



СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗІОЛОГІЇ І ПАТОФІЗІОЛОГІЇ

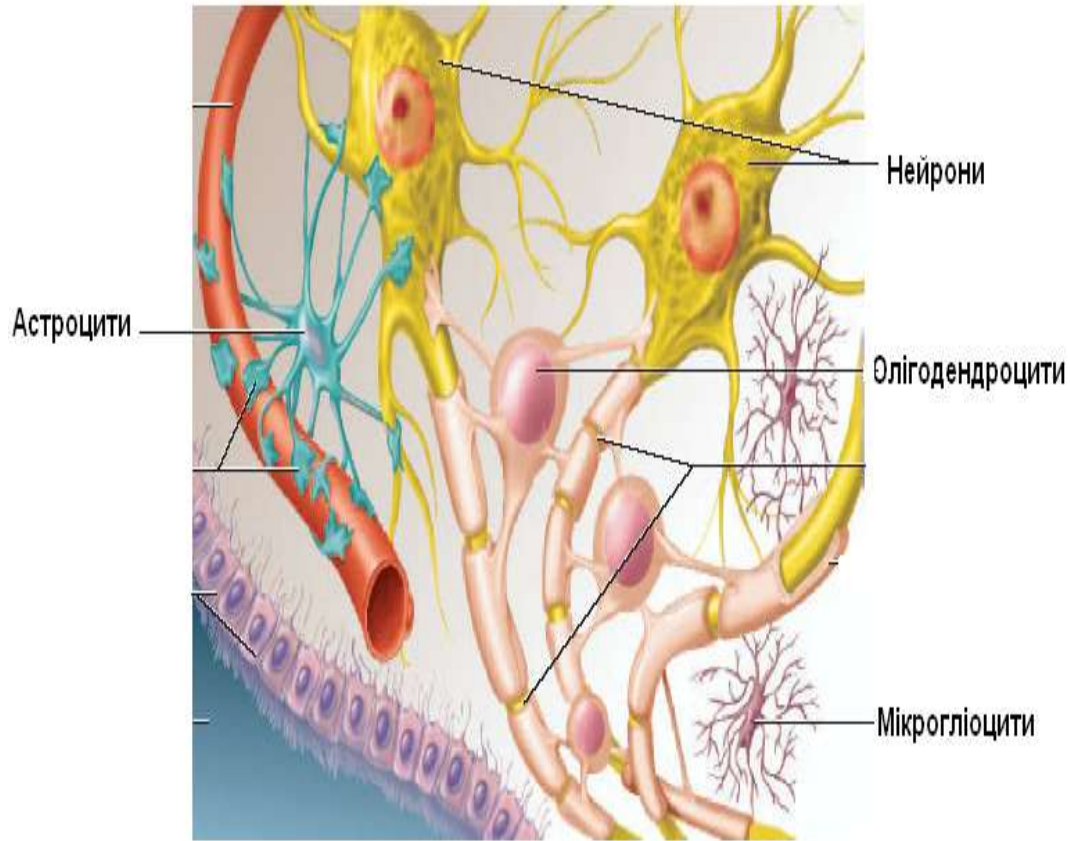
Опорний конспект лекції з фізіології
на тему:

Загальні закономірності нервової регуляції функцій

Основні риси нервової регуляції

1. Швидка регуляція
2. Точність (висока адресність) регуляції
3. Поєднання електричних і хімічних механізмів передавання інформації
4. Поєднання функціональної і трофічної регуляції
5. Поєднання принципів негативного і позитивного зворотнього зв'язку
6. Основу нервової регуляції функцій складає рефлекс

Функції нейроглії



- Опорна
- Пластична
- Трофічна
- Захисна
- Ізоляційна
- Синтетична
- Депонуюча

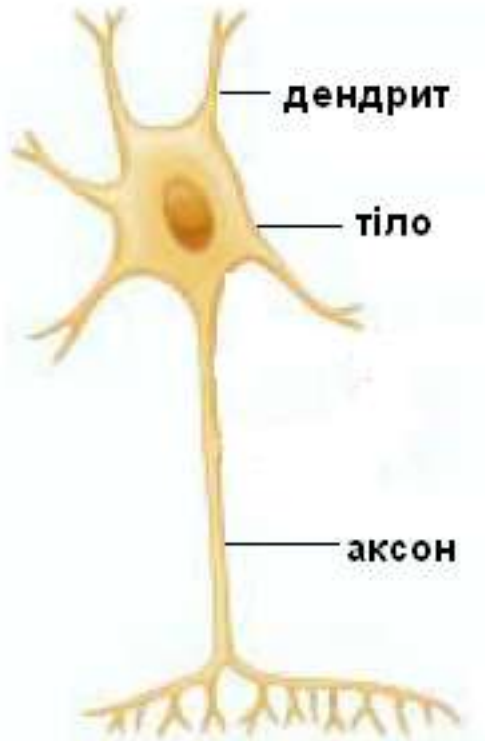
Функції нейрона :

- Неспецифічні

Пластична
Енергетична
Транспортна

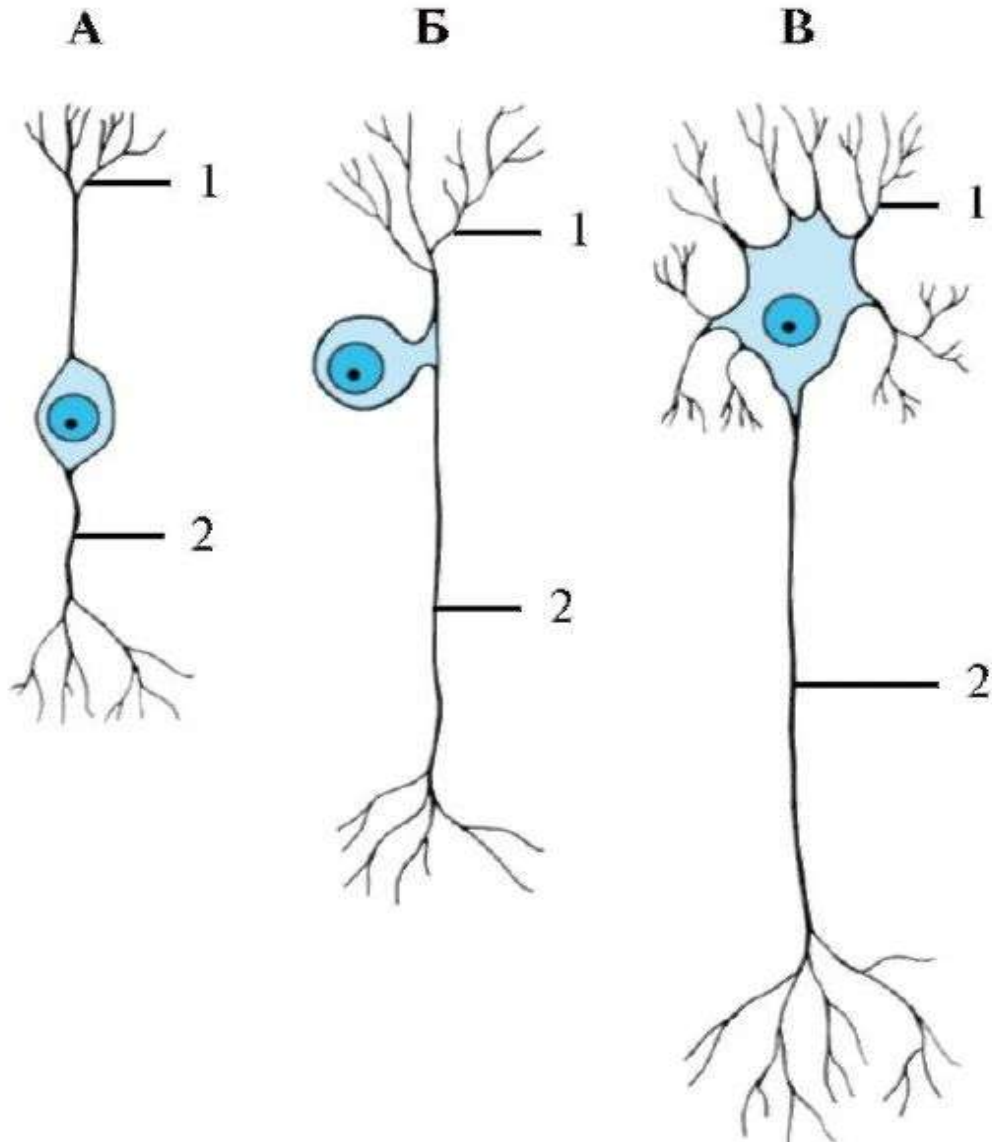
- Специфічні (інформаційні)

