

# ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ часть 3

1. Особенности рефлекторной дуги вегетативного рефлекса, функции вегетативных ганглиев.
2. Общая схема регуляции вегетативных функций.
3. Структурное обеспечение регуляции вегетативных функций.
4. Общий план строения афферентной системы, специфическая и неспецифическая системы.
5. Афферентные системы спинного мозга.
6. Соматосенсорные функции ствола мозга и ретикулярной формации.
7. Таламус как коллектор афферентных путей.
8. Соматосенсорная кора.
9. Контроль афферентации в афферентной системе.

**Соматические функции** – восприятие раздражения и осуществление двигательных реакций с участием скелетных мышц.

**Вегетативные функции** — определяют обмен веществ, пищеварение, кровообращение, выделение, рост и размножение.

ВНС условно делится на симпатический и парасимпатический отделы.

**Низшие симпатические центры** расположены в спинном мозге.

**Низшие центры парасимпатического отдела:**

- мезэнцефальный,
- бульбарный,
- сакральный.

Как симпатические, так и парасимпатические центры находятся в состоянии тонуса. Он может быть низким, средним и высоким. На фоне общего вегетативного тонуса может преобладать тонус того или иного отдела вегетативной нервной системы. По этому признаку люди делятся на: ваготоников, симпатотоников, мезатоников (уравновешен тонус двух отделов).

Принадлежность к конкретной группе определяется при оценке результатов специальных проб (проба Ашнера, Гольца, ортостатическая и т.д.).

**Симпатическая нервная система иннервирует все органы и ткани.**

**Парасимпатическая не иннервирует скелетные мышцы, ЦНС, матку, большинство кровеносных сосудов.**

В плане регуляции функций они синергичны — обеспечивают оптимальный уровень активности органа. **Симпатический отдел обеспечивает мобилизацию организма на действие (эрготропный эффект).**

**Парасимпатический отдел обеспечивает регуляцию систем в состоянии покоя и их восстановление после работы (трофотропный эффект).**

# Особенности рефлекторной дуги вегетативного рефлекса, функции вегетативных ганглиев

Эфферентная часть рефлекторной дуги двухнейронная. Первый нейрон расположен в ЦНС (например, в боковых рогах спинного мозга), второй — в вегетативном ганглии.

- Для **симпатического отдела ВНС** это паравертебральные (расположены вдоль позвоночника) и превертебральные (чревной узел, верхний брыжеечный и т.д.). Аксоны первых нейронов или прерываются в паравертебральных ганглиях, или транзитом проходят через них и прерываются в превертебральных.
- **Парасимпатические ганглии** — интрамуральные, расположены в полостных органах или рядом с ними.
- *Преганглионарные волокна симпатического и парасимпатического отделов ВНС холинергические; симпатические постганглионарные волокна адренергические; парасимпатические постганглионарные волокна — холинергические*, но могут быть *гистаминергическими, дофаминергическими*, выделять субстанцию Р и другие медиаторы. Характер эфферентной реакции зависит от типа рецепторов постсинаптической мембраны (альфа-активация увеличивает тонус артериол, а бета- — снижает), медиатора, количества и чувствительности рецепторов.

**Функции вегетативных ганглиев** более сложные, чем простое переключение возбуждения. Для них **характерны все свойства нервных центров, соблюдаются основные принципы деятельности ЦНС**. В них находятся эфферентные, афферентные и вставочные нейроны. Наиболее распространена точка зрения о том, что это вынесенные на периферию нервные центры.

