположены либо по обеим сторонам вдоль позвоночника, либо входят в состав сплетений. Нейроны парасимпатического отдела находятся вблизи рабочего органа или в его стенке.

III. Эффекторные волокна относятся к группе В и С.

Физиологические особенности ВНС:

1. Особенности функционирования вегетативных ганглиев.

Наличие феномена мультипликации (одновременного протекания дивергенции и конвергенции). Это обеспечивает надежность передачи информации из ЦНС на рабочий орган.

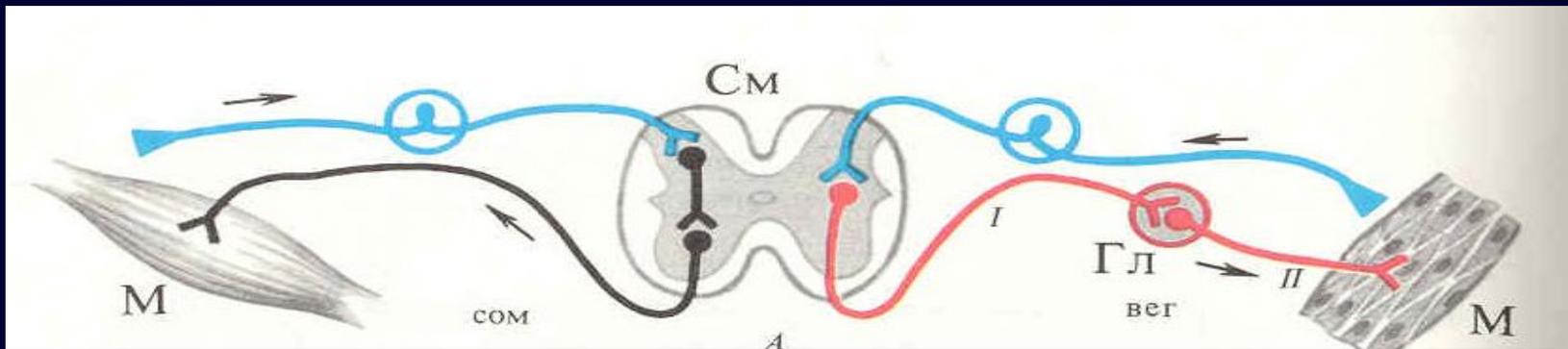
Вегетативные ганглии регулируют поток информации из ЦНС – выполняя функцию периферических нервных центров (поэтому ВНС называют автономной).

2. Особенности нервных волокон.

Преганглионарные нервные волокна симпатки – и парасимпатки относятся к группе В, а постганглионарные – к группе С.

Поскольку эфферентный путь парасимпатического отдела представлен большую часть преганглионарными волокнами, а симпатического – постганглионарными, скорость передачи импульсов у парасимпатической нервной системы выше.

Соматическая и вегетативная рефлекторные дуги



Отличия вегетативной и соматической нервной системы

ПРИЗНАКИ	ВЕГЕТАТИВНАЯ	СОМАТИЧЕСКАЯ
Органы-мишени	Гладкие мышцы, миокард, железы, жировая ткань, органы иммунитета	Скелетные мышцы
Ганглии	Паравертебральные, Превертебральные и Органные	Локализованы в ЦНС
Число эфферентных нейронов	Два	Один
Эффект стимуляции	Возбуждающий или Подавляющий	Возбуждающий
Типы нервных волокон	Тонкие миелиновые или немиелиновые, медленные	миелиновые быстрые

Висцеральные сигналы

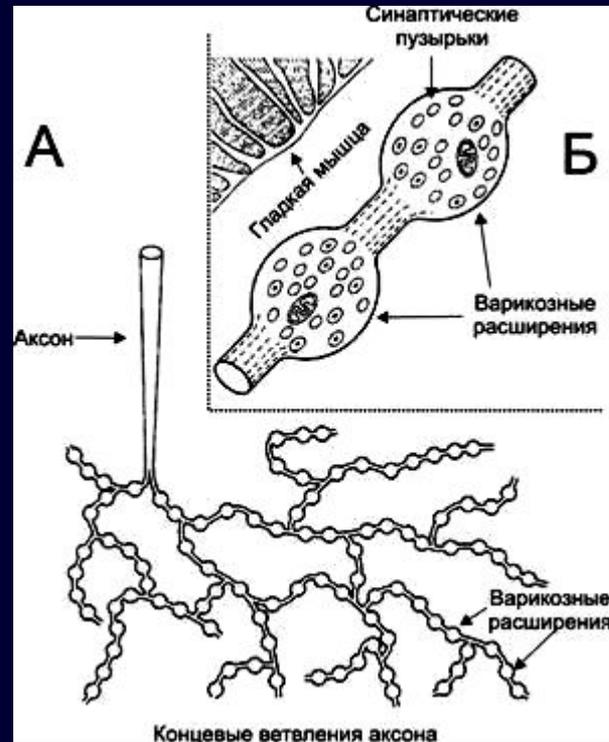
По сравнению с соматическими характеризуются:

1. низкой скоростью проведения,
2. менее развитой системой пространственной локализации восприятия сигнала,
3. менее развитой системой градации силы раздражения,
4. меньшей способностью передавать быстрые изменения сигнала.

Нервные окончания

Аксоны постганглионарных вегетативных нейронов образуют многочисленные варикозные расширения - содержащие синаптические пузырьки.

Эти утолщения - места секреции нейромедиатора.