Сприйняття інформації
Переробка інформації
Збереження інформації
Передача інформації



ЦНС містить понад **100 млрд** нейронів

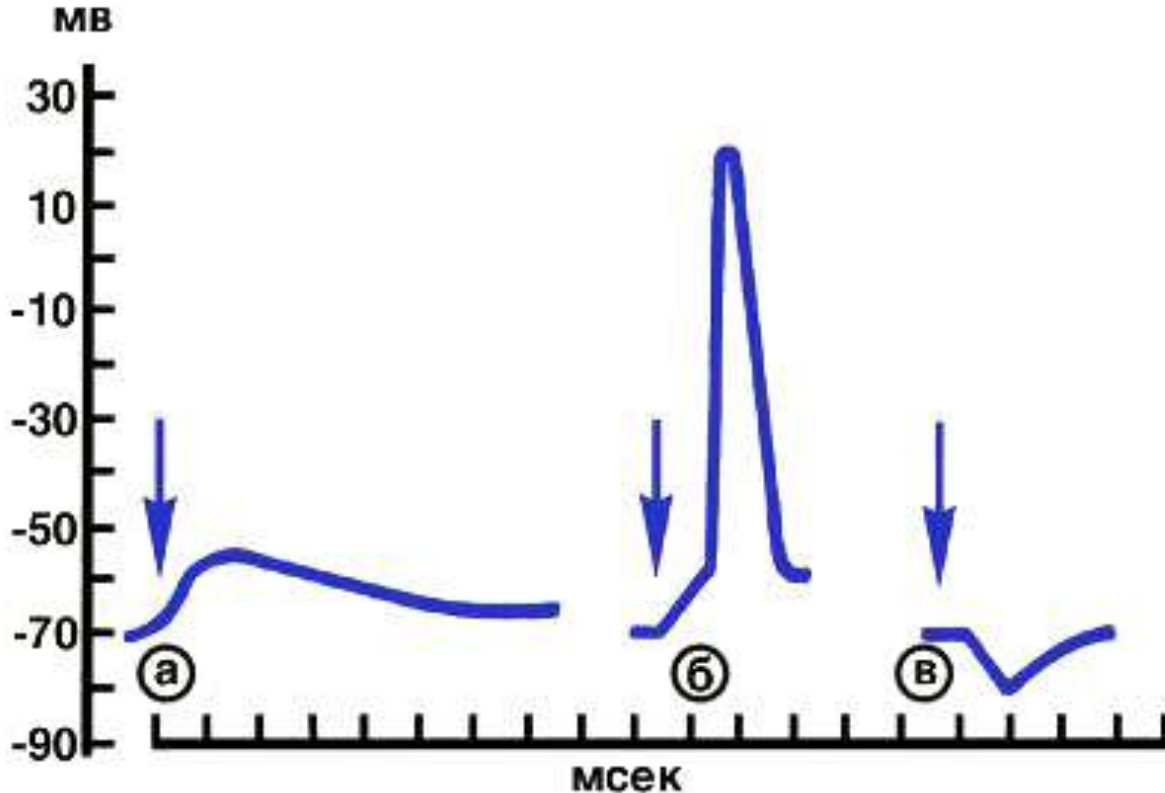
Типи нейронів



А - біполярний.
Б - псевдоуніполярний.
В - мультиполярний.
1 - дендрити; 2 - аксон

Електричні явища на мембрані нейрона:

1. Збуджуючий постсинаптичний потенціал (ЗПСП)
2. Потенціал дії (ПД)
3. Гальмівний постсинаптичний потенціал (ГПСП)



а – ЗПСП
б – ПД
в – ГПСП

Характеристика ЗПСР

- В основі ЗПСР лежить деполяризація
- Виникає локально
- Поширюється на невеликі відстані, з великим затуханням
- Здатен до сумації, при досягненні Е кр. формує ПД
- Тривалість 15 мсек.
- Піка досягає на 2 мсек., затухає експотенціально
- Амплітуда 1-2 мВ (максимальна до 20 мВ)
- В ділянці ЗПСР збудливість зростає
- ЗПСР є основою розвитку збудження в ЦНС

Характеристика ПД

1. Розвивається на основі ЗПСР.
2. Виникає у початковому сегменті аксону – аксонному горбику.
3. Поширюється на великі відстані, без затухання.

Характеристика ГПСП

- В основі ГПСП лежить гіперполяризація
- Виникає локально
- Не поширюється
- Здатен до сумації, не формує ПД
- Тривалість 100 мсек.
- Амплітуда 1-2 мВ
- У ділянці ГПСП збудливість зменшується
- ГПСП є основою розвитку гальмування в ЦНС

Класифікація медіаторів

- За хімічною будовою

Низькомолекулярні медіатори

Ацетилхолін

Аміни

адреналін

норадреналін

дофамін

серотонін

гістамін

Амінокислоти *ГАМК*

гліцин

Глютамінова

кислота

Аспарагінова

кислота

Нейропептиди

Нейротрансміттери

субстанція Р

нейротензин

Нейромодулятори

енкефаліни

ендорфіни

пептиди сну

Нейрогормони

вазопресин

окситоцин

ліберини

статини

АКТГ

Загальна характеристика низькомолекулярних медіаторів:

- 1. Спричинюють швидкі ефекти (збудження або гальмування).
- 2. Як правило синтезуються в цитозолі пресинаптичних терміналей.
- 3. Зберігаються у везикулах.
- 4. Підкоряються *принципу Дейла*.

