

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

*Факультет № 6
Кафедра соціології та психології*

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Еволюція, анатомія та фізіологія ЦНС»
обов'язкових компонент
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

053 Психологія (практична психологія)

Тема № 4. Загальна характеристика нервової тканини.

Харків 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 р. № 7

СХВАЛЕНО

Вченою радою факультету № 6
Протокол від 25.08.2023 р. № 7

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з гуманітарних та соціально-
економічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 р. № 7

Розглянуто на засіданні кафедри соціології та психології
Протокол від 15.08.2023 р. № 8

Розробники:

1. Доцент кафедри соціології та психології, кандидат біологічних наук
Шахова О.Г.
2. Старший викладач кафедри соціології та психології Солохіна Л.О.

Рецензенти:

1. Провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії морально-психологічного супроводження службово-бойової діяльності Національної гвардії України науково-дослідного Центру службово-бойової діяльності Національної гвардії України, кандидат психологічних наук, старший науковий співробітник Мацегора Я.В.
2. Доцент кафедри соціології та психології факультету №6 Харківського національного університету внутрішніх справ, кандидат психологічних наук, доцент Шиліна А.А.

План лекції.

1. Біологічне значення нервової системи.
2. Загальний план будови нервової системи. Класифікація відділів нервової системи.
 - 2.1 Центральна нервова система: спинний і головний мозок.
 - 2.2. Периферична нервова система. Соматична і вегетативна нервова система, симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи.

Рекомендована література

Основна

1. Анатомія нервової системи та вищої нервової діяльності. Ч. 1 : навч.-метод. посібник / уклад.: І. В. Хавіна, Т. В. Гура, Ю. Г. Чебакова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 103 с.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
3. Маруненко І. М., Неведомська Є.О., Волковська Г.І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник К.: «Центр учбової літератури», 2013. 184 с.
4. Неттер Ф. Г. Атлас анатомії людини = Atlas of Human Anatomy :пер.7-го англ. вид.: двомов. вид. - Київ: Медицина, 2020. - 621 с.
5. Самусаєв, Р.П., Липченко. Атлас анатомії людини: навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 752 с.
6. Федірко Н.В. Анатомія та еволюція нервової системи: підручник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 382 с.

Додаткова

7. Анатомія і еволюція центральної нервової системи Навчальний посібник для студентів спеціальності «Психологія» Купчак С. В., Грицуляк В. Б., Долинко Н. П., Халло О. Є. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. - 140 с.
8. Анатомія та фізіологія людини: Підруч. для мед. ВНЗ I-II р. а. — 5-те вид., випр. Затверджено МОЗ (Вид.:5) / Сидоренко П. І., Бондаренко Р. О., Куц С. О. – К.: Медицина, 2015. -248 с.
9. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2021. – 135 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

10. Пошукова система Google Академія (Google Scholar) -
11. <http://scholar.google.com>
12. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>
13. <http://psyjournals.ru/jmfp/index.shtml>
14. Фекета В. Фізіологія нервової системи. 2017. [Електронний ресурс].

Режим доступу:

https://www.researchgate.net/publication/321110855_Fiziologia_nervovoi_sistemi

Текст лекції

1. Біологічне значення нервової системи

Нервова система регулює, поєднує, узгоджує діяльність органів і систем організму, обумовлює оптимум функціонування, об'єднуючи усі частини організму в єдине ціле.

Нервова система забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем, а також діяльність людини не тільки як біологічної, але й соціальної істоти. Нервова система забезпечує психічні процеси (сприйняття, мовлення, навчання, пам'ять, мислення, емоції), за допомогою яких людина не тільки впізнає навколишнє середовище, але й змінює його (табл. 1).

Нервова система як інтегративний апарат, який керує поведінкою організму, з'являється лише на певному етапі еволюційного розвитку. Це свідчить про те, що поведінка найпростіших можлива на основі інших принципів, зокрема таксисів. Таксис - це загальна реакція відносно найпростіших на дію чинників довкілля, під час якої їх просторова орієнтація і рух визначаються силою цих зовнішніх дій: наявністю їжі, світла тощо, які позитивно чи негативно впливають на організм.

З утворенням нервової системи з'являються інші форми поведінки на основі рефлексів - більш точних реакцій організму на локальні дії сигналів, які поширюються із довкілля.

Вищим об'єднуючим і координуючим відділом нервової системи людини є головний мозок, головна роль якого належить корі великих півкуль.

Сукупність клітин - нейронів, функцією яких є сприймання, аналіз і передача інформації, що забезпечує пристосування організму до умов довкілля, називають нервовою системою.

Таблиця 1. Функції нервової системи (за В.І. Козловим і Т.А. Цехмістренко)

| Аналіз інформації | | Регуляція функцій організму (регуляторна функція) | Інтегративна діяльність (функція) | Розумова діяльність (психіка) |
|---|---|---|---|---|
| із внутрішнього середовища | із довкілля | | | |
| інтерорецепція пропріорецепція вестибулярний апарат | екстерорецепція: зір слух смак тактильна чутливість | дихання травлення кровообіг водний баланс збереження гомеостазу положення тіла і його частин | координація функцій організму чутливість ігнорування увага сон адаптація | малювання уявлення мовлення письмо читання рахування творіння пізнання |

| | | | | |
|---------|--|--------------------------|----------|---------------------------|
| | | локомоція репродукція | навчання | усвідомлення свого "Я" |
| пам'ять | | | | |

Інтерорецепція – здатність організму сприймати подразнення, зумовлені механічними, хімічними та іншими змінами внутрішнього середовища.