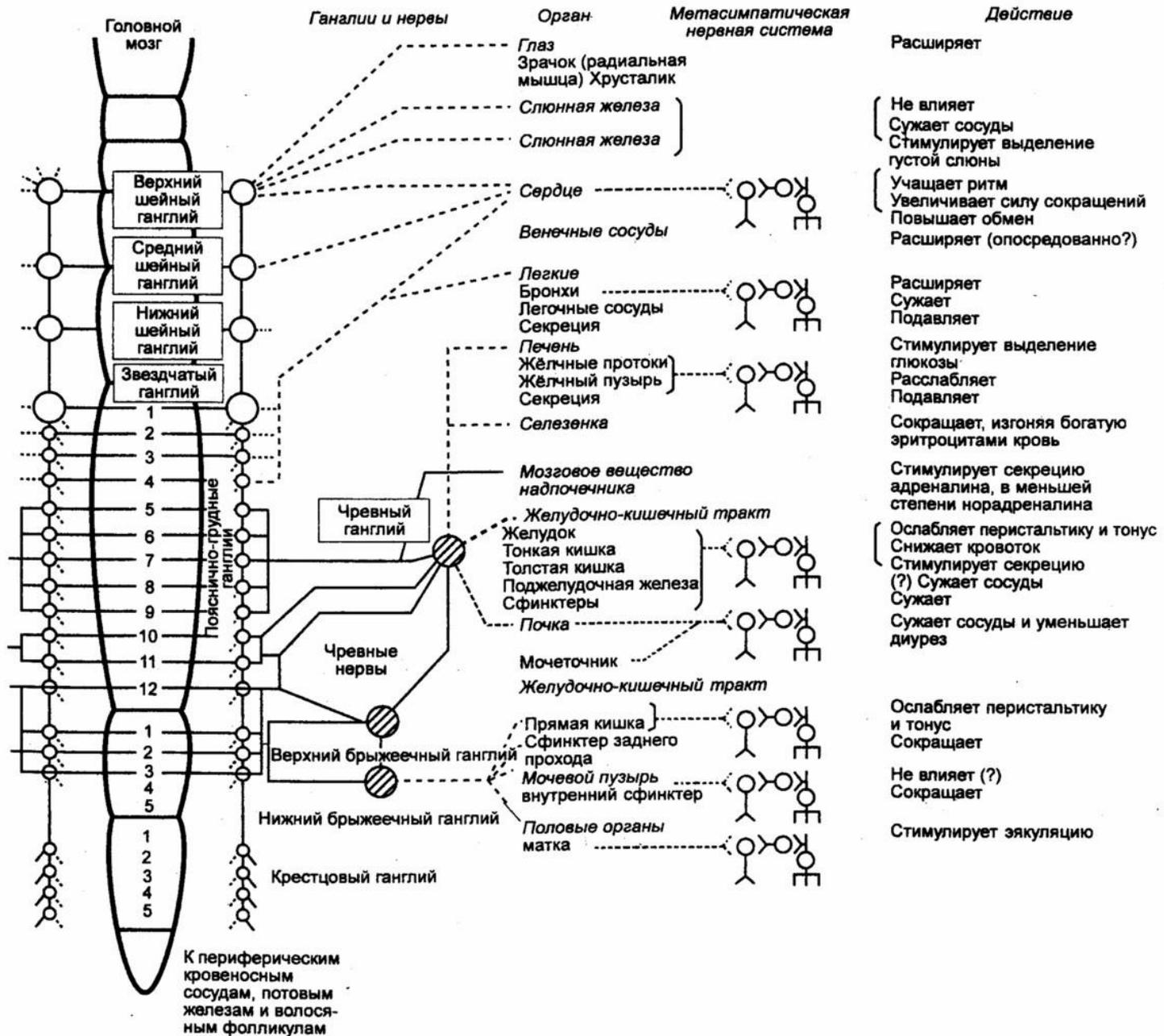




Вегетативная нервная система делится на:

1. Симпатический отдел
2. Парасимпатический отдел
3. Метасимпатический отдел

СНС



Симпатическая НС

Центральная часть - симпатическое ядро бокового рога серого вещества спинного мозга. Оно тянется от первых грудных до поясничных сегментов.

В паравертебральных ганглиях прерывается только часть преганглионарных волокон, остальные проходят их транзитом и переключаются на постганглионарный нейрон в превертебральных ганглиях на значительном удалении от спинного мозга и вдали от иннервируемых органов.

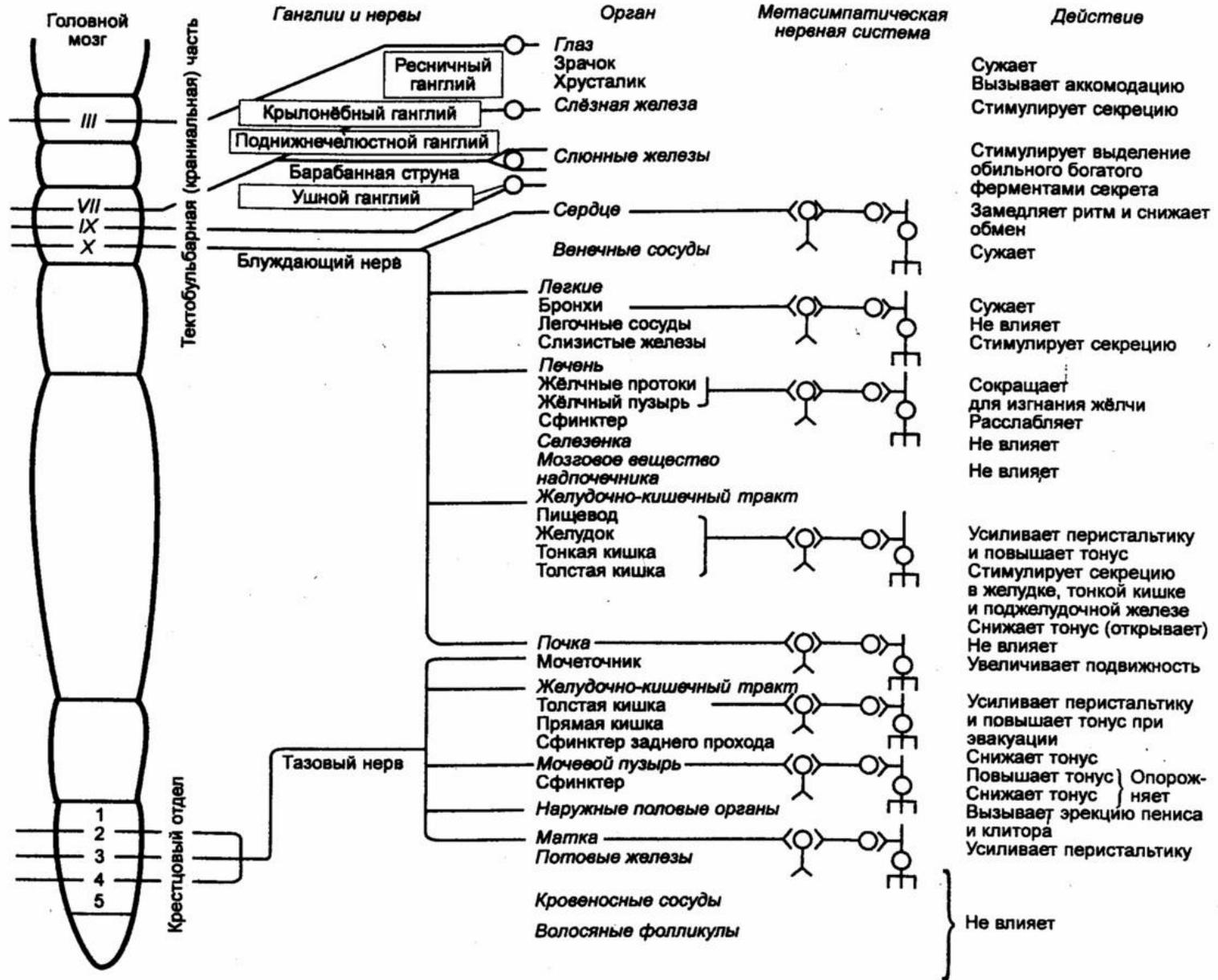
Периферическая часть образована чувствительными и эфферентными нейронами симпатических ганглиев.