Загальна характеристика нейропептидів

1. Спричинюють, як правило, повільні ефекти.
2. Синтезуються в тілі нейрона і транспортуються шляхом аксонного транспорту в нервові терміналі.
3. Після виділення нейропептидів везикули не відновлюються.
4. Не підкоряються принципу Дейла.

Класифікація медіаторів

- За ефектом

- збуджуючі

- Ацетилхолін*

- Норадреналін*

- Глутамінова кислота*

- гальмівні

- ГАМК*

- гліцин*

- дофамін*

- За механізмом дії

- іонотропні

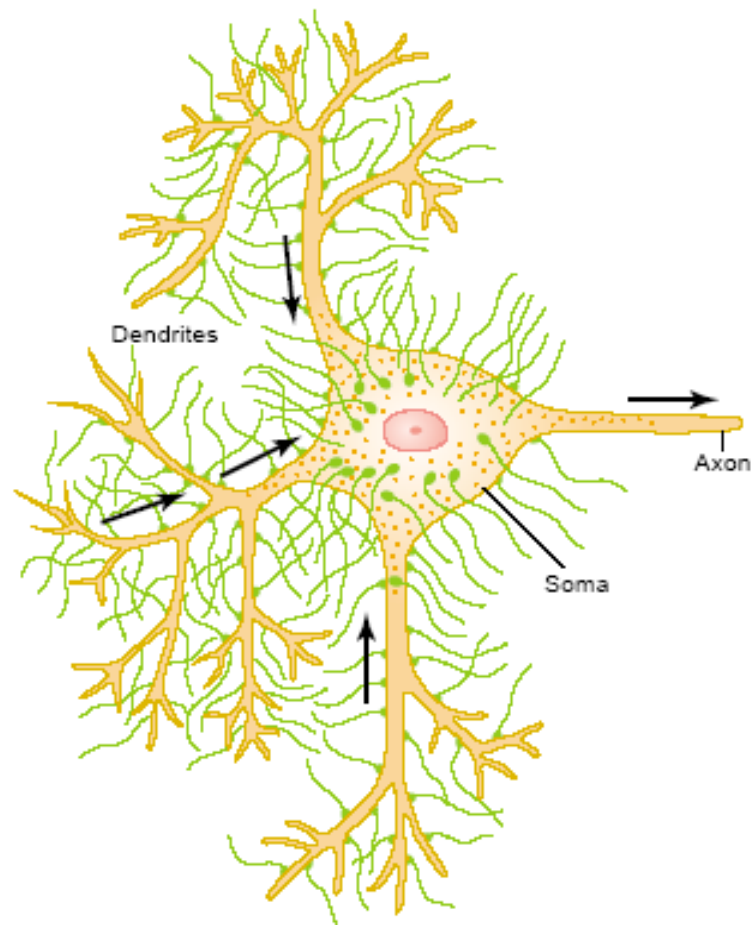
- Низькомолекулярні*

- медіатори*

- метаботропні

- нейропептиди*

Синапси ЦНС



Класифікація синапсів

- За локалізацією

аксоаксональні

аксодендритичні

аксосоматичні

дендродендритичні

- За природою медіатора

холінергічні

адренергічні

дофамінергічні

серотонінергічні

- За функціональним ефектом

збуджувальні

гальмівні

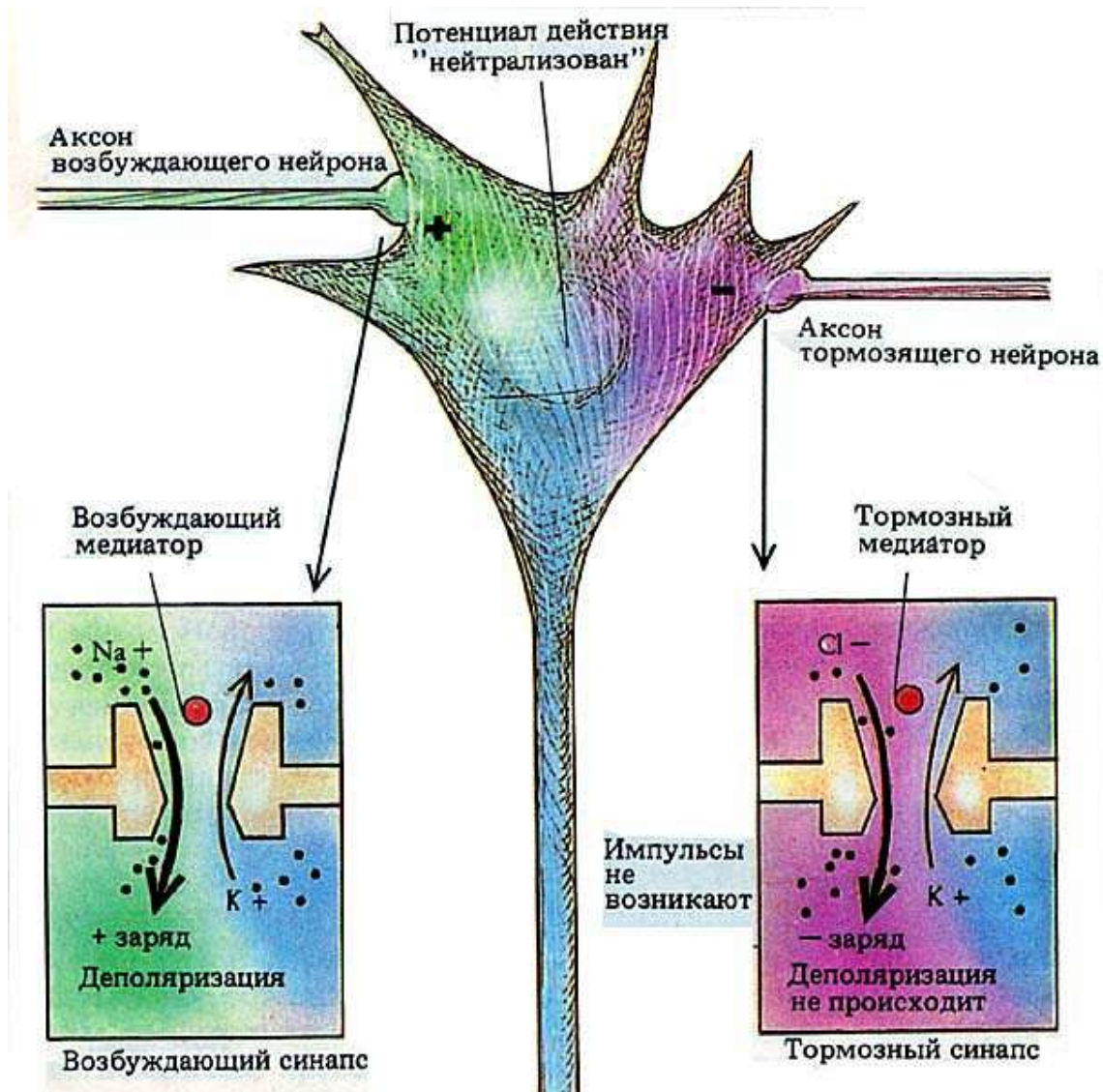
модуючі

- За механізмом функціонування

хімічні

електричні

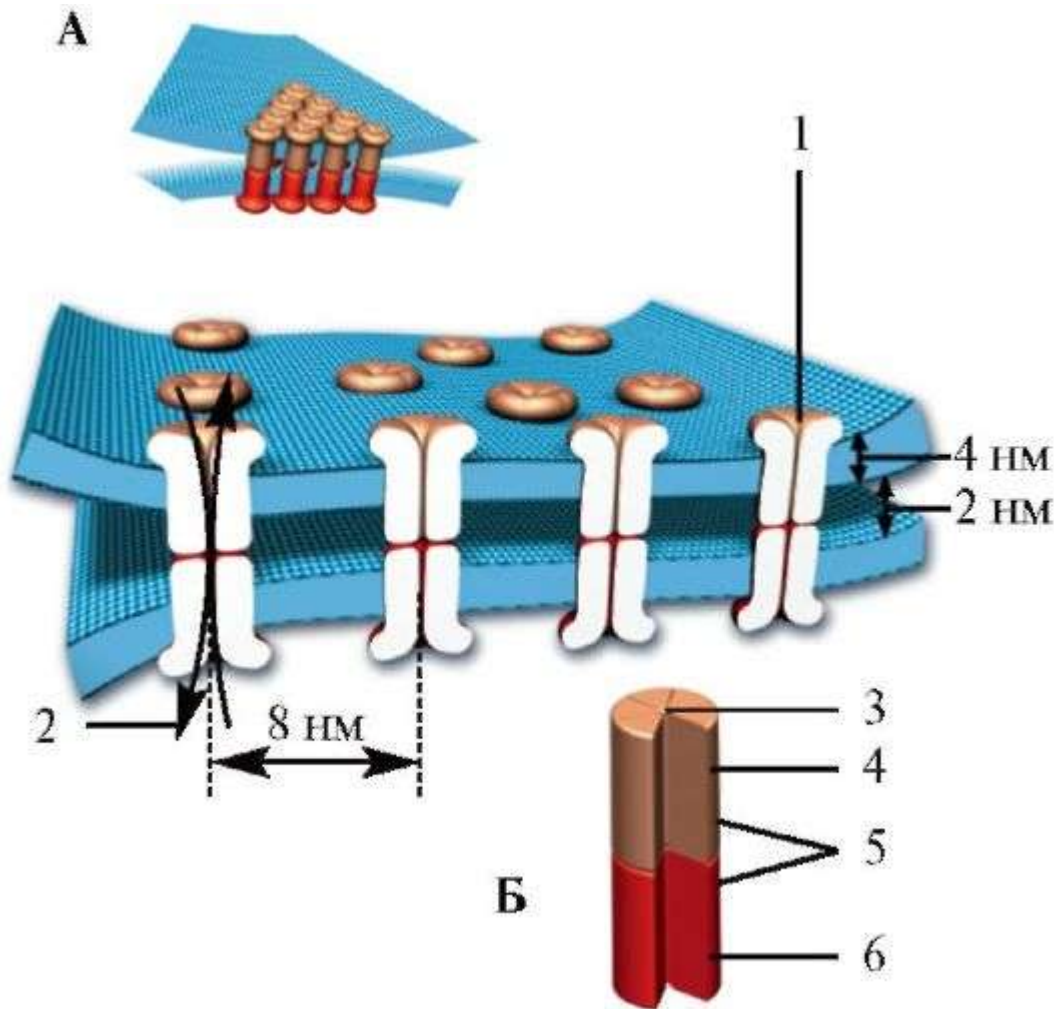
Збуджуючі та гальмівні синапси



Хімічні та електричні синапси

Хімічний синапс	Електричний синапс
<ol style="list-style-type: none">1. Синаптична щілина широка біля 20 нм.2. Одностороннє проведення інформації від пресинаптичної мембрани до постсинаптичної3. Наявність синаптичної затримки (0,5 мсек) <ol style="list-style-type: none">1. Проводять і збудження і гальмування.2. Підлягають модуляції.	<ol style="list-style-type: none">1. Синаптична щілина вузька до 2 нм.2. Двостороннє проведення інформації.3. Відсутність синаптичної затримки.4. Проводять тільки збудження.5. Не підлягають модуляції.