Пропріорецепція - здатність організму сприймати сомато-сенсорну інформацію про положення тіла в просторі, взаєморозміщення частин тіла, тонус м'язів.

Екстерорецепція - здатність організму сприймати подразнення, зумовлені механічними, хімічними та іншими змінами зовнішнього середовища

3. Загальний план будови нервової системи

До нервової системи відноситься головний і спинний мозок, а також нерви, нервові вузли (ганглії), нервові сплетення тощо (рис. 1).

Анатомічно в головному мозку можна розрізнити півкулі, стовбур і мозочок (малий мозок). Стовбур включає в себе проміжний мозок, середній мозок, міст (структура, яка розвивається з заднього мозку) та довгастий мозок.

Нервова система топографічно ділиться на центральну і периферичну, а функціонально – на соматичну та вегетативну.

2.1. Центральна нервова система: спинний і головний мозок.

Центральна нервова система складається з головного і спинного мозку. Головний мозок міститься всередині мозкового черепа, а спинний мозок – у хребетному каналі.

ЦНС утворена нейронами і нейроглією.

Головний і спинний мозок складаються з сірої і білої речовини. Сіра речовина утворена тілами клітин (нейронів) та їх короткими відростками – дендритами.

Біла речовина утворена довгими відростками нейронів (до 1-1,5 м) – аксонами, які складаються в пучки нервових волокон і формують провідні шляхи нервової системи. Білий колір залежить від шару мієліну, яким покриті аксони.

Сіра речовина в ЦНС утворює декілька типів скупчень (структур):

- Скупчень, які називаються ядрами (наприклад, ядра черепно-мозкових нервів, стовбура мозку і великих півкуль, ядра спинного мозку);
- Скупчень, які називаються нервовими центрами. Ці центри необхідні для здійснення певного рефлексу або регулювання тієї чи іншої функції (наприклад, центр дихання в довгастому мозку);

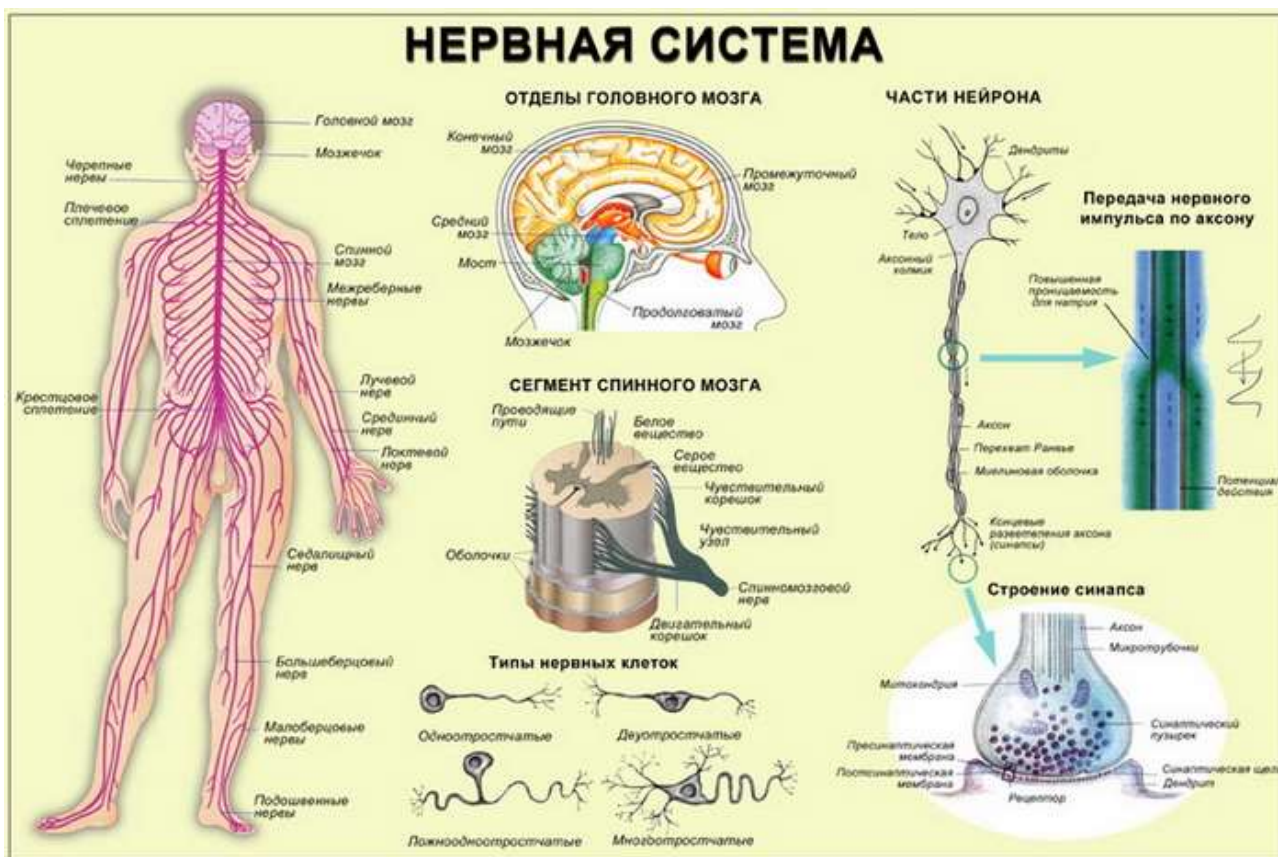


Рис. 1 Загальний план будови нервової системи.