Симпатическая НС

имеет собственные чувствительные пути:

1. клетки, тела которых локализуются в превертебральных симпатических ганглиях. Один из длинных отростков направляется на периферию, второй — в сторону спинного мозга, куда он вступает в составе дорсальных корешков.
2. клетки, длинный отросток которых идет к рабочему органу, короткие же распределяются в самом ганглии, синаптически контактируют с вставочными нейронами и через них с эффекторными нейронами, образуя здесь местную рефлекторную дугу.

ПНС



Центральные структуры парасимпатической НС:

в среднем мозгу - ядро глазодвигательного нерва.

в продолговатом мозгу – ядро блуждающего нерва.

в спинном мозге - крестцовый отдел.

Периферическая часть парасимпатической НС

Главным коллектором чувствительных путей парасимпатической нервной системы является блуждающий нерв.

Исключительно важна физиологическая роль языкоглоточного нерва.

Постганглионарные парасимпатические волокна снабжают почти все те же системы и органы, что и симпатика.

Гладкие мышцы кровеносных сосудов половых органов, мягкой мозговой оболочки и слюнных желез иннервируются только парасимпатической НС.



Типы взаимодействия симпатической и парасимпатической нервной регуляции

1. Антагонизм
2. Синергизм
3. Отсутствие взаимодействия

Симпатические и парасимпатические эффекты

ОРГАНЫ	СИМПАТИЧЕСКАЯ НС	ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НС
Сердце	4 положительных вида действия (β)	4 отрицательных вида действия
Мышцы бронхов	Расслабление (β)	Сокращение
Железы бронхов	Увеличение секреции (β) Снижение секреции (α)	Снижение секреции
Слезные железы	Увеличение секреции (α)	Увеличение секреции
Слюнные железы	Рост секреции слизи (α) Рост секреции амилазы (β)	Рост секреции воды
Секреция инсулина	Увеличение (β)	Увеличение
Мочеточник	Сокращение и тонус (α)	Сокращение и тонус
Желудок и кишечник	Падение сокращений и тонуса (α , β) Сокращение сфинктера (α) Падение секреции (α)	Рост сокращений и тонуса Расслабление сфинктера Увеличение секреции

Моносимпатическая регуляция

Орган	Симпатический эффект
Жировая ткань	Липолиз (β)
Печень	Гликогенолиз (α, β)
Почки	Рост секреции ренина (β) Рост канальцевой реабсорбции (β)
Эпифиз	Рост синтеза и секреции мелатонина (β)
Мозговое вещество надпочечника	Выброс адреналина (α)
Кровеносные сосуды (Кроме мозга и половых органов)	Сокращение (α) Расслабление (β)

Монопарасимпатическая регуляция

Орган	Парасимпатический эффект
Артерии половых органов, мягкой мозговой оболочки и слюнных желез	Расширение
Сфинктер зрачка	Сокращение
Железы носоглотки	Секреция

Таким образом

Цель симпатической системы — обеспечить сверхактивацию организма.

Симпатическая нервная система чаще отвечает одновременной активацией всех её отделов. Одновременная активация всей симпатической нервной системы (*масс-разряд*) наблюдается чаще всего при активации гипоталамуса (испуг, страхе, невыносимая боль).