Будова електричного синапса



А - щілинний контакт між ділянками мембран сусідніх клітин.

Б - коннексони мембран сусідніх клітин утворюють міжнейрональний «канал». 1 - протеїновий комплекс; 2 - іонний канал; 3 - канал; 4 - коннексон клітини 1; 1; 5 – кожні шість субодиниць; 6 - коннексон клітини 2.

Будова хімічного синапса



Закономірності проведення збудження через хімічний синапс

- Односторонність проведення збудження.
- Проведення з невеликою швидкістю, наявність синаптичної затримки (0,5 мсек.)
- Проведення кожного сигналу, що надходить.
- Швидка стомлюваність.

Механізм функціонування хімічного синапса

1-й етап: синтез медіаторів.

Низькомолекулярні медіатори синтезуються у цитозолі нервових терміналей, нейропептиди – в тілі нейрона.

2-й етап: депонування медіаторів у везикулах.

3-й етап: вивільнення медіатора у синаптичну щілину.

Спонтанне вивільнення (мініатюрні постсинаптичні потенціали).

Вивільнення, зумовлене ПД

ПД → деполяризація пресинаптичної мембрани → відкриття потенціалзалежних Ca^{++} каналів пресинаптичної мембрани → вхід Ca^{++} з позаклітинного середовища в терміналь → екзоцитоз медіатора.

4-й етап: дія медіатора на постсинаптичну мембрану.