- Мереж, тобто дифузно (наприклад, нейрони ретикулярної формації);
- Паралельних горизонтальних шарів (наприклад, у корі великих півкуль і мозочка);
- Вертикальних колонок (наприклад, у корі великих півкуль).

Відростки центральних нейронів в межах мозку утворюють його провідні шляхи і з'єднання в нейронних мережах. Відростки нейронів, які розташовані за межами мозку, утворюють периферичні нерви.

Основна функція ЦНС: в ЦНС відбувається аналіз інформації, яка надходить із зовнішнього і внутрішнього середовища, та формується відповідна реакція організму на цю інформацію.

2.2. Периферична нервова система. Соматична і вегетативна нервова система, симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи.

До *периферичної нервової системи* належать 12 пар черепно-мозкових нервів, які відходять від головного мозку, і 31 пара спинномозкових нервів, які відходять від спинного мозку, а також їх сплетення, нервові вузли або *ганглії* (невеликі скупчення тіл нейронів, що лежать в різних частинах тіла).

Нерви утворені довгими відростками нейронів.

12 пар черепно-мозкових нервів іннервують переважно голову, ряд м'язів шиї і потилиці, а блукаючий нерв здійснює парасимпатичну іннервацію

внутрішніх органів. 31 пара спинномозкових нервів іннервують тулуб і внутрішні органи.
(схема. 1).



Схема 1. Відділи нервової системи.

Спинномозкові нерви мають *задні корінці*, які складають *аферентний* (чуттєвий) відділ периферичної НС, та *передні корінці*, які складають *еферентний* (ефекторний) відділ периферичної нервової системи.

Еферентний відділ функціонально поділяється на *соматичну* та *автономну* (вегетативну) частини периферичної нервової системи.

Соматична нервова система (від грец. soma - тіло) іннервує довільну мускулатуру скелета та деяких внутрішніх органів - язика, глотки, гортані, очного яблука, середнього вуха. Вона забезпечує тонус, позу тіла, рухові реакції та іннервацію шкіри.

Автономна (вегетативна) нервова система (від грец. autos - сам) регулює роботу внутрішніх органів. З нею пов'язані підтримання гомеостазу, обмін речовин, ріст і розвиток організму, нейроендокринні регулювання та трофічна іннервація скелетних м'язів, шкіри і самої нервової системи.

Вегетативна нервова система *іннервує всі внутрішні органи, ендокринні залози та мимовільні м'язи шкіри, серце та судини*, тобто органи, що здійснюють вегетативні функції в організмі (травлення, дихання, виділення, кровообіг тощо) та становлять внутрішнє середовище організму.

Як соматична нервова система, так і вегетативна мають *центральный і периферичний відділи*. *Центральний відділ розташований у спинному і головному мозку і представлений ядрами, а периферичний відділ розташований поза ЦНС і складається з нервових вузлів і нервових волокон.*

Отже, *автономна нервова система - це комплекс центральних і периферичних структур, які підтримують рівень гомеостазу, необхідний для адекватної реакції організму на впливи довкілля.*

Вегетативні волокна доходять і до скелетних м'язів, але вони не викликають скорочення м'язів, а активізують у них обмін речовин. Такий вплив називається *трофічним*. Автономна нервова система справляє трофічний вплив і на центральну нервову систему.

Автономна (вегетативна) нервова система поділяється на симпатичну (від лат. sympathēs - співчутливий, співдружний) і парасимпатичну (від лат. префікса para - суміжність).

Більшість внутрішніх органів має подвійну іннервацію: до кожного з них підходять 2 нерви - симпатичний і парасимпатичний. *Симпатична частина автономної нервової системи сприяє інтенсивній діяльності організму, особливо в екстремальних умовах, коли потрібне напруження сил. Парасимпатична частина автономної нервової системи сприяє відновленню втрачених організмом ресурсів, забезпечує нормальну життєдіяльність людського організму у стані спокою та під час сну (уповільнює скорочення серця та зменшує їх силу, згужує зіниці, знижує кров'яний тиск).*

Нервова система регулює, поєднує, узгоджує діяльність органів і систем організму, обумовлює оптимум функціонування, об'єднуючи усі частини організму в єдине ціле.

Нервова система забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем, діяльність людини не тільки як біологічної, але й соціальної істоти, та забезпечує психічні процеси.

До нервової системи відноситься головний і спинний мозок, а також нерви, нервові вузли (ганглії), нервові сплетення.

Нервову систему поділяють на центральну і периферичну. Центральна нервова система складається з головного і спинного мозку, які складаються з сірої і білої речовини.

До периферичної нервової системи належать 12 пар черепно-мозкових нервів, які відходять від головного мозку, і 31 пара спинномозкових нервів, які відходять від спинного мозку, а також їх сплетення, нервові вузли або ганглії.

Периферична нервова система людини умовно поділяється на соматичну та автономну (вегетативну). Автономна (вегетативна) нервова система поділяється на *симпатичну* (від лат. sympathēs - співчутливий, співдружний) і *парасимпатичну*.

Питання до іспиту:

1. Біологічне значення нервової системи.
2. Функції нервової системи.

3. Загальний план будови нервової системи. Класифікація відділів нервової системи.
4. Центральна нервова система: спинний і головний мозок.
5. Периферична нервова система. Соматична і вегетативна нервова система.
6. Симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи.

ЛЕКЦІЯ № 6. Мікроструктура нервової системи

План лекції.

1. Загальні принципи будови нервової тканини.
2. Нейрон — структурно-функціональна одиниця нервової системи.
 - 2.1. Макроструктура нейрона: сома, аксон та дендрити.
 - 2.2. Мікроструктура нейрона.
 - 2.3. Класифікації та функції нейронів: уніполярні, біполярні та мультіполярні.
3. Будова та функції клітин нейроглії. Макроглія (астроцити, олігодендроцити та епендимоцити) та мікроглія.