Симпатические центры      Парасимпатические центры

ЦНС

Преганглионарные волокна

Н-холинорецепторы

АХ

Н-холинорецепторы

АХ

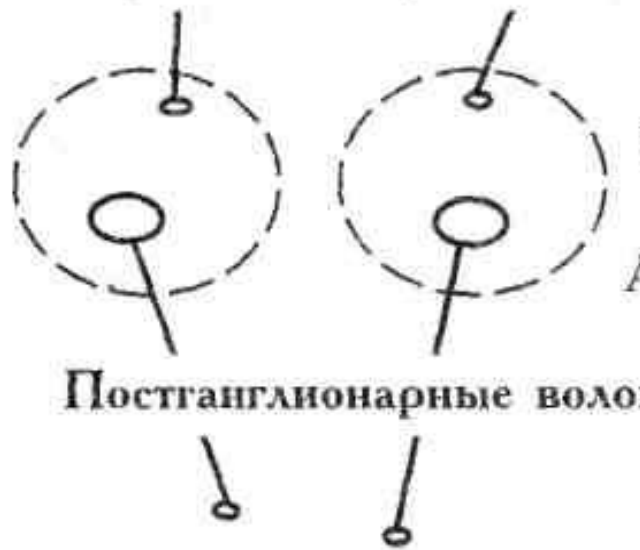
Постганглионарные волокна

Альфа-  
и бета-адренорецепторы

НА

АХ

М-холинорецепторы



# Общая схема регуляции вегетативных функций

**Общая схема обеспечения эфферентных вегетативных реакций предполагает возникновение побуждения, замысла действия, программ его обеспечения и непосредственного действия.**

- **Побуждение** к действию возникает в мотивационных зонах коры и подкорки. На уровне лимбической системы оно преобразуется в **замысел действия**. Программное обеспечение действия осуществляется высшими центрами — **лимбической системой (приобретенные, гибкие программы** адаптивных реакций) и **гипоталамусом (врожденные, жесткие программы** гомеостатирования показателей внутренней среды и врожденные программы адаптивных реакций). В программном обеспечении действия участвуют и низшие центры — ствола мозга и спинного мозга. В них заложены достаточно сложные врожденные программы саморегуляции висцеральных систем (сосудодвигательный центр продолговатого мозга, дыхательный центр и т.д.). За непосредственное

# Структурное обеспечение регуляции вегетативных функций

## А. НИЗШИЕ ВЕГЕТАТИВНЫЕ ЦЕНТРЫ

- **Спинной мозг.** Вегетативные нейроны заложены в боковых рогах. Обеспечивают простые вегетативные рефлексы. Их активность контролируется расположенными выше центрами. У спинального животного сохраняются сосудосуживающие рефлексы, рефлексы потоотделения в ответ на раздражение кожи, дефекации, мочевыделения, половые рефлексы.
- **Ствол мозга.** Центры бульбарного отдела, моста и среднего мозга содержат функциональные центры пищеварения, глотания, рвоты, сосудодвигательный, дыхания, регуляции деятельности сердца. Они обеспечивают саморегуляцию соответствующих вегетативных функций. В стволе мозга заложены ядра черепномозговых нервов, обеспечивающих регуляцию целого ряда функций (например, блуждающий).

# В.ГИПОТАЛАМУС как высший подкорковый центр программного обеспечения вегетативных функций

- **Афферентные входы связывают гипоталамус с лимбической системой, соматосенсорными и моторными зонами коры, таламусом.** Гипоталамус получает афферентную импульсацию от структур соматосенсорной системы. В нем есть нейроны, которые непосредственно реагируют на изменения внутренней среды организма. Это нейроны, выполняющие функции глюко-, термо-, осмо-, стероидорецепторов.
- **Эфферентные выходы гипоталамуса адресуются к низшим вегетативным центрам.** Связи с гормональной системой регуляции обеспечиваются нейросекреторными нейронами, выделяющими при активации соответствующих структур гипоталамуса рилизинг-факторы, регулирующие выделение тропных и эффекторных гормонов гипофиза.

## ФУНКЦИИ ГИПОТАЛАМУСА

- **Программное обеспечение регуляции вегетативных функций**

В 1957 г. Гесс показал, что раздражение заднего гипоталамуса приводит к осуществлению эрготропных реакций, свойственных увеличению тонуса симпатического отдела ВНС (увеличение частоты сокращений сердца, артериального давления, торможение выделения, пищеварения, увеличение моторной активности, ярости). Раздражение передних ядер вызывало трофотропные реакции (снижение артериального давления, усиление пищеварения, снижение частоты дыхания, адинамию, усиление выделения, развитие дремотного состояния). Все эти реакции проявлялись в комплексе. Было сделано заключение о том, что в гипоталамусе заложены сложные программы генетически детерминированных вегетивных реакций. Они инициируются изменением факторов внешней и внутренней среды, нисходящей импульсацией от высших вегетативных центров. Эти программы осуществляются посредством низших вегетативных центров и гормонального звена регуляции. Они видовые.