5-й етап: завершення дії медіатора на постсинаптичну мембрану

Функціональні стани нейрону

1. Стан спокою

збуджуючі = гальмівні

впливи впливи

2. Стан збудження

збуджуючі > гальмівні

впливи впливи

3. Стан гальмування

збуджуючі < гальмівні

впливи впливи

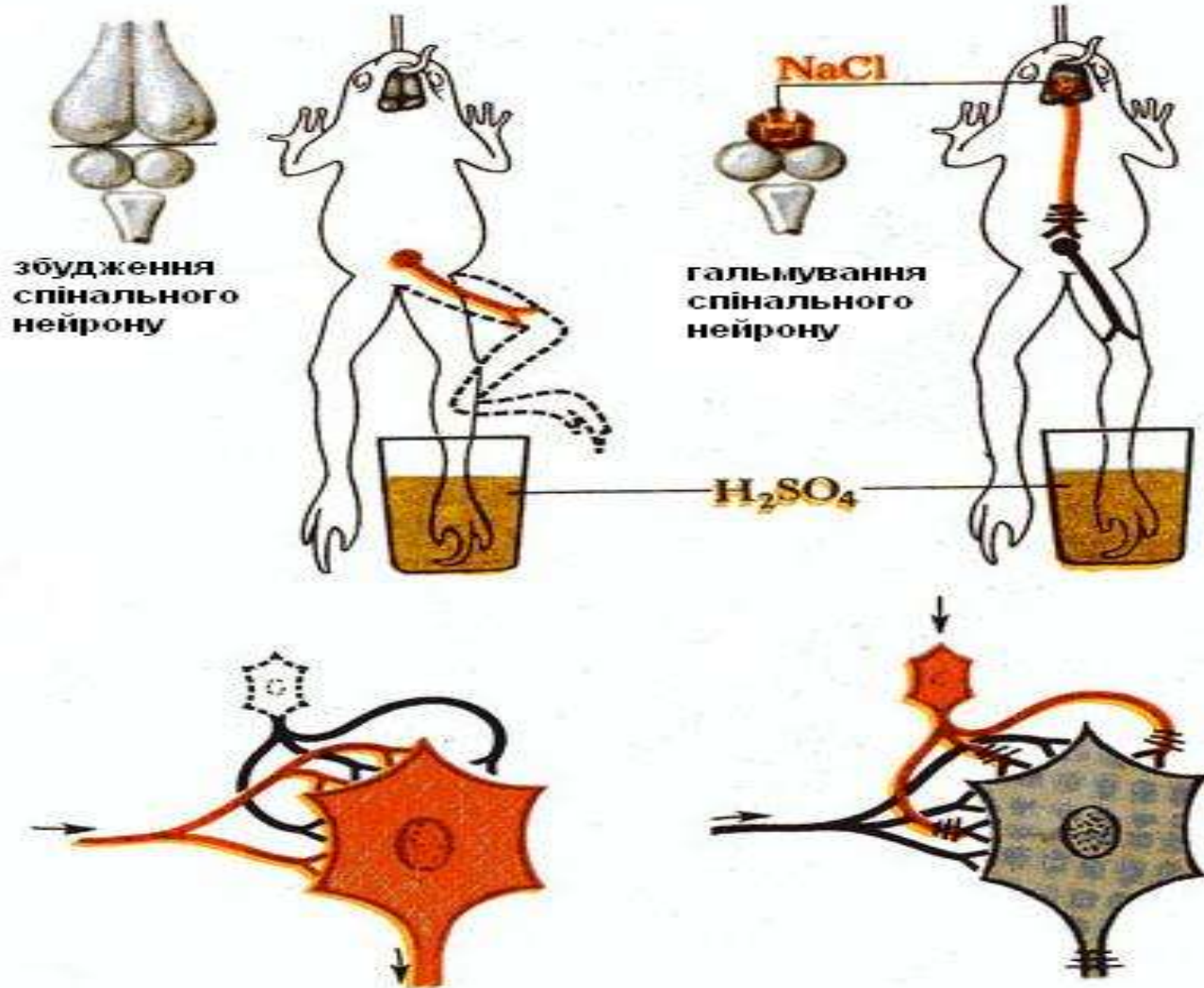
Центральне гальмування

Гальмування – самостійний нервовий процес,



що ініціюється збудженням і
призводить до пригнічення
іншого збудження

Центральне гальмування (дослід І.М.Сеченова)



Класифікація гальмування

За локалізацією

- пресинаптичне
- постсинаптичне

За механізмом

- деполяризаційне
- гіперполяризаційне

За видом нейронних ланцюгів

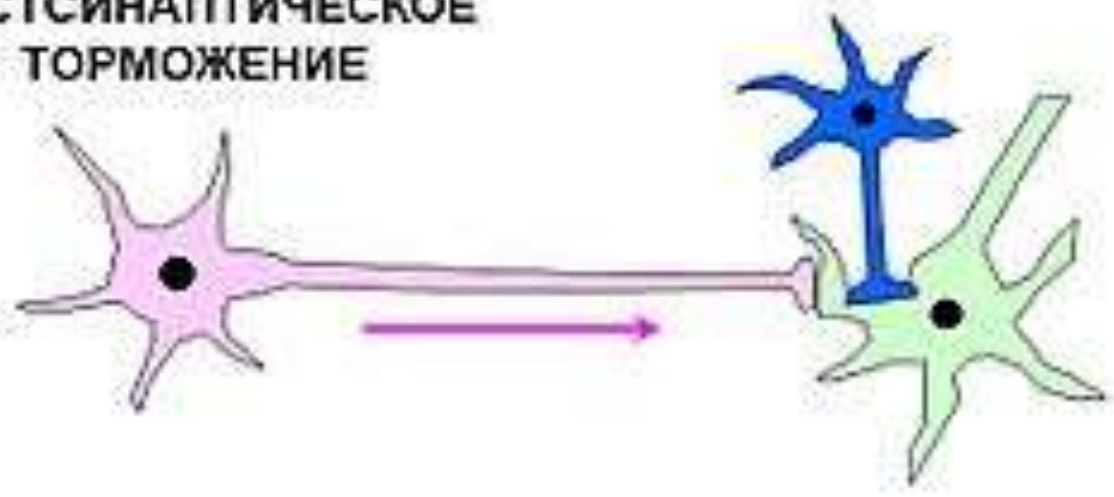
- пряме
- латеральне
- зворотнє
- реципрокне

Пресинаптичне і постсинаптичне гальмування

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ
ТОРМОЖЕНИЕ



ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ
ТОРМОЖЕНИЕ



ПРЕСИНАПТИЧНЕ ГАЛЬМУВАННЯ

Ознаки:

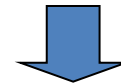
- Розвивається на рівні пресинаптичної мембрани.
- Характерне для аксо-аксональних синапсів
- Найчастіше виникає в спинному мозку і стовбурі.
- Триває 150 мсек (а за деякими даними хвилини або навіть години), максимуму досягає через 15-20 мсек.
- Блокується бікуліном і пікротоксином (антисудомні отрути)
- Основний медіатор ГАМК.

Значення:

- Координаційне (пригнічує мало суттєві аферентні синапси, вилучає небажану інформацію за рахунок впливу на окремі синаптичні входи без зміни збудливості всієї клітини)
- Захисне (обмежує аферентну інформацію при сильних (патологічних) подразненнях).