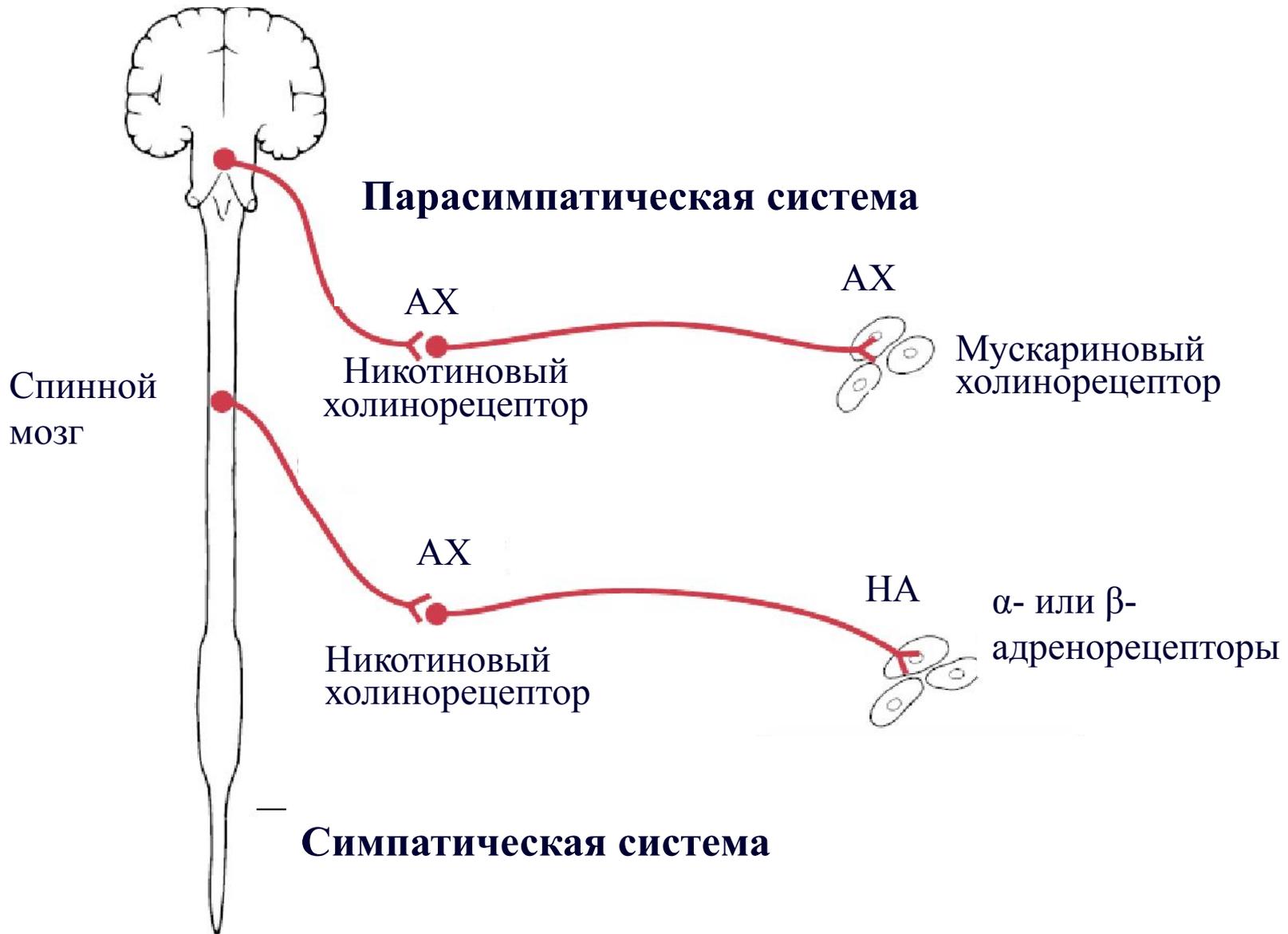
Результат этой обширной реакции, охватывающей все тело, - *стресс-ответ*.

Реакции парасимпатической системы

Парасимпатическая система осуществляет локальный и более специфический контроль функций эффекторных органов.

Цель парасимпатической системы - обеспечить сохранение резервов организма.

Основные медиаторы ВНС



Нейромедиаторы

Холинергические нейроны:

- Все **преганглионарные** нейроны как в симпатическом, так и в парасимпатическом отделах.
- Почти все **постганглионарные парасимпатические** нейроны.
- **Постганглионарные симпатические** нервные волокна к потовым железам, к выпрямляющим мышцам волос (пилomotorы) и некоторым кровеносным сосудам.

Адренергические нейроны

- Большинство **постганглионарных** симпатических нейронов.

Адренорецепторы

Тип	Локализация	Эффект	Чувствительность к лигандам	Механизм
α_1	ГМК (кроме ГМК бронхов)	активация	одинаковая к адреналину и норадреналину, в реальных условиях <i>in vivo</i> возбуждает норадреналин	образование ИФ ₃ и увеличение внутриклеточного [Ca ²⁺]
α_2	Пресинаптические нервные терминалы, ГМК, жировые клетки	зачастую ингибирование		ингибирование активности аденилатциклазы и уменьшение внутриклеточного [цАМФ]
β_1	стенка сердца	Активация	одинаковая к адреналину и норадреналину, чувствительность выше, чем у α -адренорецепторов	увеличение активности аденилатциклазы и внутриклеточного [цАМФ]
β_2	сосудистые ГМК, ГМК бронхов, ЖКТ	расслабление ГМК	адреналин > норадреналин, чувствительность к адреналину выше, чем у α -адренорецепторов	увеличение активности аденилатциклазы и внутриклеточного [цАМФ]

Холинорецепторы

- 1. н-холинорецепторы** локализованы в ганглиях вегетативной нервной системы и в нервно–скелетно-мышечном синапсе. Никотиновый холинорецептор - ионный канал для Na^+ . Активация н-холинорецепторов приводит к активирующему эффекту
- 2. м-холинорецепторы:**
 - м1-** в ЦНС и в вегетативных ганглиях (однако последние локализуются вне синапсов);
 - м2-** основной подтип м-холинорецепторов в сердце;
 - м3-** в гладких мышцах, в большинстве экзокринных желез;
 - м4-** в сердце, стенке легочных альвеол, ЦНС;
 - м5-** в ЦНС, в слюнных железах, радужной оболочке, в мононуклеарах крови).



Активация м-холинорецепторов приводит к стимуляции ГМК и жёлёз и подавление функционирования сердца.

Стимуляция м₂-холинорецепторов через Gi-белок приводит к ингибированию аденилатциклазы, а стимуляция м₂-холинорецепторов через Gq-белок – к активации фосфолипазы С и образованию ИФ₃ и ДАГ .

