

# **Фізіологія нейрона.**

## **Збудження та гальмування в ЦНС**

- 1. Нейронні ланцюги та нервові центри.**
- 2. Синапси ЦНС, будова, механізм передачі інформації.**
- 3. Нейромедіатори, їхні види.**
- 4. Процеси збудження та гальмування в ЦНС.**
- 5. Координаційна функція ЦНС**

## *Теми для самостійного вивчення:*

**1. Нейрон та нейроглія як структурно-функціональні одиниці ЦНС; їх види, функції.**

**2. Рефлекс, рефлєкторна дуга, будова та види, фізіологічне значення. Роль рецепторів, види**

**Нервова система забезпечує  
взаємопов'язану регуляцію  
діяльності усіх систем  
організму та реакцію на  
зміну умов внутрішнього та  
зовнішнього середовища.**

Основою будови нервової системи є нервова тканина, яка здатна сприймати подразнення із зовнішнього середовища, трансформувати його у відчуття і на основі останнього формувати реакцію-відповідь.

Існують дві класифікації нервової системи – анатомічна та фізіологічна. Згідно з першою нервову систему поділяють на центральну і периферійну. До центральної належать головний і спинний мозок, до периферійної – нервові вузли, волокна та їхні розгалуження.

Згідно з фізіологічною класифікацією нервова система поділяється на соматичну й автономну (вегетативну).

Соматична забезпечує іннервацію всього тіла, крім внутрішніх органів і судин (підтримання постави, переміщення тіла у просторі, тонкі і точні робочі рухи кінцівок тощо).

Автономна нервова система регулює вісцеральні функції організму (функції внутрішніх органів, тонус гладеньких м'язів,

# **Основною структурною і функціональною одиницею ЦНС є нейрон.**

Він складається з тіла (соми) та відростків, які мають певний напрям і спеціалізацію. Короткі деревоподібно розгалужені відростки - дендрити - проводять збудження до тіла нейрона. Довгий відросток (аксон) проводить нервові імпульси від тіла нейрона до клітин - нервових, м'язових, секреторних.



**В залежності від виконуваної функції нейрони ділять на три**

**основні групи:**

- 1) аферентні, чутливі, або рецепторні;**
- 2) виконавчі, або ефекторні;**
- 3) контактні, або проміжні (інтеронейрони).**

**У головному та спинному мозку розрізняють сіру (скупчення тіл нейронів) та білу (відростки нейронів) речовину.**

Нейроглія входить до складу як сірої, так і білої речовини, вона складається із клітин, які виконують різноманітні функції: опорну, трофічну, секреторну та ін.

**Суцільний шар сірої речовини на поверхні білої має назву кори (кора великого мозку, кора мозочка).**

**Скупчення сірої речовини всередині білої називають ядрами. Ядра сірої речовини виконують роль різних центрів головного і спинного мозку, які регулюють функції внутрішніх органів (центр дихання, центр спиновідведення тощо)**

**Скупчення нервових клітин  
за межами головного і  
спинного мозку називають  
вузлами, або гангліями.  
Нервові волокна - це  
відростки нервових клітин,  
вкриті оболонками (мієлінові  
та безмієлінові).**

**Нерви являются собою пучки  
нервових волокон, вкритих  
зверху сполучнотканинною  
оболонкою.**

**Передача нервового збудження  
в ЦНС (нервових центрах)  
здійснюється за допомогою  
центрального синапсів.**

Розрізняють такі види синапсів:  
аксо-соматичні, аксо-дендричні,  
аксо-аксональні, дендро-  
дендричні.

На одному нейроні може бути  
розташовано до 10 тис. синапсів.

**Центральні синапси (як і  
периферійні) утворені  
пресинаптичною мембраною,  
синаптичною щілиною і  
постсинаптичною  
мембраною.**

**У ЦНС переважно розташовані хімічні синапси, у яких передача нервового збудження здійснюється в одному напрямку за допомогою нейромедіаторів (нейротрансмітерів).**

**У ЦНС функцію медіаторів виконує близько 30 біологічно активних речовин.**



**Залежно від хімічної природи медіатори поділяють на 4 групи:**

**1. Аміни (ацетилхолін, норадреналін, адреналін, дофамін, серотонін).**

**2. Амінокислоти (гліцин, глутамін, аспарагінова, ГАМК і деякі інші).**

**3. Пуринові нуклеотиди (АТФ).**

**4. Нейропептиди (гіпоталамічні ліберини й статини, опіоїдні пептиди, вазопресин, холецистокінін, гастрин).**

**За функціональними властивостями медіатори ЦНС поділяють на:**

- збуджувальні (ацетилхолін, норадреналін, глутамат, серотонін),**
- гальмівні (ГАМК - гамма-аміномасляна кислота та гліцин).**

