

ЛЕКЦИЯ

- Нервная система, ее отделы: анатомо-функциональная характеристика.
- Морфофункциональная организация ЦНС.
- Рефлекс: понятие, классификации. Нервные центры и их свойства.

Нервная система

Нервная система топографически делится на :

Центральная нервная система (ЦНС):

- головной мозг
- спинной мозг

Периферическая нервная система (ПНС):

- ганглии
- нервные волокна

Нервная система функционально делится на :

Соматическая нервная система (анимальная):

- иннервирует скелетную мускулатуру
- выделяют системы:
 - пирамидную
 - экстрапирамидную

Автономная нервная система (вегетативная):

- иннервирует внутренние органы, сосуды и т.п.
- выделяют отделы:
 - симпатический
 - парасимпатический
 - метасимпатический

Нервная система

Нервная система образована нейронами.

НЕЙРОН

состоит из:

сомы (тела)

отростков

ЦНС

серое в-во

(ядра, центры)

белое в-во

(проводящие пути)

ПНС

ганглии

(чувств-е, вегетатив-е узлы)
сплетения)

нервы

(чувств-е, двигат-е,

Принцип работы нервной системы

РЕФЛЕКС

Каждый рефлекс имеет свою рефлекторную дугу

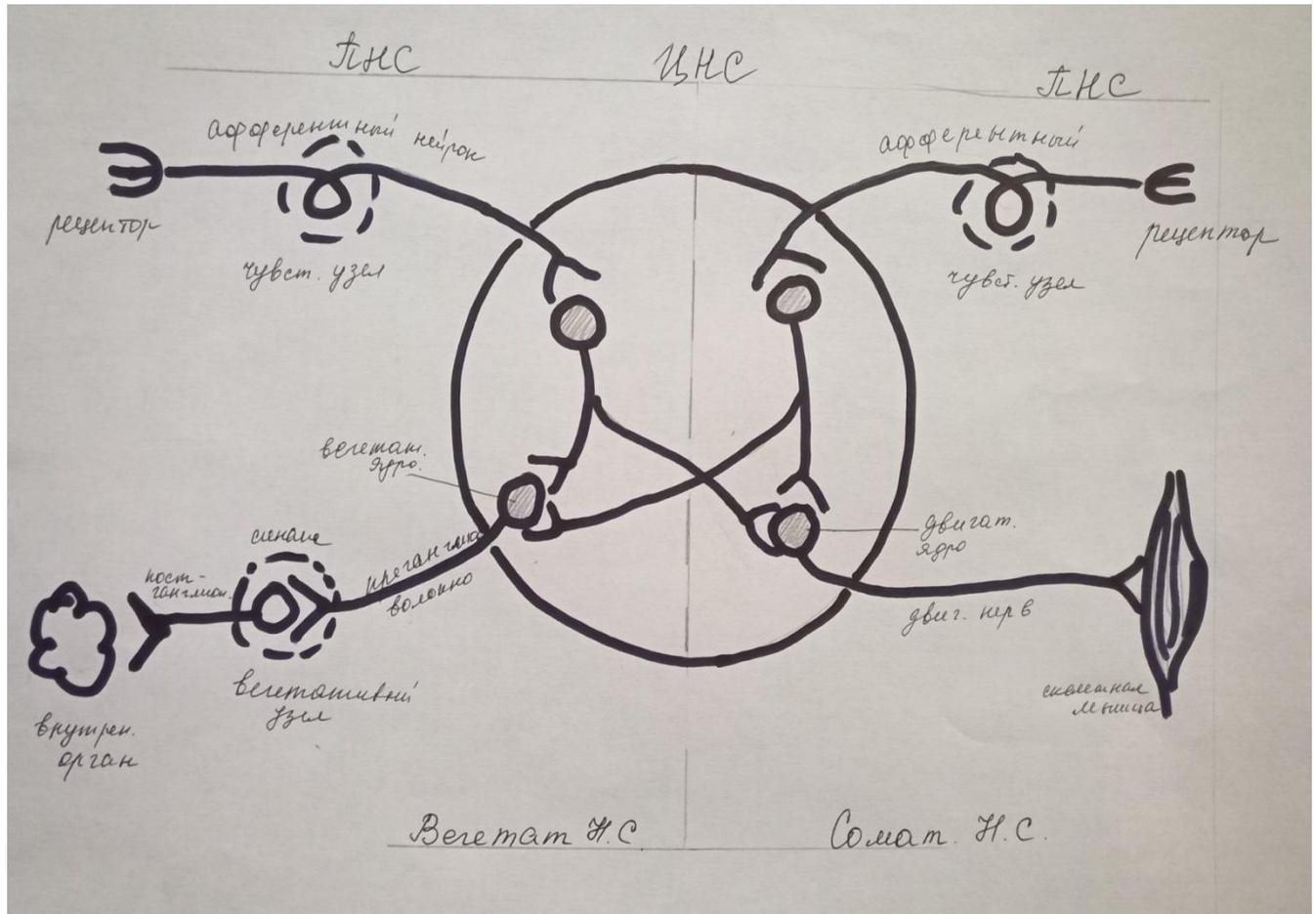
РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

Включает структуры:

- рецептор
- афферентный нейрон
- вставочный (кондукторный, интернейрон, ассоциативный) нейрон
- эфферентный нейрон (двигательный)

Заканчивается рефлекторная дуга на **эффекторе**
(оргane-исполнителе).