Рекомендована література

Основна

1. Анатомія нервової системи та вищої нервової діяльності. Ч. 1 : навч.-метод. посібник / уклад.: І. В. Хавіна, Т. В. Гура, Ю. Г. Чебакова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 103 с.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
3. Маруненко І. М., Неведомська Є.О., Волковська Г.І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник К.: «Центр учбової літератури», 2013. 184 с.
4. Неттер Ф. Г. Атлас анатомії людини = Atlas of Human Anatomy :пер.7-го англ. вид.: двомов. вид. - Київ: Медицина, 2020. - 621 с.
5. Солохіна Л.О. Робочий зошит для самостійної роботи з дисципліни «Еволюція, анатомія та фізіологія ЦНС»: навчально-методичний посіб. Харків : Харк. нац. ун-т. внутр. справ, видав. «Копіцентр». 2020. 49 с.: іл.
6. Самусаєв, Р.П., Липченко. Атлас анатомії людини: навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 752 с.
7. Федірко Н.В. Анатомія та еволюція нервової системи: підручник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 382 с.

Додаткова

8. Анатомія і еволюція центральної нервової системи Навчальний посібник для студентів спеціальності «Психологія» Купчак С. В., Грицуляк В. Б.,

- Долинко Н. П., Халло О. Є. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. - 140 с.
9. Анатомія та фізіологія людини: Підруч. для мед. ВНЗ I-II р. а. — 5-те вид., випр. Затверджено МОЗ (Вид.:5) / Сидоренко П. І., Бондаренко Р. О., Куц С. О. – К.: Медицина, 2015. -248 с.
10. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2021. – 135 с.
- а. Інформаційні ресурси в Інтернеті
11. Пошукова система Google Академія (Google Scholar) -
12. <http://scholar.google.com>
13. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>
14. <http://psyjournals.ru/jmfp/index.shtml>
15. Фекета В. Фізіологія нервової системи. 2017. [Електронний ресурс].
Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/321110855_Fiziologia_nervovoi_sistemi

Текст лекції

1. Загальні принципи будови нервової тканини.

Нервова тканина, як і інші тканини людського організму, складається з клітин і міжклітинної речовини. Клітини нервової тканини діляться на дві групи:

- Власне нервові клітини - нейрони, що мають здатність виробляти й передавати електричні імпульси.
- Допоміжні гліальні клітини, які виконують трофічну, опорну і захисну функції.

Міжклітинна речовина нервової тканини є похідною гліальних клітин і складається з волокон і аморфної речовини.

2. Нейрон — структурно-функціональна одиниця нервової системи.

Основною структурною і функціональною одиницею нервової системи - є нейрон.

Нейрон (від грец. neuron - нерв) - це високоспеціалізована клітина, яка здатна генерувати, сприймати, трансформувати і передавати електричні сигнали, а також здатна утворювати функціональні контакти і обмінюватися інформацією з іншими клітинами.

2. Нейрон — структурно-функціональна одиниця нервової системи.

2.1. Макроструктура нейрона: сома, аксон та дендрити.

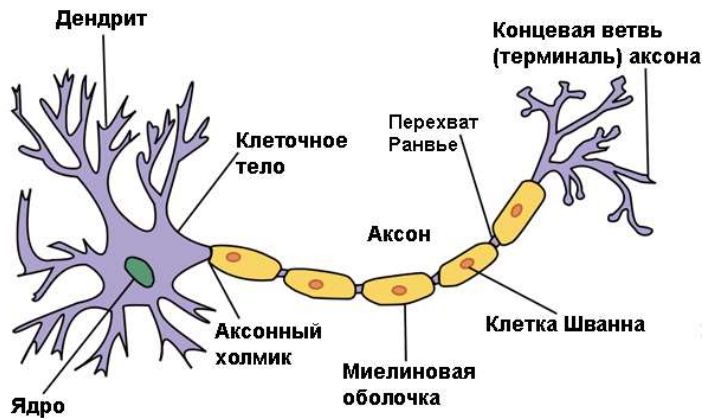


Рис. 1. Схема макроструктури нейрона

Подібно до інших клітин організму, нейрони мають клітинне тіло (перикаріон, або сома – тіло кл. без відростків) з центрально-розміщеним ядром і численними структурами, що забезпечують життєдіяльність клітини. Хоча тіло нейрона містить ядро, ця клітина не здатна до поділу та розмноження, на відміну від клітин організму. Будь-яке ушкодження тіла нейрона може призвести до дегенерації та загибелі цієї клітини.

Нейрон *проводить нервовий імпульс лише в одному напрямку*. Є два види відростків нейрона: *дендрити і аксон*.

Дендритів (від грец. dendron - дерево) у нейрона буває один або декілька. Здебільшого мають невелику довжину і сильно розгалужуються поблизу тіла нейрона. Крупні дендрити містять всі види органел.

Дендрити проводять імпульси до *тіла нейрона*, отримуючи сигнали від інших нейронів через численні міжнейронні контакти (*аксо-дендритні синапси*), розташовані на них в *ділянці особливих випинань* - дендритових шипиків.

Аксон (від грец. axis - вісь) - *це довгий відросток, у клітині буває завжди один, має однаковий діаметр по всій довжині, не галузиться, але може давати бічні відгалуження - колатералі*. Закінчується аксон *терміналіями* (кінцевими апаратами) на іншому нейроні або на структурі робочого органа. Аксон проводить нервовий імпульс в одному напрямку - *від тіла нейрона*: на інші нейрони або на робочий орган. В аксонах відбувається постійний потік цитоплазми (аксоплазми).