У зв'язку з цим розрізняють збуджувальні і гальмівні синапси

**У збуджувальних синапсах**  
під впливом нервових імпульсів  
звільняється збудливий медіатор,  
який через синаптичну щілину  
надходить до постсинаптичної  
мембрани і викликає короткочасне  
підвищення її проникності для іонів  
натрію і виникнення деполяризації.  
Коли деполяризація досягає  
певного (критичного) рівня,  
**виникає потенціал дії.**

**В гальмівних синапсах виділяються особливі гальмівні медіатори. Вони змінюють проникність постсинаптичної мембрани по відношенню до іонів калію або хлору. В результаті підвищується рівень мембранного потенціалу - явище гіперполяризації, що перешкоджає подальшому поширенню збудження.**

**Гальмування – активний процес у ЦНС, який проявляється пригніченням збудження або повним його припиненням у відповідь на подразнення.**

# **Значення процесів гальмування:**

- разом зі збудженням процес гальмування відіграє значну роль у пристосуванні організму до навколишнього середовища;**
- гальмування відіграє важливу роль у формуванні умовних рефлексів, звільняючи ЦНС від перероблення несуттєвої інформації;**

- **забезпечує регуляцію координаційних рефлексорних реакцій, наприклад, під час згинання руки - центри м'язів-розгиначів гальмуються;**
- **гальмування захищає нервові центри від втоми і виснаження.**

**Крім іонотропних медіаторів, існують метаболотропні (нейропептиди). Свій вплив на постсинаптичну мембрану вони здійснюють шляхом активації специфічних ферментів мембрани.**

**Як наслідок, у нейронах активуються вторинні посередники (месенжери), які у свою чергу запускають каскади**



# Месенжери:

1. Аденілатциклаза (цАМФ)
2. Гуанілатциклаза (цГМФ)
3. Інозитолтрифосфат (ИФ<sub>3</sub>)
4. Іонізований кальцій

# **Модуляція синапсів.**

**Для деяких систем мозку, наприклад, відповідальних за процеси навчання, пам'яті, здатність до організації і реорганізації зв'язків між нейронами зберігається на все ЖИТТЯ.**

**У разі постійного (частого) проходження нервових імпульсів через структури синапсів, останні можуть змінюватися в напрямку збільшення розмірів синаптичної бляшки й кількості медіатора в ній, площі пре- і постсинаптичної мембрани. На постсинаптичній мембрані може змінюватися щільність рецепторів. Як наслідок функція синапса модифікується, що забезпечує поліпшення і прискорення передачі нервового імпульсу.**

Міжнейронна передача збудження може відбуватися також електричним шляхом, без участі медіаторів.

Умовою для цього є щільний контакт між двома нейронами до 9 нм (нексус).

# **Основні властивості нервових центрів:**

- 1) одностороннє проведення збудження;**
- 2) затримка проведення збудження;**
- 3) сумація збуджень;**
- 4) трансформація ритму збуджень;**
- 5) рефлексорна післядія;**
- 6) швидка стомлюваність.**

**1. Збудження передається лише в одному напрямку від пре- до постсинаптичної мембрани, що пояснюється будовою синапсу.**

**збудження в нервових  
центрах пов'язана з  
наявністю великої кількості  
синапсів.**

На виділення медіатора, його  
дифузію через синаптичну  
щілину, збудження  
постсинаптичної мембрани  
потрібно більше часу, ніж на  
поширення збудження

На все це в одному синапсі витрачається 0,5-1 мс. Чим складніша рефлекторна дуга, тим більше синапсів і, відповідно, більша синаптична затримка.

Сума синаптичних затримок у рефлекторній дузі отримала назву справжнього часу рефлексу.



**Час від початку дії подразника до появи рефлекторної відповіді називається прихованим, або латентним періодом (ЛП) рефлексу.**

Тривалість цього періоду залежить від кількості нейронів і синапсів, що беруть участь у рефлексі.

Сухожилльний колінний рефлекс (моносинаптичний) має ЛП 24 мс, середнє або ступенева реакція — 200

**3. Сумація збуджень в нервових центрах виникає або при нанесенні підпорогових, але повторюваних (ритмічних) подразнень (часова сумація), або при одночасній дії декількох підпорогових подразнень (просторова сумація).**

Прикладом сумації збудження може служити рефлекс чхання.