Нервная система



Учение о рефлексе

Рефлекс – это ответная реакция организма на действия раздражителя, осуществляемая с участием ЦНС и направленная на достижение полезного результата.

Учение о рефлексе

История физиологии ЦНС

Эпоха Возрождения

- Французский философ и ученый *Рене Декарт* (1596-1650) считал, что
 1. мозг управляет движениями с помощью рефлексов,
 2. душа человека находится вне мозга и взаимодействует с мозгом через эпифиз.



Учение о рефлексе

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ



Йиржи Георг Прохазка
(1749-1820)

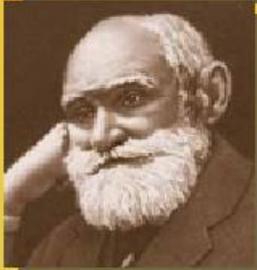
- концепция обусловленности психических функций человека работой центральной нервной системы
- расширил представления о рефлекторной дуге

Учение о рефлексе



ИВАН МИХАЙЛОВИЧ СЕЧЕНОВ (1829-1905).

В своей книге **«Рефлексы головного мозга»(1863)** утверждал, что все акты бессознательной и сознательной жизни по природе происхождения являются рефлексами.



ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ (1849-1936).

Экспериментально подтвердил предположение И.М.Сеченова применив - метод условных рефлексов.



ПЕТР КУЗЬМИЧ АНОХИН (1898-1974).

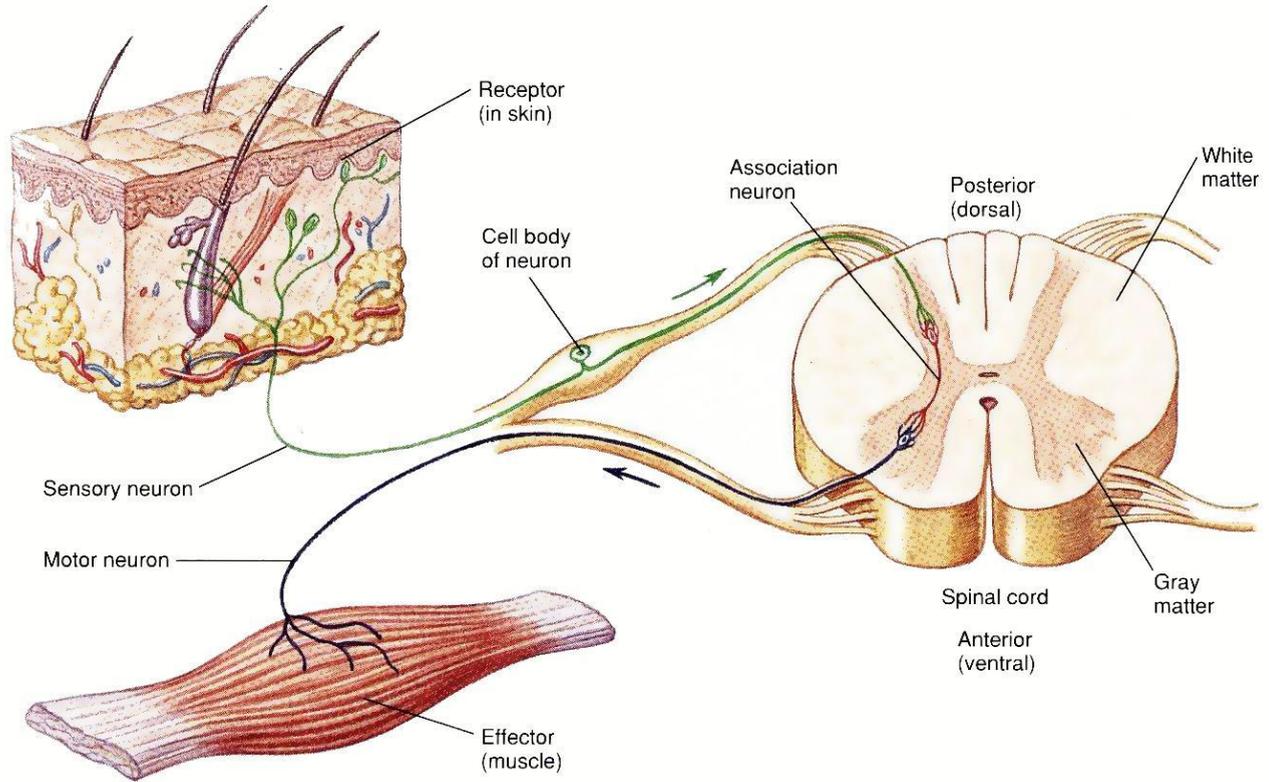
Применив теорию функциональных систем включил в рефлекторную дугу систему обратной афферентации, как обязательный компонент рефлекторной деятельности.