2.2. Мікроструктура нейрона.

Ядро нейрона - велике, кругле, з перевагою еухроматину, містить одне, рідше 2-3 великі ядерця (рис.2).

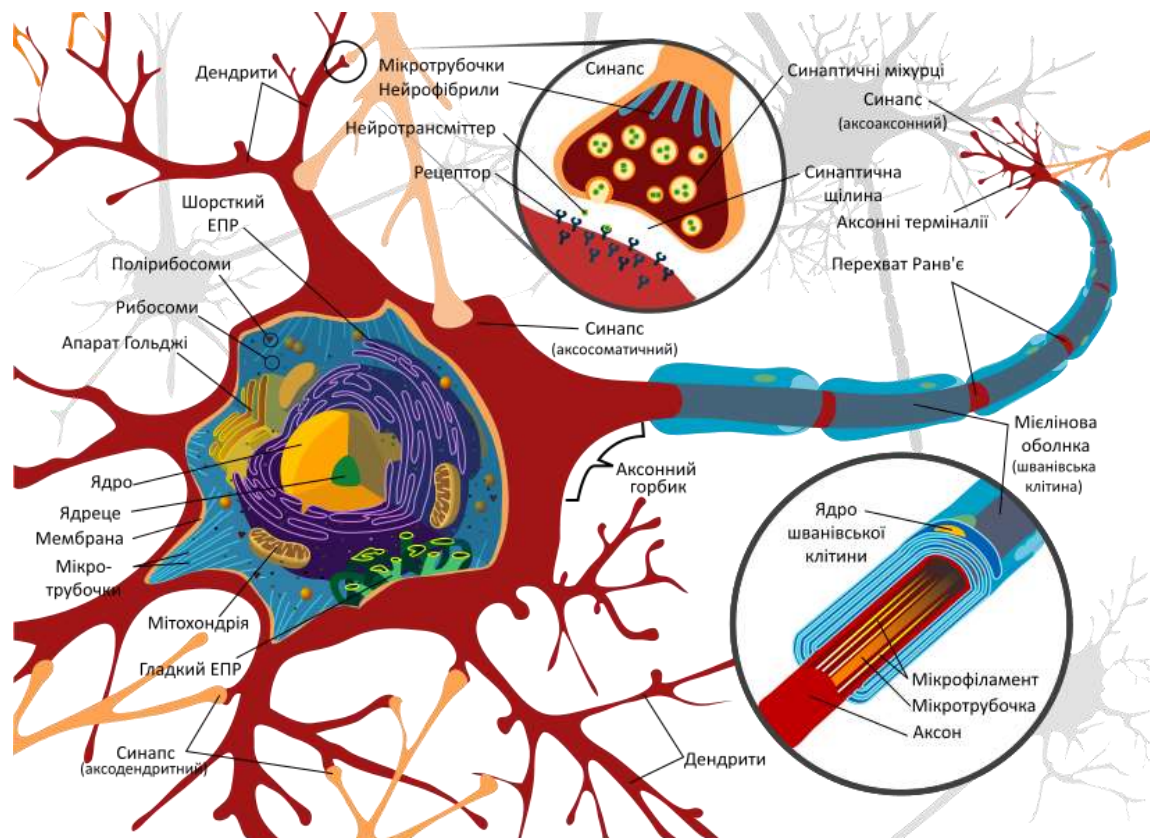


Рис. 2. Схема мікроструктури нейрона

Кількість ядерець - показник активності *процесів транскрипції* в ядрі нейрона (процес перенесення генетичної інформації з ДНК на РНК). Мітохондрії розсіяні у тілі та відростках нейрона і містять ферменти, що забезпечують *процеси клітинного дихання і продукцію енергії*.

В цитоплазмі нейрона добре розвинена гранулярна ендоплазматична сітка (ретікулум), яка представлена скупченнями паралельно розміщених цистерн, що під світловим мікроскопом має вигляд своєрідної смугастості, яку називають тигроїдом, або субстанцією Ніссля чи базофільною субстанцією. Базофільна субстанція є показником функціонального стану нейрона (*біосинтез білків*). Вона може зникати при виснаженні нервової клітини, а потім відновлюватися. В нейроплазмі добре розвинений комплекс Гольджі, основна функція якого — *дозрівання та модифікація білків, які були синтезовані в ендоплазматичному ретикулумі*. Це система паралельно розташованих та сплюснених цистерн і трубочок, до яких прикріплюються мембранні міхурці, що транспортують речовини від ендоплазматичної сітки.

Нейрон має лізосомальний апарат, який володіє аутофагією та забезпечує постійне оновлення компонентів цитоплазми нейрона. Лізосома – це *оточений мембраною клітинний органоїд, в порожнині якого підтримується кисле середовище і знаходиться безліч розчинних гідролітичних ферментів*. Лізосома відповідає за внутрішньоклітинне перетравлювання макромолекул, здатна до секреції свого вмісту в процесі лізосомного екзоцитозу.

В нейроплазмі можуть бути включення вуглеводів (глікоген), пігменти (ліпофусцин, меланін) та секрети (в нейросекреторних клітинах).

Плазмалема нейрона *володіє здатністю генерувати і проводити нервовий імпульс*. Її інтегральні білки функціонують як іонно-вибіркові канали і як рецепторні білки, що викликають реакції нейронів на специфічні стимули. Іонні канали можуть бути *відкритими, закритими або інактивованими*. Перехід каналів із закритого стану у відкритий регулюється мембранним потенціалом, зумовленим вибірковою проникністю для різних іонів (K^+ , Na^+).