- **Программы интеграции соматических и вегетативных компонентов адаптивных реакций**

На уровне гипоталамуса хранятся видовые программы вегетативного обеспечения соматических реакций. Они активизируются импульсацией от моторных зон, поступающей в гипоталамус по коллатералям нисходящих путей. Эти программы обеспечивают переход в эрготропное состояние при активной деятельности и обратный переход в трофотропное состояние при ее прекращении. Реализуются как посредством низших вегетативных центров, так и через гормональное звено регуляции.

- **Программы регуляции показателей гомеостаза**

Благодаря сенсорным свойствам нейронов гипоталамуса и его связям с соматосенсорной системой, сдвиг показателей гомеостаза вызывает запуск древних программ гомеостатирования. Они обеспечивают постоянство сахара крови, температуры тела, осмотического давления. Эти программы реализуются как через низшие вегетативные центры, так и через гормональное звено регуляции.

# С. ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА И НОВАЯ КОРА В РЕГУЛЯЦИИ ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

**Лимбическая система** -структуры коры (гиппокамп, парагиппокампова извилина, поясная извилина, обонятельные бугорки, обонятельные луковицы) и **подкорковые образования** (миндалины, септальные ядра, переднее таламическое ядро). Связана с гипоталамусом, височными и лобными долями коры.

На уровне лимбической системы образуются и хранятся гибкие, индивидуальные программы вегетативных реакций. Они активируются посредством ассоциативных зон коры, а также через соматосенсорную систему. **Лимбическая система контролирует эмоциональное поведение, участвует в обучении, механизмах памяти, эмоциях, обеспечивает адекватное видоспецифичное, а для человека — социальное поведение (система ценностей).**

1. **Раздражение** структур лимбической системы опухолью вызывает изменение эмоционального фона, агрессивность, повышенную возбудимость, тревогу, гиперсексуальность. 2. **Разрушение** вызывает эмоциональную тупость, нарушается адекватность реакций на социально значимые стимулы. 1 и 2 вызывает возникновение неадекватного поведения. Нарушение миндалины резко изменяет социальное или внутригрупповое поведение. Животные не могут дать правильной оценки информации, необходимой для коллективных реакций. С трудом связывают ее с собственным эмоциональным настроением. Они избегают членов группы, встревожены и неуверены в себе.

**Новая кора** при осуществлении поведенческих реакций **управляет пространственно-временными взаимоотношениями организма и окружающей среды. Отвечает за формально-логические способности. Обеспечивает целенаправленные поведенческие акты, побуждение к которым и их эмоциональную окраску обеспечивает лимбическая система.**



# Общий план строения афферентной системы, специфическая и неспецифическая системы

- В ЦНС афферентная импульсация от рецепторов перерабатывается на уровне двух систем обработки. Первичная оценка информации происходит на уровне **афферентных систем**. Оценивается модальность, силовые и временные параметры действующего раздражителя. Последующая оценка происходит на уровне **интегративной системы**. Здесь происходит конечная оценка информации — восприятие. В нем обязательно участвуют механизмы памяти, эмоциональная оценка. Важным элементом функционирования этой системы является интеграция сигналов от нескольких сенсорных систем, сопоставление ее с информацией, которая хранится в памяти. Поступающая информация согласуется с доминирующей мотивацией и формируется мотивация на действие, адресуемая **афферентным системам**.
- **К афферентной системе** относят структуры спинного мозга, ствола мозга, таламуса и соматосенсорной коры.
- **К интегративной и афферентной системам** относят ассоциативную кору, лимбическую систему, структуры двигательной и вегетативной систем.