Учение о рефлексе

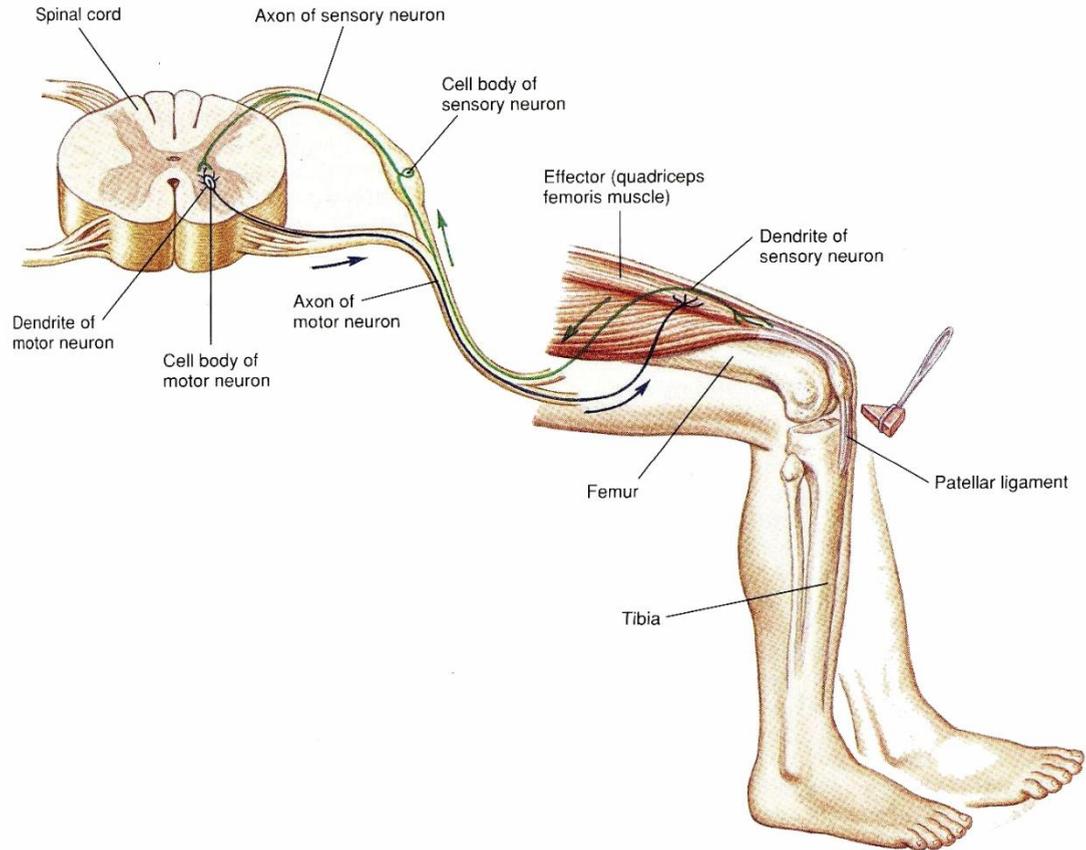
Обратная афферентация

- В 30-х годах прошлого века академик П. К. Анохин (Русский физиолог, ученик И. П. Павлова, автор теории функциональных систем) предложил теорию, объясняющую основные принципы управления в биологических системах.
- Одним из ключевых моментов этой теории стало понятие *обратной афферентации*, которая представляет собой связь между параметрами достигнутого полезного результата и центральными структурами нервной системы.
- Обратная афферентация по Анохину имеет в своей основе биологическую обратную связь (БОС) в ее современном определении.
- При этом обратная связь осуществляется между отдельными биологическими показателями, регистрируемыми с помощью рецепторов, и структурами центральной нервной системы, которые выполняют функцию контроля и управления. При несоответствии биологического показателя его нормальному значению центральные структуры корректируют работу соответствующей системы органов.

Строение рефлекторной дуги



Строение рефлекторной дуги



Классификация рефлексов

По локализации рецепторов:

1. Экстероцептивные

рефлексы с рецепторов кожи – *кожные*;

сетчатки глаз – *зрительные*;

с улитки – *слуховые*;

с обонятельных рецепторов – *обонятельные*.

2. Интероцептивные – рефлексы с рецепторов внутренних органов.

3. Проприоцептивные – рефлексы с рецепторов мышц, сухожилий и суставов.