Стимуляция м₃-холинорецепторов приводит к активации фосфолипазы С.

Атропин блокирует м-холинорецепторы

Симпатомиметики:

1. естественные агонисты адренорецепторов — норадреналин и адреналин,
2. вещества стимулирующие определенный вид адренорецепторов (клонидин, изопротеренол , альбутерол) .
3. вещества, вызывающие секрецию норадреналина из нервных окончаний, — *симпатомиметики непрямого действия* (тирамин, эфедрин и амфетамин).

Вещества, блокирующие адренергическую передачу:

1. вещества нарушающие синтез и накопление норадреналина в нервных окончаниях (резерпин)
2. вещества блокирующие выделение норадреналина из нервных окончаний (гуанетидин и бретилийум).
3. блокаторы адренорецепторов (феноксифензамин, фентоламин, пропранолол, атенолол, метапролол, бутоксамин)



Парасимпатомиметики – агонисты

холинорецепторов (пилокарпин и метахолин)
(ацетилхолин после введения в кровь сразу разрушается ацетилхолинэстеразой, не успев
дойти до органа).

Антихолинэстеразные вещества — ингибиторы
ацетилхолинэстеразы (неостигмин, физостигмин и
ряд фосфорорганических соединений).

Антагонисты холинорецепторов подавляют
действие ацетилхолина на м-
холинорецепторы (атропин, скополамин и
гомотропин)

Вещества действующие на постганглионарные нейроны ВНС

Возбуждающие

Ацетилхолин секретируется в преганглионарных нейронах и стимулирует постганглионарные.

Никотин - агонист никотиновых холинорецепторов (стимулирует постганглионарные нейроны наподобие ацетилхолина).

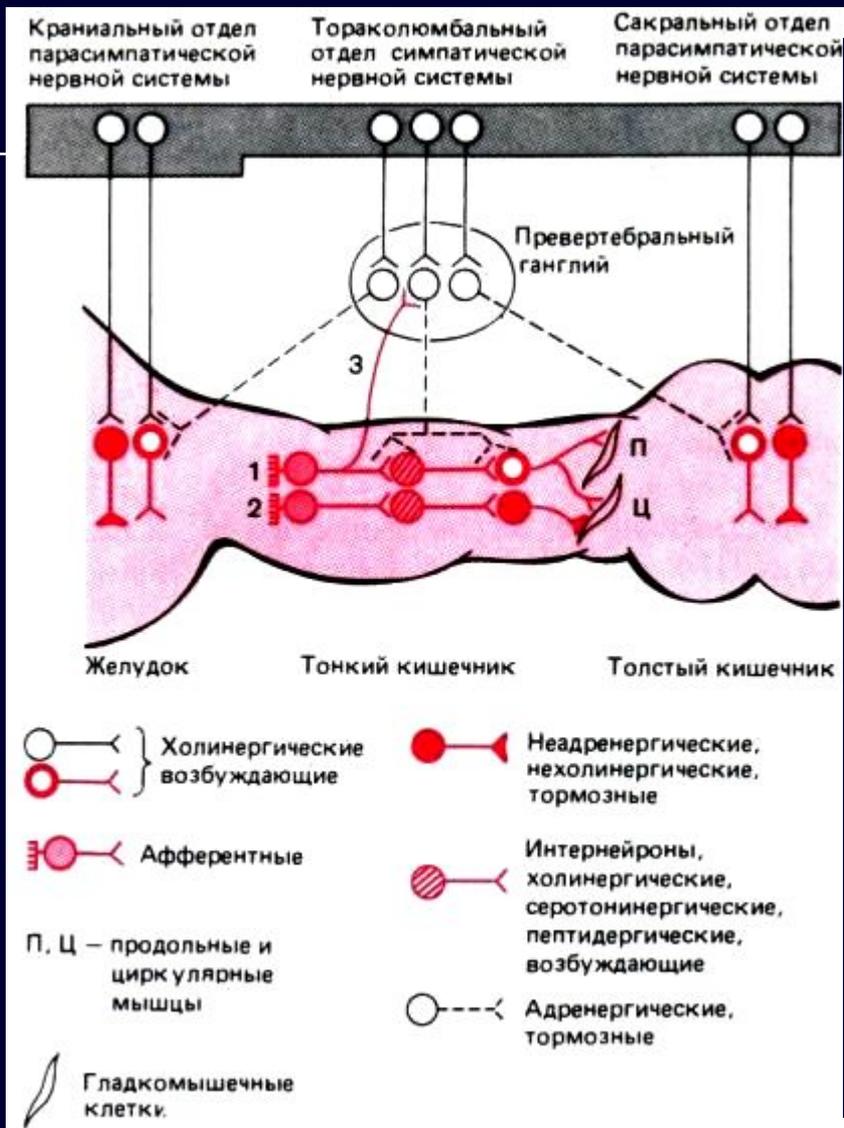
Блокирующие

Ганглиоблокаторы (тетраэтиламмония, ионы гексаметония и пентолиниум) блокируют эффект ацетилхолина на постганглионарные нейроны.

Метасимпатическая нервная система

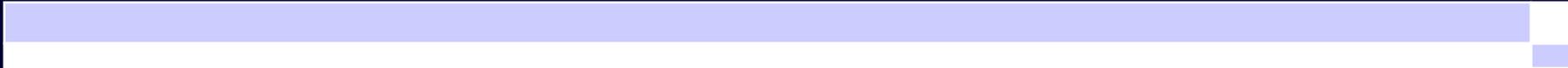
Метасимпатическая нервная система

1. Иннервирует только внутренние органы, наделенные собственной моторной активностью.
2. Получает синаптические входы от СНС и ПСНС и не имеет прямых синаптических контактов с эфферентной частью соматической рефлекторной дуги.
3. Наряду с общим висцеральным афферентным путем она имеет собственное сенсорное звено.
4. Она не находится в антагонистических отношениях с другими частями нервной системы.
5. Обладает гораздо большей независимостью от ЦНС чем СНС и ПСНС.
6. Имеет собственное медиаторное звено.
7. Органы с разрушенными метасимпатическими путями утрачивают способность к координированным ритмическим функциям.