# АФФЕРЕНТНАЯ СИСТЕМА

# ИНТЕГРАТИВНАЯ И ЭФФЕРЕНТНАЯ СИСТЕМЫ

РЕЦЕПТОР ← РАЗДРАЖИТЕЛЬ



# Афферентная система :лемнисковая (специфическая) и экстралемнисковая (неспецифическая).

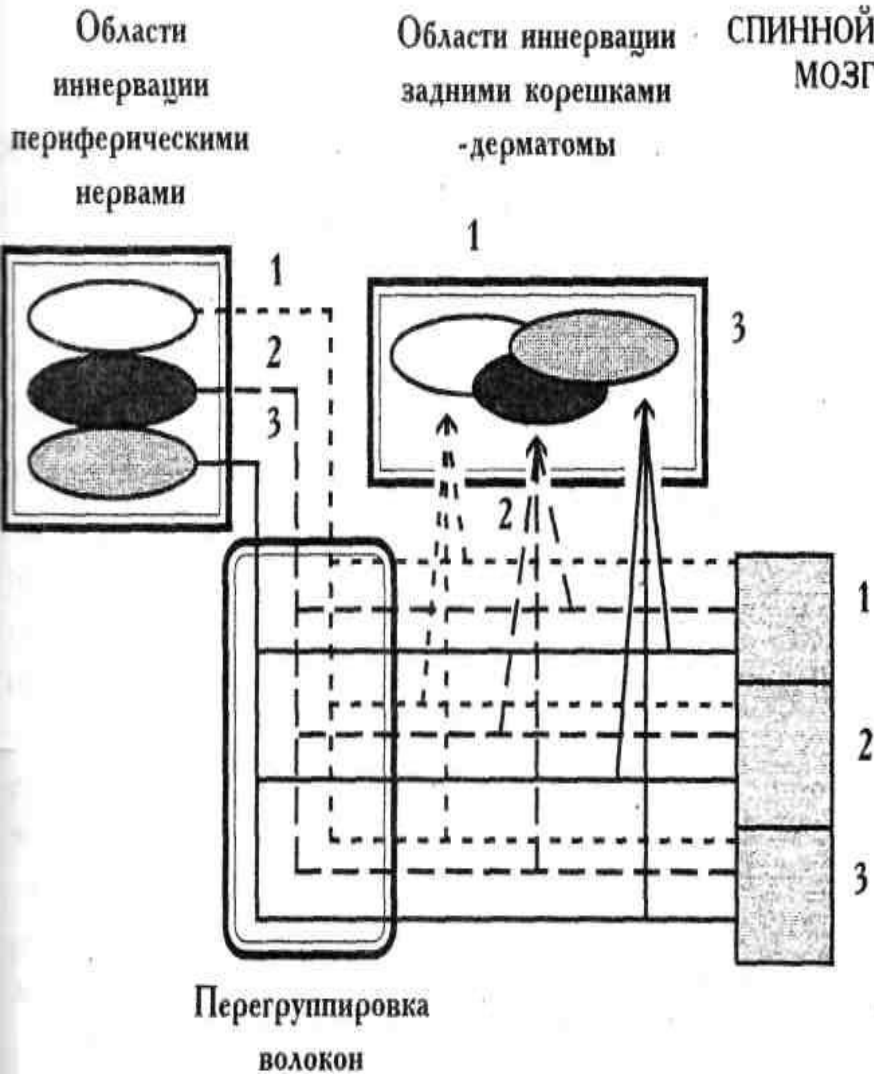
- **Специфическая афферентная система** включает в себя задний столб спинного мозга, ядра заднего столба в продолговатом мозге, медиальный лемниск, специфические ядра таламуса, соматосенсорные зоны коры SI (постцентральная извилина) и SII (верхняя стенка боковой борозды, разделяющей височные и теменные доли). Эта система является поставщиком строго определенной информации в конкретные поля таламуса и соматосенсорной коры. Обеспечивает четкое различение характера, временных и пространственных параметров стимула.
- **Неспецифическая система** включает в себя ретикулярную формацию мозга, неспецифические ядра таламуса, спиноретикулярный и палеоспиноталамический тракты. Получает информацию от всех сенсорных входов. Выходы адресуются обширным зонам коры и подкорковым моторным и вегетативным центрам. Она обеспечивает неспецифическую активацию многих структур. При попадании в эту систему афферентная импульсация теряет свою модальность, нарушается пространственная характеристика стимула.

Неспецифическая система определяет тонус коры, участвует в обеспечении механизмов сна и бодрствования, в восприятии боли (вообще, а не конкретной боли), в неспецифических ориентировочных реакциях.

Любой стимул адресуется и специфической и неспецифической афферентным системам. Активация через неспецифическую

# Афферентные системы спинного

## мозга



Афференты спинного мозга входят через задние корешки. В спинном мозге они располагаются упорядоченно (топологически). Каждый корешок иннервирует определенный дерматом (принцип сегментарной иннервации). Каждый дерматом иннервируется одновременно тремя корешками (межсегментарный принцип).

Афференты от туловища и конечностей образуют синапсы на спинальных вставочных нейронах серого вещества заднего рога. Здесь происходит первое переключение для большинства афферентов, за исключением толстых миелиновых, посылающих коллатерали в проводниковые пути спинного мозга без переключения.