По эффекторам:

- *двигательные* (реализуемые мышцами скелета);
- *сердечные* (проявляющиеся в изменениях работы мышцы сердца);
- *сосудистые* (проявляющиеся в изменении тонуса гладких мышц кровеносных сосудов);
- *секреторные* (реализуемые в развитии или изменении секреции желез) и т. п.

Классификация рефлексов

По локализации и характеру центрального звена:

- *моносинаптические рефлексы*, реализуемые двухнейронной рефлекторной дугой;
- *полисинаптические рефлексы*, имеют трехнейронную и, соответственно, дисинаптическую рефлекторную дугу (здесь считают только центральные синапсы).

Классификация рефлексов

По биологической значимости:

- *оборонительные или защитные* (пример - отдергивание конечности при болевом раздражении);
- *пищедобывательные и пищеварительные;*
- *половые;*
- *родительские;*
- *исследовательские* (пример - поворот головы и ушей к источнику нового звука или света).

По происхождению:

- *врожденные (безусловные);*
- *приобретенные (условные).*

Время рефлекса

На развитие рефлекса затрачивается некоторое время, называемое *латентным периодом рефлекса* или *временем рефлекса*.

Время рефлекса ($t_{\text{реф.}}$) складывается из:

- латентного периода возбуждения рецептора ($t_{\text{рец}}$),
- времени проведения ПД по афферентному пути ($t_{\text{аф}}$),
- центрального времени ($t_{\text{ц}}$),
- времени проведения ПД по эфферентному пути ($t_{\text{эф}}$)
- латентного периода ответа эффектора, например, мышцы ($t_{\text{м}}$).

Рецептивное поле рефлекса

Совокупность рецепторов, раздражение которых приводит к специфической рефлекторной реакции.

Например, для коленного рефлекса рецептивное поле – это рецепторы коленного сустава и сухожилий четырёхглавой мышцы бедра. Для локтевого рефлекса рецептивное поле – это рецепторы сухожилия двуглавой мышцы плеча.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- Нейроны ЦНС для осуществления сложных и многообразных функций объединяются в нервные центры.
- *Нервный центр* — это совокупность нейронов, принимающих участие в осуществлении конкретного рефлекса.
- *Нервный центр* – совокупность нейронов, согласованная деятельность которых осуществляет регуляцию отдельных функций организма.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

В анатомическом смысле:

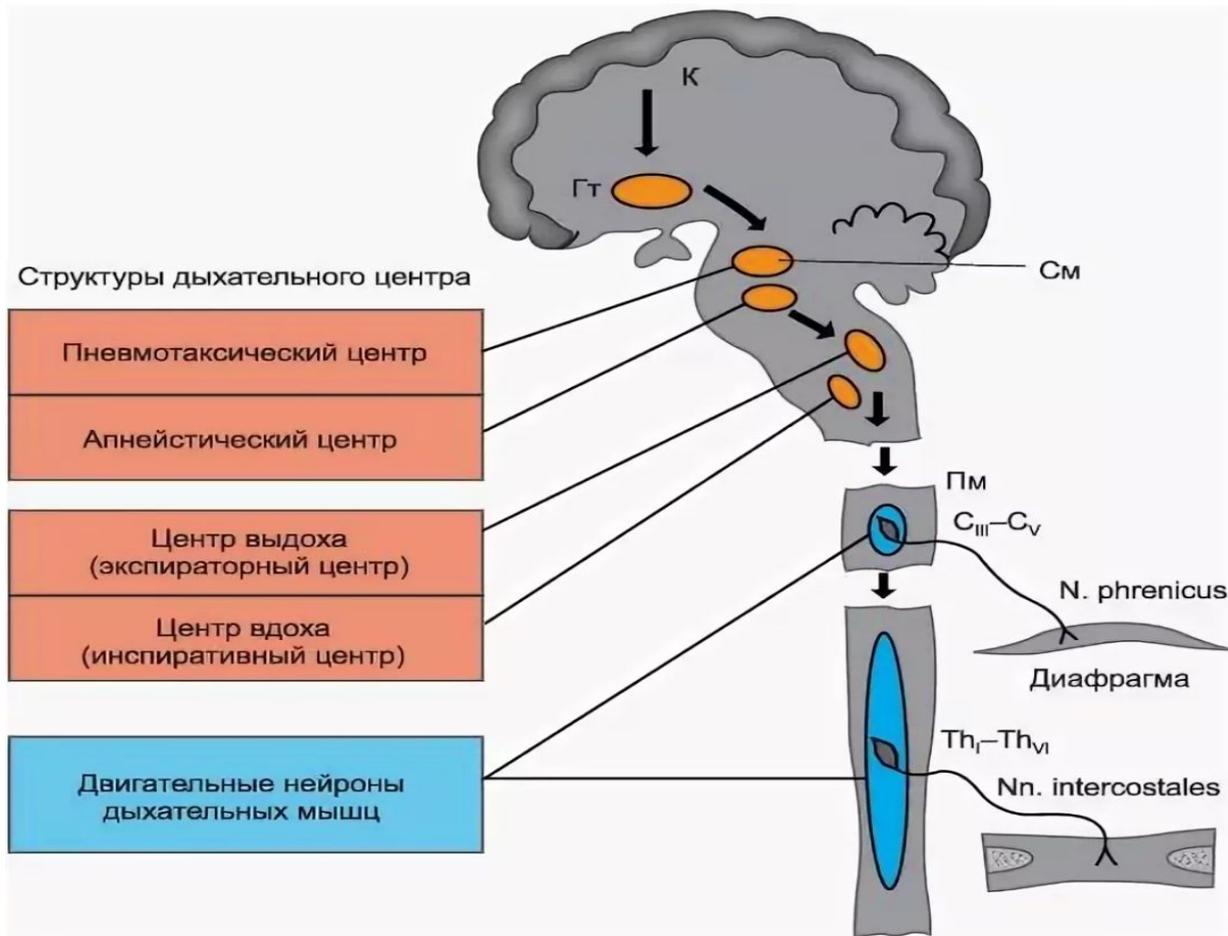
Нервный центр – это совокупность нейронов, занимающая локальную зону ЦНС, без которой осуществление функции становится невозможным.