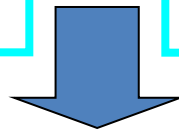
Механізм пресинаптичного гальмування

Поширення ПД до терміналі гальмівного нейрону,
вивільнення гальмівного медіатору



**Блокада
потенціалзалежних Са-
каналів пресинаптичної
мембрани збуджуючого
нейрону**

**Стійка деполяризація
пресинаптичної мембрани
збуджуючого нейрону**



Зменшення входу Са в терміналь збуджуючого нейрону

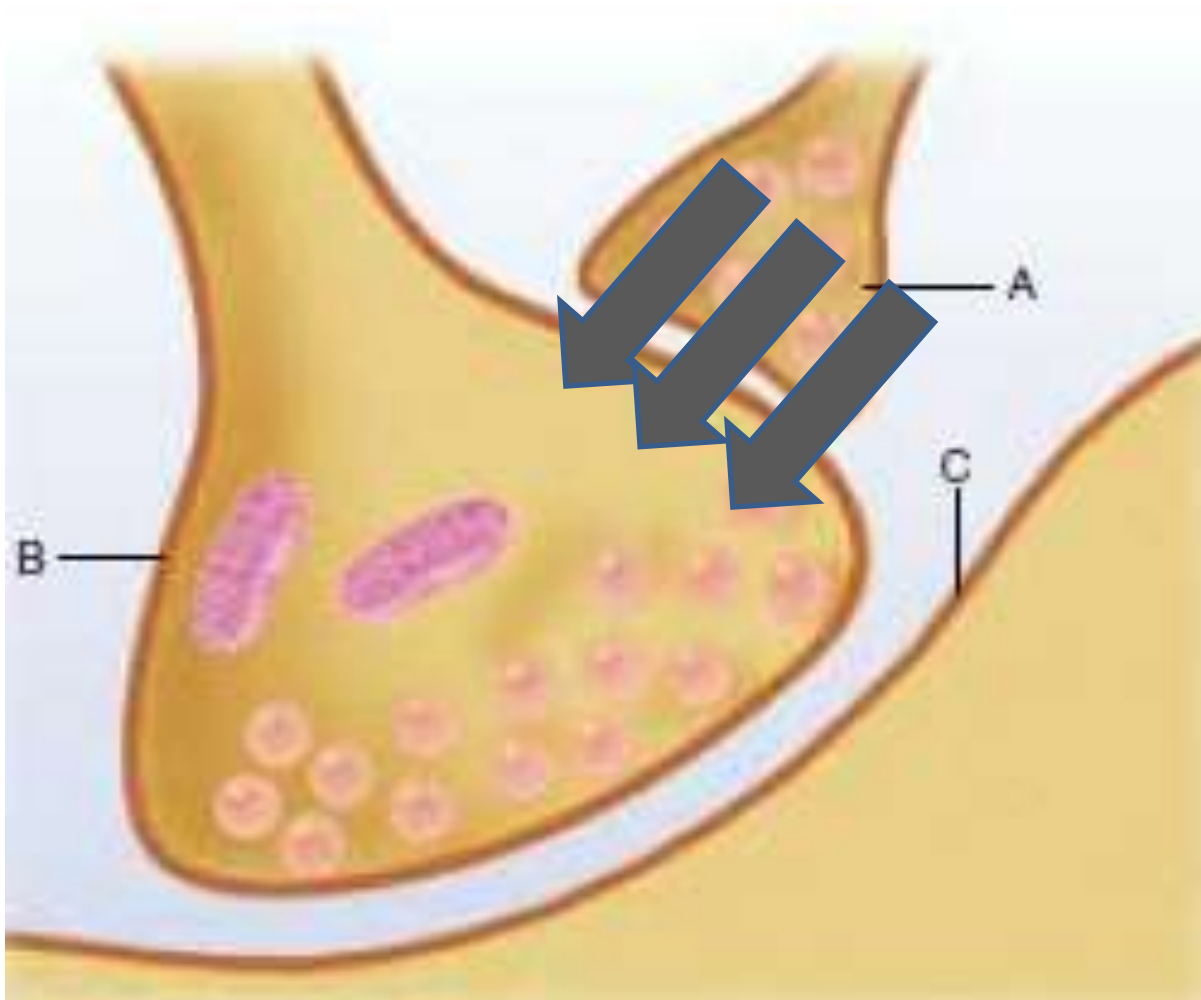
Зменшення виділення медіатору

Зменшення ЗПСР



ГАЛЬМУВАННЯ

ПРЕСИНАПТИЧНЕ ГАЛЬМУВАННЯ



ПОСТСИНАПТИЧНЕ ГАЛЬМУВАННЯ

Ознаки:

- Розвивається на рівні постсинаптичної мембрани.
- Змінює властивості постсинаптичної мембрани таким чином, що здатність нейрону гальмувати збудження пригнічується.
- Виникає в усіх відділах мозку, включаючи кору.
- Швидке (триває до 15 мсек)
- Основні медіатори – ГАМК, гліцин.

Значення:

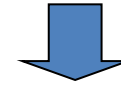
- Узгодження діяльності антагоністичних центрів
- Обмежує максимально можливу частоту імпульсації мотонейронів.
- Запобігає перезбудженню мотонейронів (захисне значення)

Механізм постсинаптичного гальмування

Поширення ПД до терміналі гальмівного нейрону, вивільнення гальмівного медіатору, взаємодія медіатору з рецепторами постсинаптичної мембрани