Организация метасимпатической нервной системы и симпатических и парасимпатических путей, управляющих ее деятельностью:

1, 2 - возбуждающие и тормозные пути, отвечающие за перистальтические рефлексy; 3 - коллатерали афферентного нейрона, идущие к постганглионарным симпатическим нейронам в превертебральном ганглии



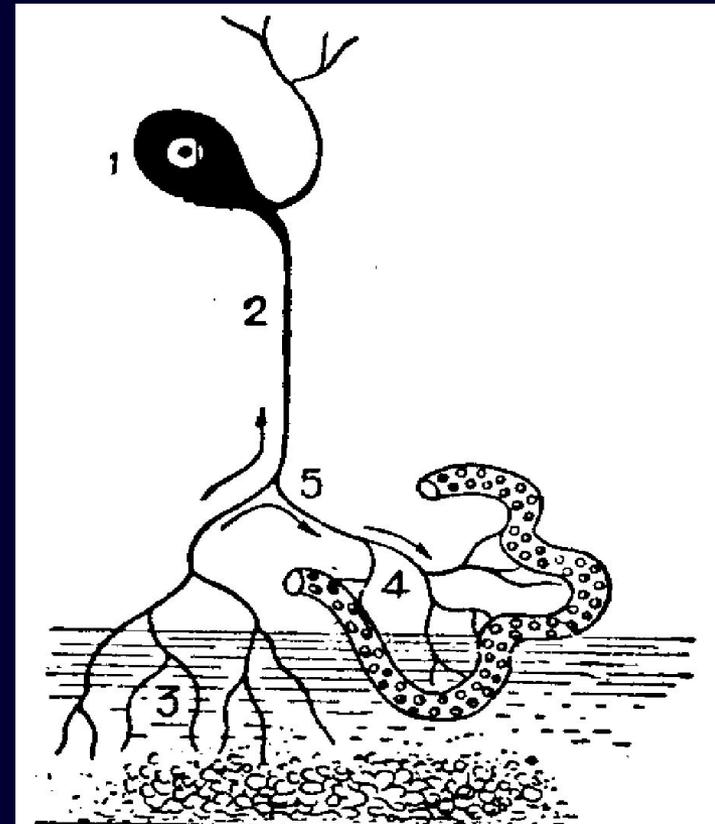
Рефлексы с участием ВНС

1. Висцеро-висцеральные (аксон-рефлекс)
2. Висцеро-соматические
3. Висцеро-сенсорные
4. Сомато-висцеральные

Аксон-рефлекс

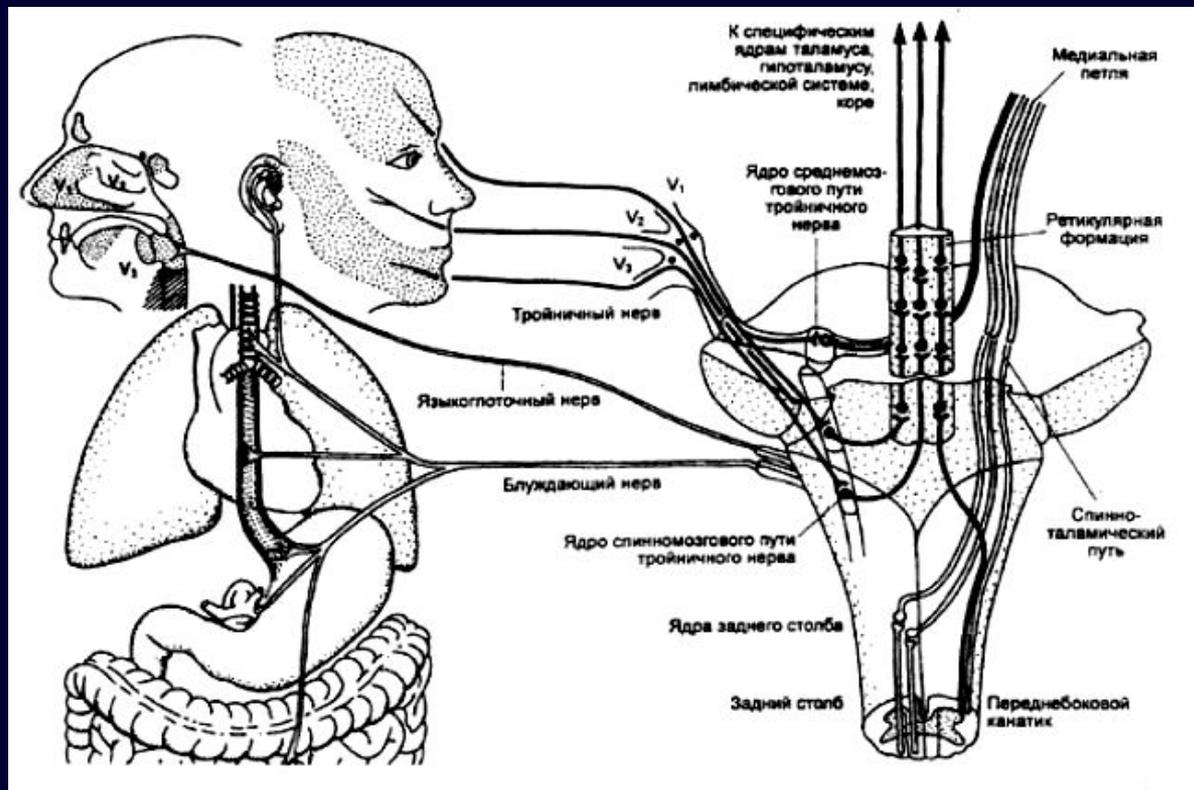
Это местная ответная реакция ткани на раздражитель без участия ЦНС:

- возбуждение интероцептора является стимулом к локальному выделению нейропептидов из его терминалей.
- при наличии коллатерали по ходу сенсорного волокна возбуждение может перейти на коллатераль аксона, и вызвать выделение нейропептидов.
- выделение нейропептидов в ганглиях или спинном мозге и диффузное действие на клетки –мишени.