Выделяют 4 функциональных выхода заднего рога:

- восходящие тракты к головному мозгу,
- тракты межсегментарных связей,
- к мотонейронам спинного мозга,
- к вегетативным нейронам спинного мозга.

В спинном мозге происходит конвергенция афферентов кожи и внутренних органов на одних интернейронах. При этом каждый орган оказывается связан с определенной областью кожи (зоны Гедда). В результате боль во внутренних органах может ощущаться как боль на поверхности тела

# ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ СПИННОГО МОЗГА

- ***Задние столбы и ядра задних столбов.***
- Задний столб состоит из прямых коллатералей миелинизированных волокон задних корешков, расположенных ипсилатерально (односторонне). Проводит возбуждение от проприорецепторов и механорецепторов внутренних органов и кожи. Информация от механорецепторов кожи оценивается на уровне восприятия как тактильная чувствительность. Задние столбы являются важным путем специфической афферентной системы. По ним в таламус передается информация о механической стимуляции кожи и положении суставов. Повреждение задних столбов приводит к нарушению тактильной чувствительности и способности узнавать предметы путем ощупывания.
- Ядра задних столбов расположены в продолговатом мозге. Здесь расположены нейроны, аксоны которых идут в таламус в составе медиального лемниска. Переключение в ядрах задних столбов характеризуется:
  - сохранением рецептивной специфичности, так как на нейроны конвергируют афференты только одного типа рецепторов,
  - надежностью в синаптической передаче (даже одиночный потенциал действия афферента возбуждает нейрон ядра),
  - соматотопической организацией (в ядрах отражается пространственная организация периферии),
  - наличием афферентного торможения,
  - малыми рецептивными полями,
  - нисходящим влиянием коры больших полушарий.
- ***Переднебоковой канатик.***
- Образован аксонами вставочных нейронов, расположенных в контрлатеральных (противоположных) рогах спинного мозга. Это путь болевой и температурной чувствительности. Состоит из спиноретикулярного, палеоспинального (относится к неспецифической системе) и неоспинального (относится к специфической системе), по которому проводится информация от кожи в соматосенсорные зоны коры.
- Кроме того, имеются два спиноцереbellярных тракта, по которым передается информация от механорецепторов кожи, мышц и суставов в мозжечок. Функционально эти тракты относят к двигательной системе.
- В спинном мозге присутствуют многочисленные проприоспинальные (межсегментарные) тракты.
- ***Синдром Броун-Секара.*** Возникает при одностороннем разрыве спинного мозга. Проявляется:
  - в параличе двигательной активности на стороне разрыва,
  - ипсилатерально страдает осязание,
  - контрлатерально исчезает болевая и температурная чувствительность.

# Соматосенсорные функции ствола мозга

- От ствола мозга отходит большая часть черепно-мозговых нервов. Он содержит множество отдельных ядер, обладающих сенсорными, моторными и вегетативными функциями. Между ними проходят нисходящие и восходящие тракты, связывающие головной и спинной мозг,
- большой мозг и мозжечок.
- Входящие пути ствола мозга представлены афферентами спинного мозга и черепно-мозговых нервов.
- *IX и X пары — языкоглоточный и блуждающий — содержат афференты от органов дыхания, пищеварения, кровообращения.*
- *VII — лицевой нерв содержит афференты от головы.*
- *V — тройничный нерв содержит афференты от кожи головы, зубов, слизистой оболочки рта, языка, роговицы. У млекопитающих система тройничного нерва к моменту рождения вполне зрелая и обеспечивает тактильное исследование окружающей среды, питание, звукообразование. Дает первый сенсорный опыт новорожденному.*
- В стволе мозга афферентная импульсация черепно-мозговых нервов интегрируется в двигательные рефлексy головы и многочисленные вегетативные.

# Соматосенсорные функции ретикулярной формации

- Представляет собой важную структуру неспецифической афферентной системы. К ней поступает информация от всех органов чувств, моторных и сенсорных областей коры, таламуса и гипоталамуса. Эфференты адресуются к спинному мозгу, обширным областям коры, гипоталамусу и лимбической системе.
- Большинство нейронов ретикулярной формации не отвечают на стимуляцию одной модальности, но отвечают на несколько. Для них характерен большой латентный период ответа. Т.е. это система неспецифических нейронов.
- Основная функция ретикулярной формации состоит в регуляции тонуса корковых нейронов, нейронов спинного мозга и стволовых центров. При этом восходящие влияния в основном являются активирующими, а нисходящие — тормозными. Кроме того, на уровне ретикулярной формации осуществляется регуляция с использованием филогенетически древних программ тонуса скелетных мышц, вегетативных функций (дыхания, кровообращения, пищеварения).