Цитоскелет нейронів добре розвинений і представлений всіма елементами - *мікротубулами* (нейротубулами), *мікрофіламентами* і проміжними філаментами (нейрофіламентами). Утворений ними цитоскелет відіграє важливу роль у підтримуванні форми клітин та їх відростків. Під електронним мікроскопом структури цитоскелета мають вигляд тонких ниток і отримали назву нейрофібрил.

2.2. Класифікації та функції нейронів.

Форма і розміри тіл нейронів істотно різняться, так само, як і тип, кількість і довжина їх відростків. Існує кілька класифікацій нейронів: за кількістю відростків, по формі, за функціональним значенням, біохімічна класифікація і т.д.

За кількістю відростків нейрони бувають: а) *уніполярні* (від тіла нейрона відходить єдиний відросток, який далі поділяється на гілки одного аксона); б) *псевдоуніполярні* (від клітини відходить один відросток, який відразу ж Т-образно розділяється на два відростки), в) *біполярні* (від кожного кінця видовженого тіла нейрона відходить два відростки); г) *мультиполярні* (від тіла нейрона відходить багато відростків; нейрон цього типу, так звана пірамідна клітина, локалізується у корі головного мозку) (рис. 3).

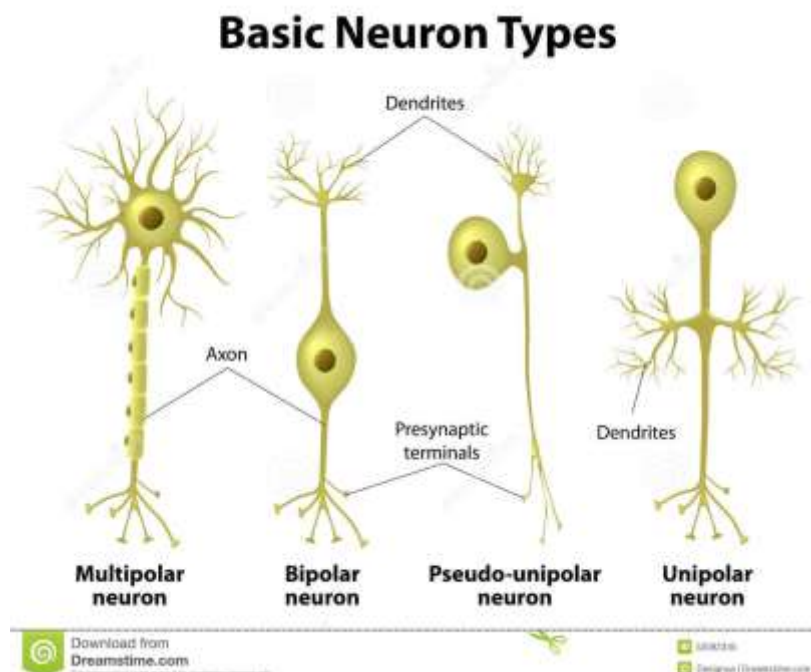


Рис. 3. Типи нейронів (за Дорлінг Кіндерслі, 2003)

Класифікація нейронів за функціональним значенням:

а) *чутливі* (аферентні, інформаційні), які *сприймають нервові імпульси із внутрішнього та зовнішнього середовища через чутливі нервові закінчення*

(рецептори) або дендрити і перетворюють енергію подразників (механічних, хімічних, термічних, світлових, звукових тощо) на нервовий імпульс, який передається до ЦНС;

б) рухові (еферентні, командні), на відміну від аферентних, отримують нервові збудження внаслідок імпульсів, які виникли в інших нейронах і передаються через синапси на дендрити (рідше на тіло) рухового нейрона. Ці нейрони найчастіше є мультиполярними - мають різні контури і значну кількість дендритів, що розгалужуються: рухові нервові закінчення передають імпульси з нервового волокна на іннервований орган;

в) асоціативні нейрони забезпечують нервовий зв'язок між різними групами нервових клітин. Ці нейрони переважно містяться в корі головного мозку і мають різноманітну форму.

Біохімічна класифікація нейронів базується на хімічних особливостях нейромедіаторів, що використовуються в синаптичній передачі нервових імпульсів. Виділяють такі групи медіаторів: *холінергічні* (медіатор ацетилхолін), *адренергічні* (медіатор - норадреналін), *серотонінергічні* (медіатор - серотонін), *дофамінергічні* (медіатор - дофамін), *ГАМК-ергічні* (медіатор - гамма-аміномасляна кислота), *пуринергічні* (медіатор - АТФ і його похідні), *пептидергічні* (медіатори - енкефаліни, ендорфіни, холецистокінін та інші нейропептиди). В деяких нейронах терміналі містять одночасно два типи нейромедіатора. За функціональними властивостями медіатори центральної нервової системи поділяють на збуджувальні, гальмівні, модулюючі.

Мільярди взаємозв'язаних нейронів, які формують нервову систему, перебувають під захистом та в оточенні нейроглії.

3. Будова та функції клітин нейроглії. Макроглія (астроцити, олігодендроцити та епендимоцити) та мікроглія.

На відміну від нейронів, клітини нейроглії нездатні генерувати й проводити нервові імпульси. Вони забезпечують захист і живлення нейронів (рис. 4).