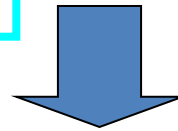
Відкриття K-каналів



Відкриття Cl-каналів

Вихід K із клітини

Вхід Cl в клітину



Гіперполяризація постсинаптичної мембрани

Збільшення порогу деполяризації

Зменшення збудливості



ГАЛЬМУВАННЯ

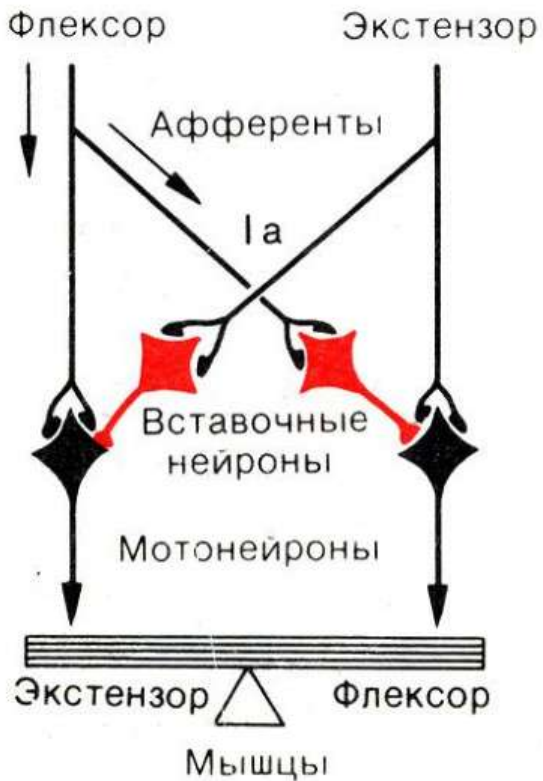
ПОСТСИНАПТИЧНЕ ГАЛЬМУВАННЯ



Реципрокне, зворотнє, латеральне гальмування

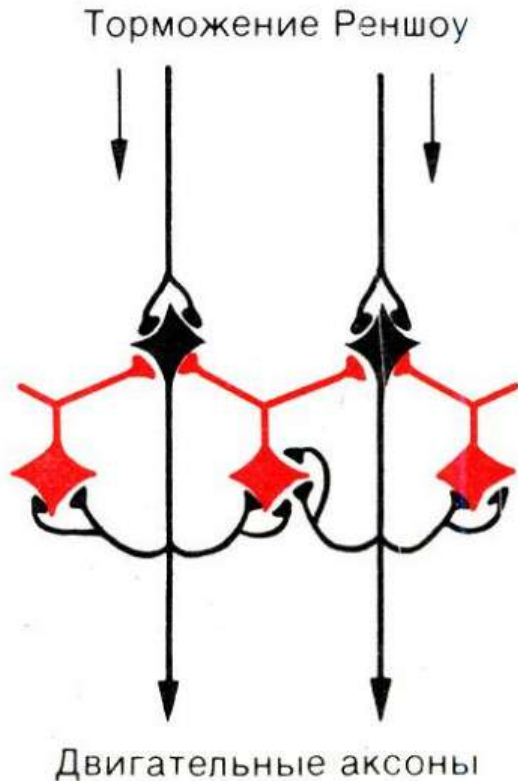
А

Реципрокное торможение



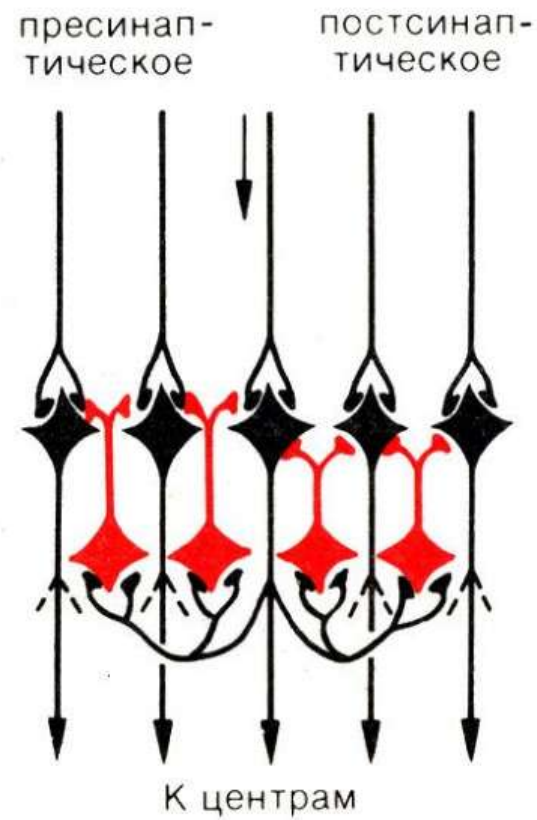
Б

Возвратное торможение



В

Латеральное торможение



Рефлекс – стереотипна реакція організму на дію зовнішніх і внутрішніх подразників, що здійснюється за участю ЦНС

Класифікація рефлексів

За біологічним значенням :

Харчові	Статокінетичні
Захисні	Орієнтовні
Статеві	Гомеостатичні

За розташуванням центру :

Спінальні	Мезенцефальні
Бульбарні	Коркові

За розташуванням рецепторів :

- Інтерорецептивні
- Екстерорецептивні
- Пропріорецептивні

За структурою центру

Моносинаптичні

Полісинаптичні

За характером ефекторної реакції :

Рухові

Вегетативні

За походженням :

Безумовні

Умовні

Порівняльна характеристика умовних і безумовних рефлексів

Безумовні

спадкові

видові

стійкі

вмикаються на дію певного адекватного подразника

рефлекторна дуга замикається на рівні нижчих відділів ЦНС

Умовні

набуті

індивідуальні

нестійкі

вмикаються на дію будь-якого подразника

рефлекторна дуга замикається на рівні кори великих півкуль

формуються на основі безумовних

ЧАС РЕФЛЕКСУ

Час рефлексу – час від початку дії стимулу до реакції ефектора.

Час рефлексу складається з:

- Час трансформації стимулу в імпульс, що поширюється (в рецепторі).
- Час проведення по аферентному волокну до ЦНС.
- Час проведення через синапси в ЦНС (з синаптичною затримкою).
- Час проведення по еферентному волокну до ефектора.
- Час активації ефектора.

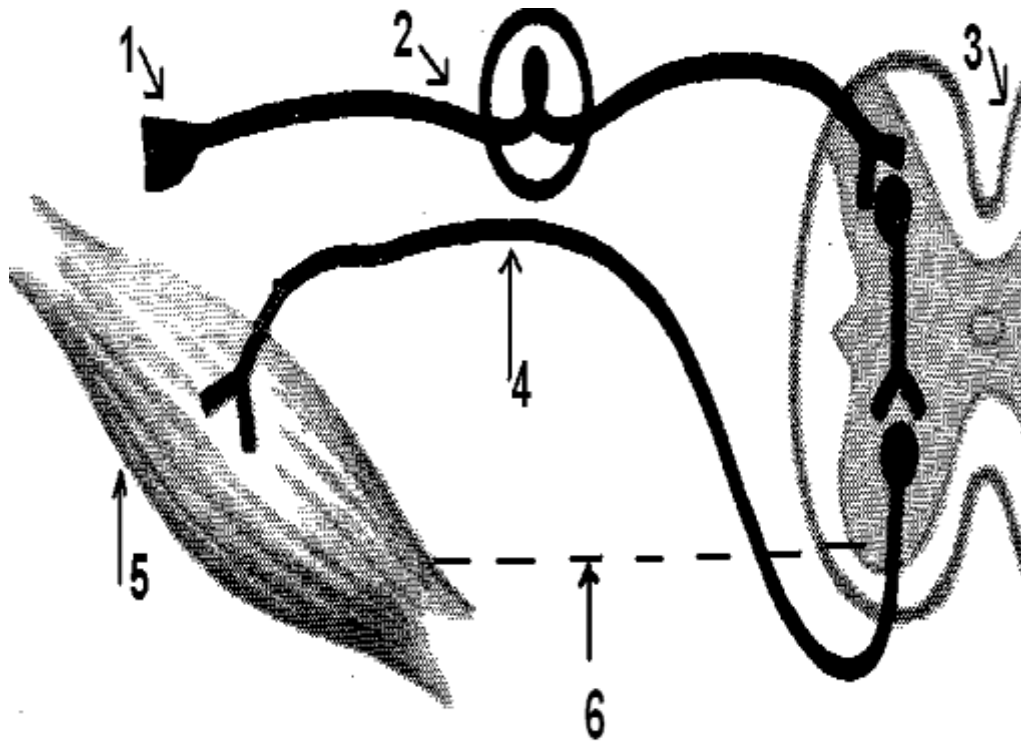
Фактори, що впливають на час рефлексу:

Складність рефлекторної дуги

Сила подразнення

Рівень збудливості ЦНС

Рефлекторна дуга – нейронний ланцюг, що забезпечує виконання рефлексу



- 1- рецептор
- 2- аферентний шлях
- 3- нервовий центр
- 4- еферентний шлях
- 5- ефектор
- 6- зворотня аферентація

Особливості проведення збудження по рефлекторній дузі

- Цілісність рефлекторної дуги
- Специфічність
- Ізольованість проведення
- Однобічність проведення
- Синаптична затримка
- Синаптична потенціація
- Наявність зворотної аферентації