# Таламус как коллектор афферентных путей

- Является важнейшим подкорковым центром обработки информации. На его уровне происходит ее разделение на специфические и неспецифические потоки. Посредством двигательного ядра таламуса обеспечивается передача программ действия мозжечка и базальных ганглиев в двигательную кору. В его составе выделяют 4 группы ядер: специфические, неспецифические, ассоциативные, моторные.
- **Специфические ядра** относятся к специфической системе. Обеспечивают передачу сенсорной информации определенной модальности в конкретные поля коры. Их поражение приводит к исчезновению определенных ощущений.
- **Неспецифические ядра** получают афферентацию от всех органов чувств. Образуют эфферентные выходы к большим областям коры, гипоталамуса и лимбической системы. Синергичны неспецифической системе ретикулярной формации ствола мозга.
- **Моторное ядро** (вентралатеральное). Обеспечивает связь двигательной коры, мозжечка и базальных ганглиев.
- **Ассоциативные ядра** участвуют в обеспечении интегративных процессов мозга. Наиболее развиты у человека и млекопитающих. Связаны с ассоциативными зонами коры, лимбической системой.

# Соматосенсорная кора

- Получает информацию от специфических ядер таламуса. Зрительная и слуховая кора получает информацию от медиального и латерального коленчатого тела. Соматосенсорная кора представлена первичной сенсомоторной зоной SI (постцентральная извилина) и вторичной SII (верхняя стенка боковой борозды, разделяющей теменную и височную доли). Первая зона филогенетически более молодая, является высшим звеном специфической афферентной системы. Имеет соматотопические проекции противоположной стороны тела. Соматотопическая организация пропорциональна не площади поверхностей тела, а количеству рецепторов. Физиологический смысл этого состоит в пространственном различении стимулов.
- **Вызванные потенциалы** соматосенсорной коры возникают при раздражении рецепторов. По латентному периоду они делятся на первичные и вторичные.
- Первичные имеют малый латентный период, для них выражено соматотопическое представительство. Связаны с проведением возбуждения через специфическую систему.
- Вторичные имеют большой латентный период, для них не характерна соматотопичность. Возникают не только в соматосенсорных полях коры, но и в других областях. Связаны с проведением возбуждения через неспецифическую систему.
- **Нейронная организация соматосенсорной коры.** Построена по типу кортикальных колонок, расположенных перпендикулярно ее поверхности (содержат до 100000 нейронов). Каждая колонка имеет рецепторную специфичность. Являются функциональными единицами, соответствующими характеру и локализации стимула. В пределах колонки содержатся простые и сложные нейроны.
- *Простые нейроны* четко отражают силу и время возбуждения конкретного рецептора.
- *Сложные нейроны* составляют большинство. Они не реагируют на раздражение одного рецептора, но возбуждаются при последовательном раздражении нескольких (например, при движении иглы по поверхности кожи). Их возбуждение зависит и от направления движения.
- Благодаря существованию двух групп нейронов происходит оценка временных, силовых, пространственных и других параметров стимула. Т.е. происходит не просто отражение событий на периферии, но и обнаружение характерных признаков раздражения.
- **Эфферентные связи соматосенсорной коры** адресуются моторной коре, ассоциативным зонам коры, контрлатеральным соматосенсорным областям коры, таламусу, спинному мозгу, ядрам заднего столба. На уровне высших структур происходят интегративные процессы и формируется эфферентный ответ. Эфферентные импульсы связи с высшим центром выносятся

# Контроль афферентации в афферентной системе

- ЦНС участвует в восприятии не только как пассивный приемник, но как активный участник, который контролирует и изменяет поток информации. На входящий поток информации кора и ствольные центры могут воздействовать следующими путями:
- повышением порога синаптической передачи нисходящим торможением афферентного входа,
- уменьшением размера рецептивного поля нейрона нисходящим торможением,
- изменением модальности интернейрона путем торможения отдельных афферентов, конвергирующих на нем,
- снижением чувствительности передачи информации.
-