За генетичною класифікацією клітини нейроглії поділяють на клітини *макроглії та мікроглії* (гліальні макрофаги). Клітини мікроглії поглинають і руйнують мікроорганізми. Серед клітин макроглії (макрогліоцитів) розрізняють *епендимну глію* (епендимоцити), *астроцитну* (астроцити) і *олігодендроглію* (олігодендроцити) (рис. 4).

3.1. Макроглія (астроцити, олігодендроцити та епендимоцити)

Олігодендроцити (клітини олігодендроглії) - найчисленніша група клітин нейроглії. Це невеликі клітини з короткими дуже тонкими відростками, знаходяться як в центральній, так і в периферичній нервовій системі. Олігодендроцити *оточують тіла нейронів та їх відростки*. Один вид олігодендроглії - шванівські клітини (нейролемоцити) беруть участь в утворенні нервових волокон, формуючи їх оболонки. Найчастіше вони мають округлу, довгасту форму. У тілах мало органел, а відростках багато мітохондрій та ендоплазматичної мережі.

Існує два види шванівських клітин. У першому випадку одна гліальна клітина багаторазово обмотується навколо осевого циліндра аксона, формуючи так зване «м'якоте» волокно. Такі волокна називаються «мієлінізовані» через мієлін - жироподібну речовину, що утворює мембрану шванівської клітини. Так як мієлін має білий колір, то скупчення аксонів, вкритих мієліном, утворює білу речовину мозку. Між окремими гліальними клітинами, які покривають аксон, є вузькі проміжки - перехоплення Ранв'є, на ім'я вченого, що їх відкрив. У зв'язку з тим, що електричні імпульси рухаються по мієлінізованому волокну стрибкоподібно від одного перехоплення до іншого, такі волокна володіють дуже високою швидкістю проведення нервових імпульсів.

В другому випадку в одну шванівську клітину занурюється зразу декілько осевих циліндрів, утворюючи *нервове волокно кабельного типу*. Таке нервове волокно буде мати сірий колір, и воно характерно для вегетативної нервової системи, що обслуговує внутрішні органи.

Функції олігодендроцитів дуже різноманітні: *трофічна, ізоляційна, участь у водно-сольовому обміні, процесах дегенерації та регенерації нервових волокон*.

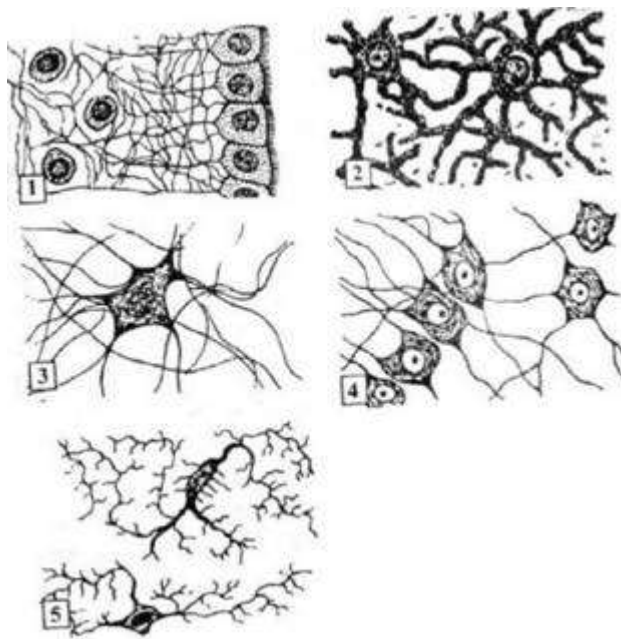


Рис. 4. Клітини нейроглії (за Шустом І. В., 2004)

1 - епендимоцити; 2 - протоплазматичні астроцити; 3 - волокнистий астроцит; 4 - олігодендроцити; 5 - клітини мікроглії.

Астроцити - це невеликі клітини зірчастої форми з численними відростками. Відростки деяких астроцитів обволікають кровоносні капіляри і *забезпечують транспорт речовин з крові до головного і спинного мозку*. Астроцити, найчисленніші з гліальних клітин, утворюють складні сітки у сірій речовині мозку. Розрізняють протоплазматичні і волокнисті (фібрилярні) астроцити, а також перехідні форми.

Протоплазматичні астроцити мають товсті короткі розгалужені відростки. Знаходяться переважно в сірій речовині мозку. *Волокнисті астроцити* мають

довгі прямі відростки, в цитоплазмі містять численні фібрили. Лежать в основному в білій речовині мозку. Відростки астроцитів формують щільну сітку - підтримувальний апарат мозку, здійснюють формування мембран навколо кровоносних судин, а також обгортку нейронів. Основна їх функція - *опора та ізоляція нейронів від зовнішніх впливів*.

Функції астроцитів:

1) Створення просторової мережі, опори для нейронів, свого роду «клітинний скелет»;

2) Ізоляція нервових закінчень як одне від одного, так і від інших клітинних елементів. Накопичуючись на поверхні ЦНС і на кордонах сірої і білої речовини, астроцити ізолюють відділи один від одного;

3) Участь у формуванні гемато-енцефалічного бар'єру (бар'єру між кров'ю і тканиною мозку) - забезпечується надходження поживних речовин з крові до нейронів;

4) Участь у регенераційних процесах в ЦНС ;

5) Участь у метаболізмі нервової тканини - підтримується активність нейронів і синапсів.

Клітини епендими вистеляють порожнини головного і спинного мозку і *беруть участь в утворенні і регуляції хімічного складу спинномозкової рідини*.

Епендимоцити утворюють щільний шар клітин, який подібно епітелію вистеляє спинномозковий канал і шлуночки головного мозку. Деякі епендимоцити виділяють різні активні речовини в порожнини мозкових шлуночків або в кров.