Функції окремих компонентів рефлекторної дуги

РЕЦЕПТОР

- це спеціалізована клітина або частина клітини, яка розрізняє природні стимули і передає інформацію про них до ЦНС

Функції рецепторів :

Сприйняття подразника

Первинна фільтрація інформації

Кодування інформації

Передача інформації

Класифікація рецепторів

За модальністю (відчуттям, що формується у людини) :

Зорові

Слухові

Нюхові

Смакові

Температурні

Больові

За чинником, що сприяє подразненню рецептора :

Механорецептори

Хеморецептори

Терморецептори

Фоторецептори

За характером взаємодії між рецептором і подразником :

Дистантні

Контактні

За розміщенням:

Екстерорецептори

Інтерорецептори

Пропріорецептори

За здатністю до адаптації :

Тонічні

Фазні

За механізмом функціонування:

Первинночутливі

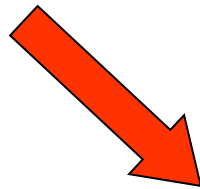
Вторинночутливі

Механізм збудження первинночутливих рецепторів

Дія подразника



Підвищення
проникності
мембрани до
іонів натрію



Виникнення
рецепторного
потенціалу



Виникнення ПД,
його поширення
по аксону до
нервового центру

**Рецепторна
клітина**

Механізм збудження вторинночутливих рецепторів



Кодування – процес трансформації рецепторного потенціалу в серію ПД (генерація серії ПД)

Види інформації, що кодується в рецепторах

- Якість подразника
- Сила подразника
- Тривалість дії подразника

Види інформації, що кодується в рецепторах	Властивості рецепторів, що дозволяють їм кодувати інформацію про подразники
Про якість подразника	Висока збудливість рецепторів лише до адекватних подразників
Про силу подразника	Різна збудливість рецепторів, що сприймають подразнення (просторова сумація)
Про тривалість дії подразника	Залежність тривалості серії ПД, що генеруються рецепторами від тривалості дії подразника

Нервовий центр

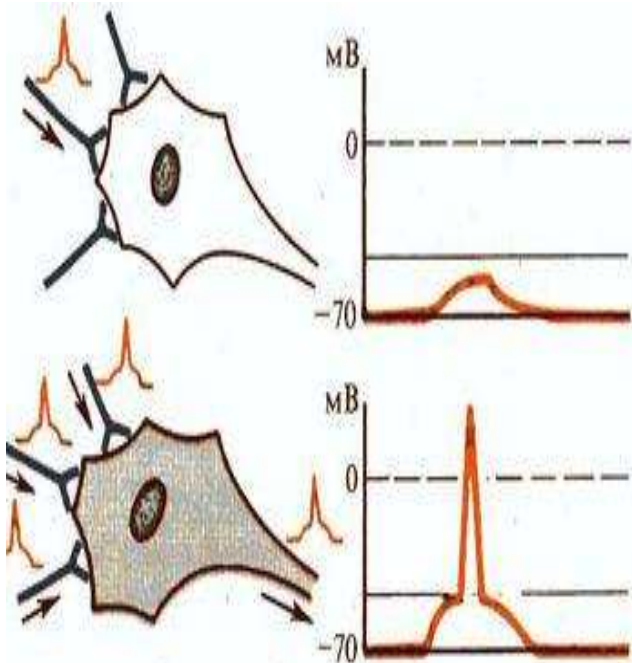
- Це сукупність нервових клітин, що організують певний рефлекс або регулюють певну фізіологічну функцію

Властивості нервових центрів:

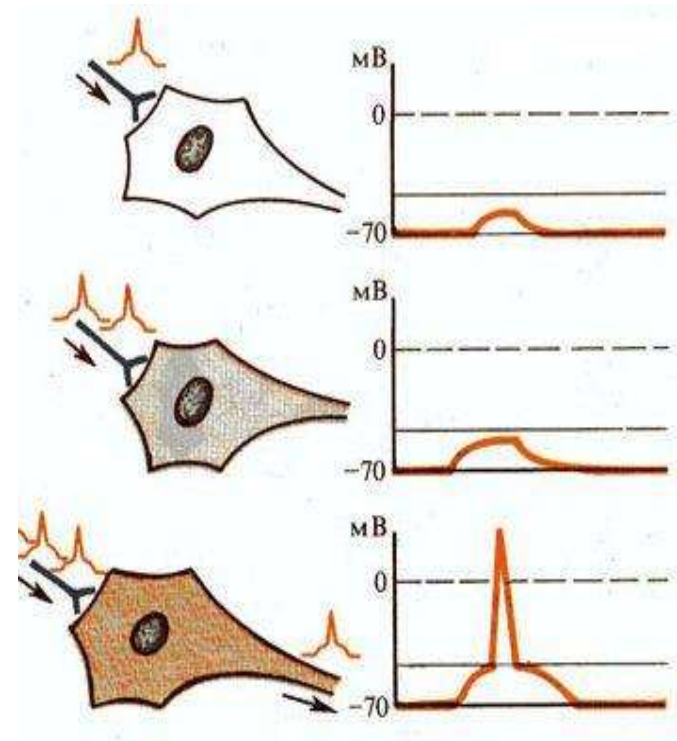
1. Тонус
2. Сумація
3. Трансформація ритму
4. Післядія
5. Стонлюваність
6. Висока чутливість до гіпоксії

Сумація

**Просторова
(одночасна)**



**Часова
(послідовна)**



Принципи взаємодії між нервовими центрами

- Принцип локалізації
- Принцип пластичності
- Принцип субординації
- Принцип кортиколізації
- Принцип домінанти
- Принцип координації

Принцип координації

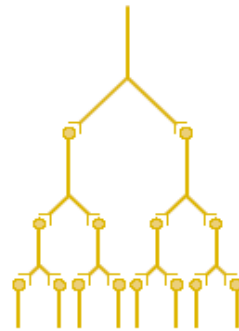
Координація – узгодження діяльності нервових центрів

Координація

Конвергенція



Дивергенція



Реверберація

Сумація
Полегшення
Окклюзія
Спільний
кінцевий
шлях

Ірадіація
Генералізація
Індукція
Рецепрока
взаємодія

Післядія

Принцип доміанти

Домінанта — це панівний осередок збудження в ЦНС, який змінює і підпорядковує собі діяльність інших центрів

Значення доміанти :

1. **Забезпечення формування поведінкових реакцій**
2. **Забезпечення формування емоцій**
3. **Участь в патогенезі хвороб**

Властивості доміанти

1. **Підвищена збудливість**
2. **Стійкість збудження**
3. **Здатність до сумації**
4. **Здатність до гальмування**
5. **Інерція**

Умови формування доміанти

Вплив подразників зовнішнього середовища

Вплив подразників внутрішнього середовища

(рівень поживних речовин, вміст гормонів)

Умови зникнення доміанти

Задоволення потреби, на підставі якої сформувалась доміанта

Виникнення більш сильної доміанти

Вторинне гальмування у доміанті