## **4. Невідповідність частоти ПД в аферентній та еферентній ланках рефлекторної дуги.**

Наприклад, у відповідь на одиночний стимул, прикладений до аферентного нерва, нервовий центр посилає до робочого органа серію імпульсів, що йдуть один за одним з частотою від 50 до 200 за секунду.

В іншій ситуації при великій частоті стимуляції до ефектора надходить значно менша частота.

## **3. Рефлекторні акти**

**закінчуються не одночасно з припиненням подразнення, а через деякий час.**

**Тривала післядія зумовлена циркуляцією збудження замкненими нервовими ланцюгами – реверберацією.**

**Завдяки реверберації нервові центри постійно знаходяться у стані тону, що важливо, наприклад, при**

**6. При тривалому подразненні аферентних нервових волокон спостерігається стомлення нервового центру, яке проявляється поступовим зниженням, а потім і повним припиненням рефлекторної відповіді.**

(виснаження ресурсів медіатора, зниження чутливості рецепторів постсинаптичної мембрани тощо)

**Звикання постсинаптичної мембрани до дії медіатора – габітуація.**

Нервові центри надзвичайно чутливі до нестачі кисню – гіпоксії. Гіпоксія швидко призводить до зниження збудливості, а потім до загибелі нейронів. Діяльність нервових центрів, таким чином, залежить від нормального мозкового кровообігу. При його порушенні втрачається збудливість нервових клітин, людина втрачає свідомість.

Змінюють збудливість нервових центрів і нервові отрути, що діють переважно на мозок. Наприклад, стрихнін, який підвищує збудливість нейроцитів. Якщо в лімфатичний мішок жаби ввести стрихнін, то навіть стук по столу, на якому вона лежить, викликає у неї судоми.

Нервовими отрутами є і наркотичні речовини, алкоголь, хлороформ, ефір та ін. Вони викликають спочатку підвищення, а потім різке пригнічення збудливості нервових центрів, особливо великих півкуль.



**На рівні нервових центрів  
будується координація  
(інтеграція) рефлексорної  
діяльності, що забезпечує  
узгоджену діяльність  
нервової системи в цілому.**

# **Загальні закономірності**

**(принципи) координації:**

- 1) принцип конвергенції,**
- 2) принцип дивергенції та іррадіації збудження,**
- 3) принцип реципрокності,**
- 4) принцип загального кінцевого шляху,**
- 5) принцип зворотного зв'язку,**
- 6) принцип домінанти.**

**1. Конвергенція - сходження  
волокон багатьох нейронів з  
утворенням синапсів на одному  
нейроні.**

**У конвергентних ланцюгах  
досягається посилення  
важливої, але слабкої  
інформації з використанням  
процесів сумації, відсікання  
(селекції) вторинної інформації.**

**2. За допомогою дивергенції біологічно важливі, але слабкі подразнення розмножуються, посилюються та передаються в різні нервові центри, що забезпечує більш різноманітний їх аналіз і синтез.**

**виникає іррадіація (імпульси,  
які надходять до ЦНС під час  
сильного і тривалого  
подразнення рецепторів,  
викликають збудження не  
одного, а кількох нервових  
центрів).**

**Наприклад, мобілізація  
організму при надзвичайних,  
аварійних ситуаціях.**

**3. Принцип реципрокності  
(спряженості) - під час  
збудження одних нервових  
центрів діяльність інших  
може гальмуватися.**

**Це необхідно для  
перерозподілу м'язового  
тонусу під час ходіння та  
плавання.**

**4. Принцип загального кінцевого шляху ґрунтується на явищі конвергенції - різні аферентні імпульси сходяться до загальних еферентних та вставних нейронів. Отже, один і той же рефлекс можна спричинити, подразнюючи різні рефлекторні поля.**

**за інтенсивністю  
збуджувальних процесів у  
ЦНС і корегує їх.  
Наприклад, під час  
скорочення скелетних м'язів  
збуджуються  
пропріорецептори, від яких  
імпульси знову потрапляють  
до ЦНС. Таким чином  
контролюється точність рухів.**



**Позитивні зворотні зв'язки  
сприяють підсиленню  
рефлекторних реакцій,  
негативні – їхньому  
пригніченню.**

**6. Принцип домінанти - тимчасово виникає дуже сильний осередок збудження у ЦНС, що визначає характер відповіді організму на подразники.**

**Домінантний нервовий центр може притягувати до себе імпульси з інших і гальмувати їх.**

**Домінантними стають ті центри, які забезпечують задоволення життєво необхідних потреб (харчових статевих, захисних тощо).**

**Домінування відіграє важливу роль у формуванні реакції уваги.**

негативна сторона домінанти – її консервативність. Для руйнування домінанти необхідно створити