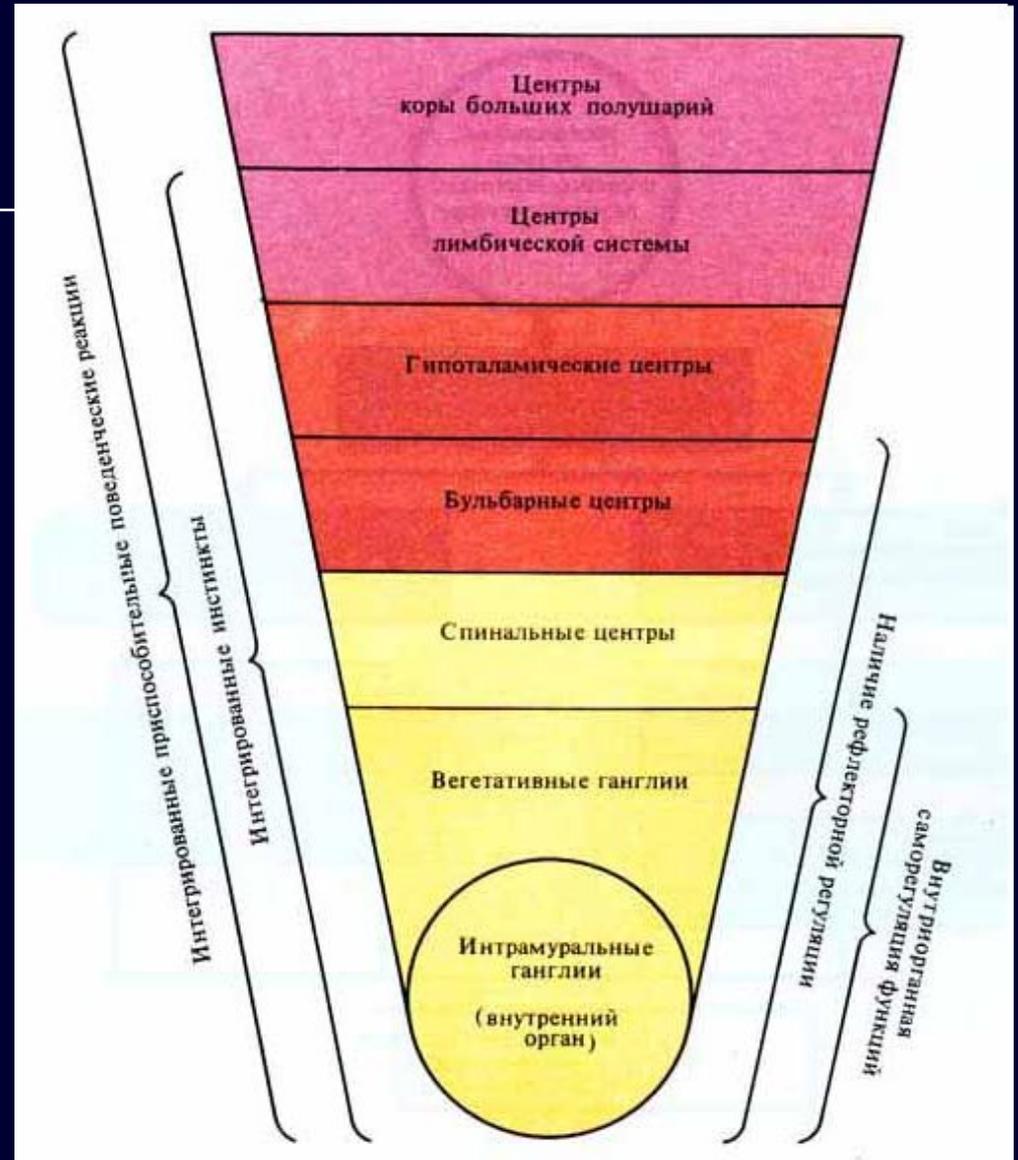


Висцеро-сенсорный рефлекс

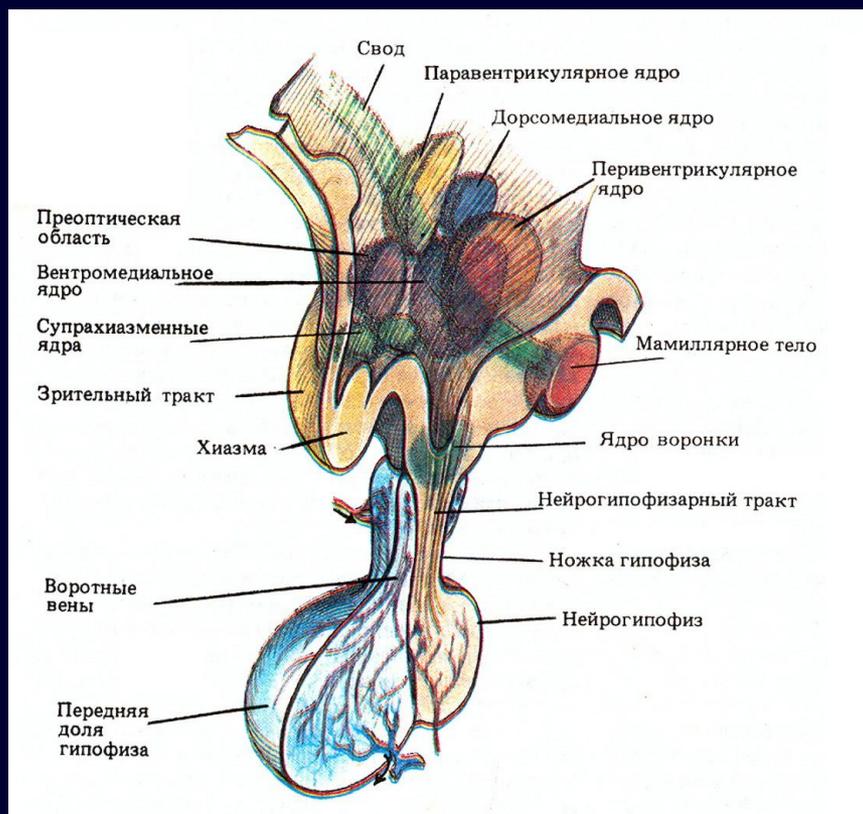
В ответ на раздражение автономных чувствительных волокон возникают реакции не только во внутренних органах, но и изменяется соматическая чувствительность.