В целом организме при формировании сложных адаптивных процессов происходит функциональное объединение нейронов, расположенных на различных уровнях ЦНС.

В физиологическом смысле:

Нервный центр – это функциональное объединение групп нервных элементов на различных уровнях ЦНС (от спинного мозга до коры головного мозга) с целью выполнения сложных рефлекторных актов (т.е. делают функцию более совершенной).

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА



НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- Объединение нейронов позволяет осуществлять наиболее адекватное для конкретных условий существования изменение рефлекторной деятельности. Нейронной основой такого центра являются *распределенные сети*.
- Нервные центры обладают рядом характерных функциональных свойств, обусловленных объединением нейронов в нейронные сети и наличием межнейрональных синапсов.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 1. Возбуждение в нервных центрах распространяется *односторонне* — от рецептора к эффектору, что обуславливается свойством химических синапсов односторонне проводить возбуждение от пресинаптической мембраны к постсинаптической.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

2. Возбуждение в нервных центрах проводится медленнее, чем по нервному волокну, — *центральная задержка*. Это обусловлено замедленным проведением возбуждения через синапсы (синаптическая задержка).

Обусловлено: низкой скоростью диффузии медиатора через синаптическую щель многоступенчатостью синаптических процессов.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

3. В нервных центрах осуществляется *суммация возбуждений* .

- Различают два вида суммаций:
- - временную
- - пространственную

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- *временную, или последовательную, когда импульсы возбуждения приходят к нейрону по одному и тому же пути через один синапс с интервалом меньше, чем время полной реполяризации постсинаптической мембраны; в этих условиях ВПСП на постсинаптической мембране суммируются и доводят ее деполяризацию до уровня, достаточного для генерации нейроном потенциала действия;*

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

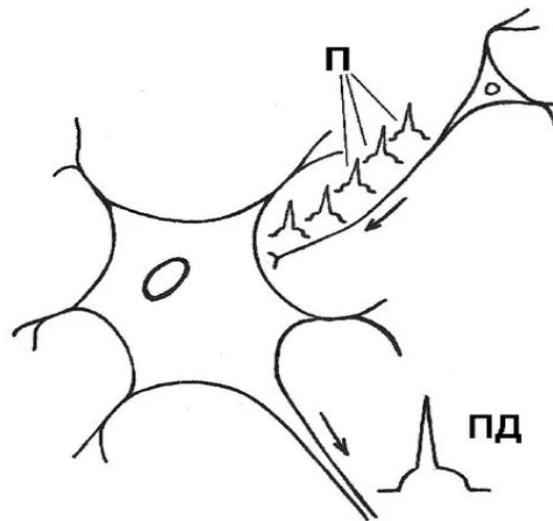
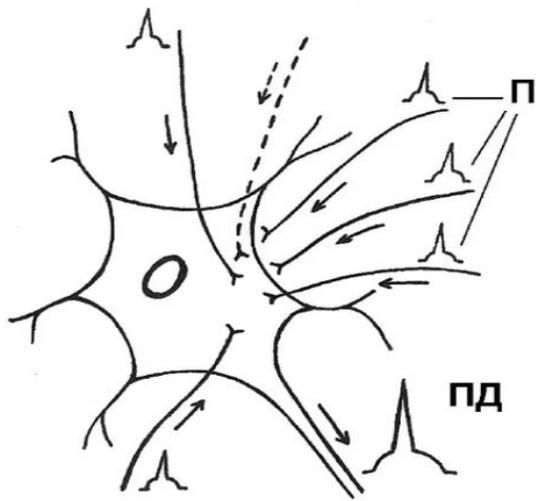
- *пространственную, или одновременную, которая наблюдается в том случае, когда импульсы возбуждения поступают к нейрону одновременно через синапсы разных аксонов. Деполяризация, возникающая в каждом таком синапсе, суммируется, что доводит заряд мембраны до уровня, достаточного для генерации нейроном ПД.*

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

Суммация

пространственная

временная



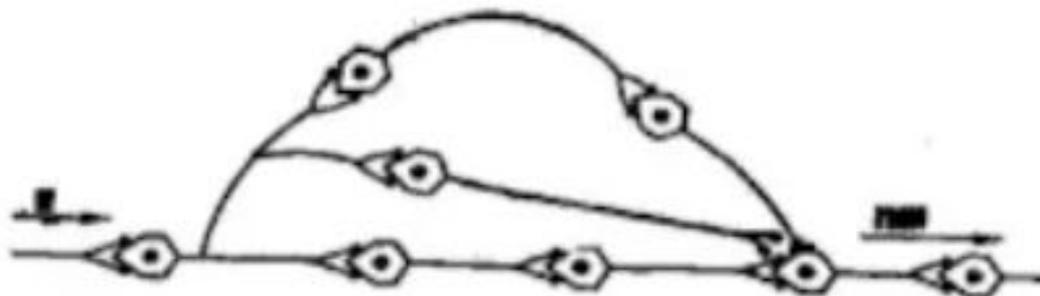
НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 4. *Трансформация ритма возбуждения* — изменение количества импульсов возбуждения, выходящих из нервного центра, по сравнению с количеством импульсов, приходящих к нему.
- Различают два вида трансформации:
понижающая и повышающая

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- *понижающая*, в основе которой лежит явление суммации возбуждений (пространственной и временной), когда в ответ на несколько возбуждений, пришедших к нервной клетке, в последней возникает только одно возбуждение;
- *повышающая*, в основе которой лежат механизмы умножения (мультипликации), способные резко увеличить количество импульсов возбуждения.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА



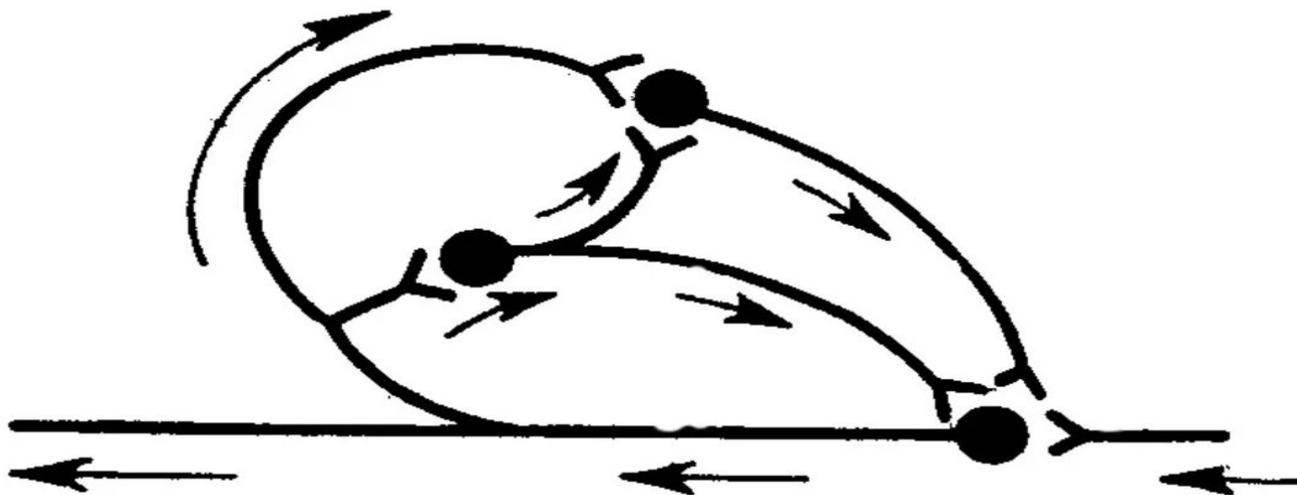
НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- *5. Рефлекторное последствие* заключается в том, что рефлекторная реакция заканчивается позже прекращения действия раздражителя. Это явление обусловлено двумя причинами:
 - *длительной следовой деполяризацией мембраны нейрона*, на фоне которой могут возникать несколько ПД, обеспечивающих кратковременное рефлекторное последствие;

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- *продолжением* выхода возбуждения к эффектору в результате циркуляции (реверберации) возбуждения в нейронной сети типа «нейронной ловушки». Возбуждение, попадая в такую сеть, может длительное время циркулировать в ней, обеспечивая рефлекторное последствие до тех пор, пока какое-либо внешнее воздействие не затормозит этот процесс или в ней не наступит утомление.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА



НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 6. Нервные центры, как и синапсы, обладают *высокой чувствительностью к недостатку кислорода*, так как основу процессов обмена веществ в нейронах составляют окислительно-восстановительные реакции.
- При возбуждении поглощение кислорода увеличивается в среднем на 24 %, резко падает содержание АТФ, образуются свободные радикалы.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 7. Нервные центры, как и синапсы, обладают *быстрой утомляемостью* в отличие от нервных волокон, которые считаются практически неустойчивыми. Механизм утомления связывают с истощением запасов медиатора в синапсах, уменьшением чувствительности постсинаптической мембраны нейрона к медиатору и уменьшением энергетических ресурсов нейрона, накоплением продуктов метаболизма.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 8. Нервные центры, как и синапсы, обладают *высокой чувствительностью к действию различных химических веществ*, особенно ядов.
- На одном нейроне могут располагаться синапсы, обладающие различной чувствительностью к различным химическим веществам, поэтому можно подобрать такие химические вещества, которые избирательно блокируют одни синапсы, оставляя другие в рабочем состоянии.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 9. Нервные центры обладают *низкой лабильностью*. Обусловлено: *низкой лабильностью химических синапсов*.
- 10. В нервных центрах легко возникает *процесс торможения*.
- 11. Нервные центры, как и синапсы, обладают *низкой аккомодационной способностью*, т.е. реагируют на раздражающие факторы, медленно нарастающие по силе.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 12. Нервные центры обладают *тонусом*, который выражается в том, что даже при отсутствии специальных раздражений они постоянно посылают импульсы к рабочим органам. Тонус нервных центров поддерживается афферентными влияниями от различных рецепторов.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

Обусловлено: спонтанной активностью нейронов ЦНС (автоматизмом), гуморальными влияниями гормонов, метаболитов, медиаторов на возбудимость нейронов, афферентной импульсацией от различных рефлексогенных зон, циркуляцией возбуждения в ЦНС.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- 13. Нервные центры обладают *пластичностью* — способностью изменять собственное функциональное назначение и расширять свои функциональные возможности под влиянием длительных внешних воздействий или при очаговых поражениях нервной системы. Пластичность нервных центров связана с изменением эффективности или направленности связей между нейронами.

НЕРВНЫЕ ЦЕНТРЫ И ИХ СВОЙСТВА

- Пластичность, связанная с длительными афферентными воздействиями, выполняет адаптивную функцию, тогда как посттравматическая – компенсаторную.
- Обеспечивает: повышение эффективности регуляции, формирование новых рефлексов, восстановление нарушенных функций, изменение направленности и эффективности связей между нервными клетками.

Торможение в ЦНС

Торможение – это активный биологический процесс, направленный на ослабление, прекращения или предотвращение процесса возбуждения.

Явление центрального торможения было открыто И. М. Сеченовым в 1862 г. в опыте, получившем название «опыт сеченовского торможения».

Суть опыта: у лягушки на срез зрительных бугров накладывали кристаллик поваренной соли, что приводило к увеличению времени двигательных рефлексов, т. е. к их торможению.

Функции торможения в ЦНС

- Координирует функции, т. е. направляет возбуждение по определённым путям к определённым нервным центрам, при этом выключая те пути и нейроны, активность которых на данный момент не нужна для получения полезного результата.
- Выполняет охранительную или защитную функцию, предохраняя нервные клетки от перевозбуждения и истощения при действии сверхсильных и длительных раздражителей.

Теории торможения

- Унитарно-химическая
- Бинарно-химическая

Классификация торможения

По электрическому состоянию мембраны:

- деполяризионное;
- гиперполяризионное;

По отношению к синапсу:

- пресинаптическое;
- постсинаптическое;

По нейрональной организации:

- поступательное;
- латеральное;
- возвратное;
- реципрокное.

Постсинаптическое торможение

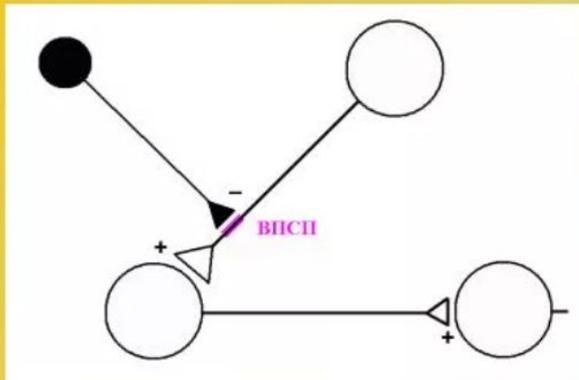
- **Постсинаптическое торможение** развивается в условиях, когда медиатор, выделяемый нервным окончанием, изменяет свойства постсинаптической мембраны таким образом, что способность нервной клетки генерировать процессы возбуждения подавляется.
- Постсинаптическое торможение может быть деполяризационным (ГАМК), если в его основе лежит процесс длительной деполяризации, и гиперполяризационным (глицин), если в его основе лежит процесс гиперполяризации.