Иерархия в управлении деятельностью внутренних органов



Высший вегетативный орган – гипоталамус



Гипоталамус: ЧУВСТВИТЕЛЬНОЕ ЗВЕНО

Чувствительная информация от внутренних органов поступает в гипоталамус по восходящим спинно-бульбарным путям.

Одни из них проходят через таламус, другие - через лимбическую область среднего мозга.

Гипоталамус снабжен собственными рецепторами (осморорецепторы и терморорецепторы).

Гипоталамус: эффекторное звено

Гипоталамус играет ведущую роль в поддержании гомеостаза.

Стимуляция задних ядер:

- сопровождается эффектами, аналогичными раздражению симпатической нервной системы,
- обеспечивает терморегуляцию (теплопродукцию),
- тормозит половое развитие.

Повреждение задних ядер приводит к гипергликемии, а в некоторых случаях к развитию ожирения.

Стимуляция группы передних ядер:

- характеризуется реакциями, подобными раздражению парасимпатической нервной системы,
- регулирует процесс теплоотдачи,
- стимулирует половое развитие.

Средняя группа ядер:

обеспечивает главным образом регулирование метаболизма в результате реципрокных взаимодействий латерального и вентромедиального гипоталамических ядер.

Латеральное ядро усиливает потребление пищи.

Вентромедиальное ядро снижает уровень пищевой мотивации.

Гипоталамус: поведенческая функция

Гипоталамус участвует в формировании поведенческих реакций организма, необходимых для сохранения гомеостаза.

Стимуляция его ядер приводит к формированию целенаправленного поведения — пищевого, полового, агрессивного и т.д.

Ему принадлежит и главная роль в возникновении основных влечений (мотиваций) организма.

Лимбическая система

Лимбическая система обеспечивает взаимодействие экстероцептивных (обонятельных, слуховых и др.) и интероцептивных воздействий.

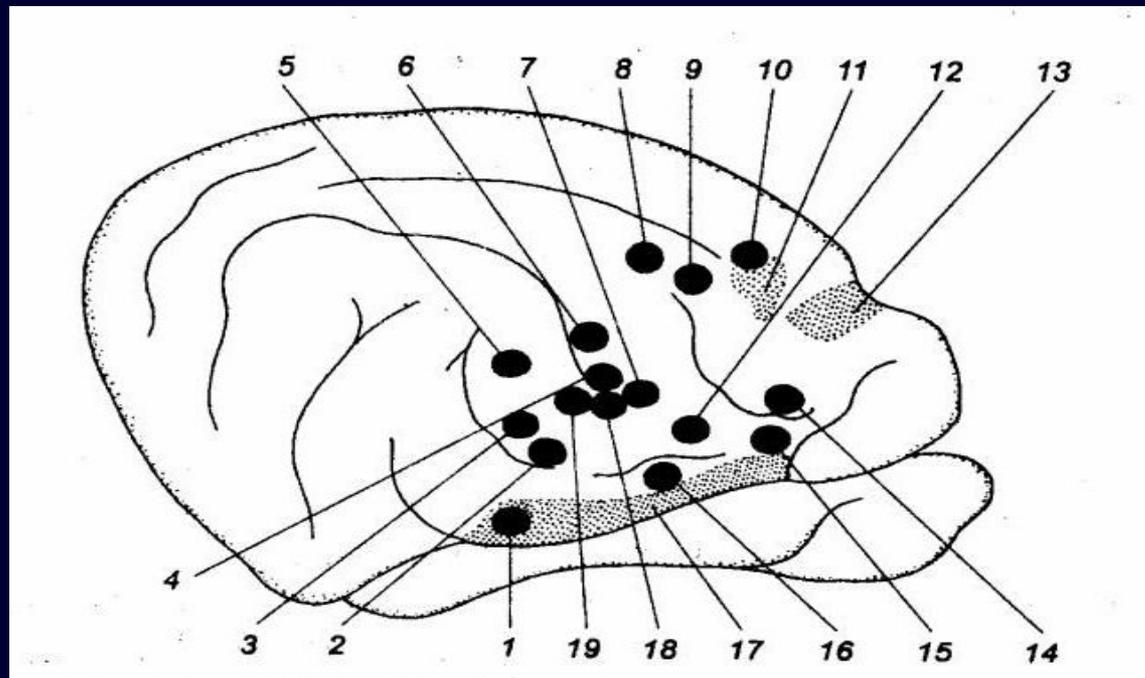
Занимая в пределах ЦНС срединное положение, лимбическая система может быстро включаться практически во все функции организма, направленные на активное приспособление к условиям окружающей среды.

Мозжечок

Мозжечок благодаря наличию двойного (активирующего и тормозного) механизма действия способен оказывать стабилизирующее влияние на функции сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем, терморегуляции, кроветворения, метаболизма и т. д.

Он также играет ведущую роль в корригировании висцеральных рефлексов.

Карта представительства афферентных систем внутренних органов в коре



1—6, 13—16, 19 — блуждающий нерв (1—4, 19 — шейный отдел нерва, 5—6 — брюшной отдел нерва), 7,8 — тазовый нерв, 9—10 — внутренностный нерв, 11—12 — рецепторы сердца и венечных (коронарных сосудов), 17, 18 — гортанный и языкоглоточный нервы.