Пресинаптическое торможение

- Пресинаптическое торможение обусловлено наличием тормозных вставочных нейронов, которые формируют аксо-аксональные синапсы на афферентных терминалях, являющихся пресинаптическими по отношению, например, к мотонейрону.
- Медиатором в таких аксо-аксональных синапсах является ГАМК, которая вызывает повышение проницаемости мембраны для ионов хлора, которые выходят из терминали и частично, но длительно ее деполяризуют.

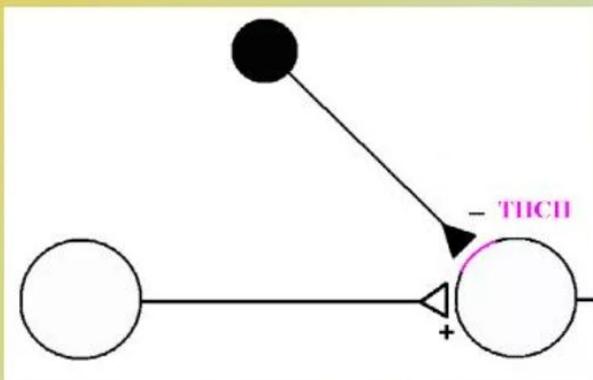
Пре- и постсинаптическое торможение

Пресинаптическое



Постсинаптическое

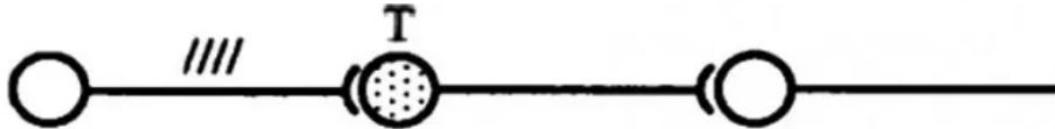
Прямое



Торможение по нейрональной организации

- **Поступательное торможение** обусловлено включением тормозных нейронов на пути следования возбуждения.
- **Возвратное торможение** осуществляется вставочными тормозными нейронами (клетками Реншоу). Импульсы от мотонейронов, через отходящие от его аксона коллатерали, активируют клетку Реншоу, которая в свою очередь вызывает торможение разрядов данного мотонейрона (это торможение даёт возможность стабилизировать частоту разряда мотонейрона и подавлять избыточную его активность).

Поступательное торможение



Поступательное торможение (Г – тормозной нейрон)

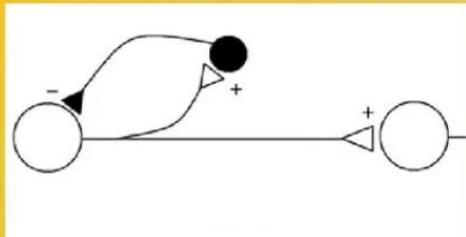
Торможение по нейрональной организации

- Латеральное торможение. Вставочные клетки формируют тормозные синапсы на соседних нейронах, блокируя боковые пути распространения возбуждения. В таких случаях возбуждение направляется только по строго определённой пути. Именно латеральное торможение обеспечивает, в основном, системную (направленную) иррадиацию возбуждения в ЦНС.

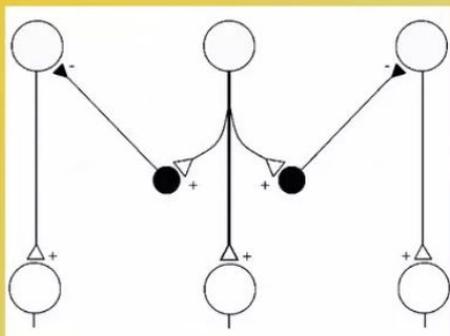
Торможение по нейрональной организации

- **Реципрокное торможение.** Примером является торможение центров мышц-антагонистов. Суть этого вида торможения заключается в том, что возбуждение проприорецепторов мышц-сгибателей одновременно активирует мотонейроны данных мышц и вставочные тормозные нейроны. Возбуждение вставочных нейронов приводит к постсинаптическому торможению мотонейронов мышц-разгибателей.

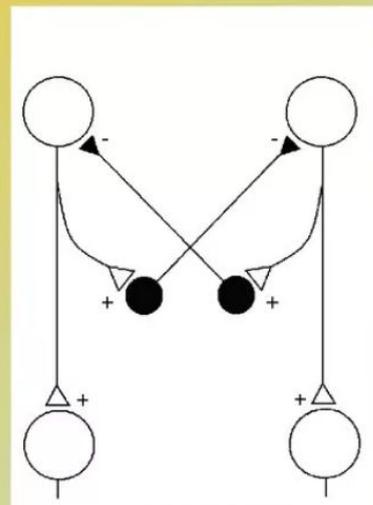
Торможение по нейрональной организации



Возвратное



Латеральное



Реципрукное

Спасибо за внимание!