Мікроглія розвивається зі стовбурових кровоносних клітин. Відноситься до системи мононуклеарних фагоцитів, знаходиться як у сірій, так і в білій речовині центральної нервової системи. Мікрогліоцити - це дрібні клітини, з тілами овальної або трикутної форми, продовгуватими ядрами, багатими хроматином, і короткими розгалуженими відростками. Мікрогліоцити здатні активізуватися при запаленнях і травмах нервової тканини, виконувати амебоїдні рухи і фагоцитувати частинки. Під час травм або дегенерації нервової тканини вони мігрують до травмуючого осередку, де перетворюються у великі макрофаги, і шляхом фагоцитозу знищують продукти розпаду. Отже, *мікрогліоцити перешкоджають розвитку запальних процесів і розповсюдженню інфекції в нервовій тканині*.

Загальні висновки.

Нервова тканина, як і інші тканини людського організму, складаються з клітин і міжклітинної речовини. Клітини нервової тканини діляться на дві групи: Власне нервові клітини - нейрони, що мають здатність виробляти й передавати електричні імпульси. Допоміжні гліальні клітини, які виконують трофічну, опорну і захисну функції.

Нейрон (від грец. neuron - нерв) - *це складно влаштована високоспеціалізована клітина з відростками, яка здатна генерувати, сприймати, трансформувати і передавати електричні сигнали, а також здатна утворювати функціональні контакти і обмінюватися інформацією з іншими клітинами*. Існує кілька

класифікацій нейронів: за кількістю відростків, по формі, за функціональним значенням, біохімічна класифікація і т.д.

Нейроглія виконує наступні функції:

- Формування «скелета» для нейронів;
- Забезпечення захисту нейронів (механічна і фагоцитуючими);
- Забезпечення живлення нейронів;
- Участь в утворенні мієлінової оболонки;
- Участь в регенерації елементів нервової тканини.

Питання для іспиту.

1. Загальні принципи будови нервової тканини.
2. Нейрон — структурно-функціональна одиниця нервової системи.
3. Будова нейрона: сома, аксон та дендрити.
4. Класифікації та функції нейронів: уніполярні, біполярні та мультиполярні.
5. Будова та функції клітин глії. Астроцити, олігодендроцити та мікроглія.

ЛЕКЦІЯ № 7. Біоелектричні явища в збудливих тканинах.

План лекції.

1. Біоелектричні явища в збудливих тканинах.
2. Мембранний потенціал спокою.
3. Механізм розвитку потенціалу дії.

Рекомендована література

Основна

1. Анатомія нервової системи та вищої нервової діяльності. Ч. 1 : навч.-метод. посібник / уклад.: І. В. Хавіна, Т. В. Гура, Ю. Г. Чебакова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 103 с.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
3. Маруненко І. М., Неведомська Є.О., Волковська Г.І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник К.: «Центр учбової літератури», 2013. 184 с.
4. Неттер Ф. Г. Атлас анатомії людини = Atlas of Human Anatomy :пер.7-го англ. вид.: двомов. вид. - Київ: Медицина, 2020. - 621 с.
5. Самусаєв, Р.П., Липченко. Атлас анатомії людини: навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 752 с.
6. Федірко Н.В. Анатомія та еволюція нервової системи: підручник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 382 с.

Додаткова

7. Анатомія і еволюція центральної нервової системи Навчальний посібник для студентів спеціальності «Психологія» Купчак С. В., Грицуляк В. Б., Долинко Н. П., Халло О. Є. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. - 140 с.
8. Анатомія та фізіологія людини: Підруч. для мед. ВНЗ I-II р. а. — 5-те вид., випр. Затверджено МОЗ (Вид.:5) / Сидоренко П. І., Бондаренко Р. О., Куц С. О. – К.: Медицина, 2015. -248 с.
9. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини. Навчальний посібник. – Івано-Франківськ, 2021. – 135 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

10. Пошукова система Google Академія (Google Scholar) -
11. <http://scholar.google.com>
12. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>
13. <http://psyjournals.ru/jmfp/index.shtml>
14. Фекета В. Фізіологія нервової системи. 2017. [Електронний ресурс].
Режим доступу:
а. https://www.researchgate.net/publication/321110855_Fiziologia_nervovoi_sistemi

Текст лекції

1. Біоелектричні явища в збудливих тканинах.

На організм людини постійно діють різноманітні чинники навколишнього середовища (світло, звук, тиск, запах, температура тощо). Будь-який чинник, який діє на організм в цілому або на якусь його частину, називається подразником; дія подразника на організм – подразненням. Подразливість - здатність живих систем під впливом подразників переходити із стану фізіологічного спокою до стану активності.

Існує декілька класифікацій подразників: *внутрішні і зовнішні; контактні і дістанні; фізичні, хімічні, біологічні; адекватні та неадекватні; підпорогові, порогові та надпорогові.*

Внутрішні подразники - це фізичні і хімічні зміни внутрішнього середовища, наприклад, зміна осмотичного тиску, хімічного складу крові, вплив гормону, вуглекислого газу, нервового імпульсу.

Зовнішні (контактні і дістанні) подразники бувають трьох видів:

- *фізичні* - механічні (тиск, укол), температурні, звукові, світлові, електричні;
- *хімічні* - кислоти, луги, солі, пахучі і смакові речовини, отрути, тощо;
- *змішаної природи* (зміна осмотичного тиску, зміна рН середовища).
- *біологічні* - всі живі істоти, віруси.

За фізіологічним значенням розрізняють *адекватні і неадекватні подразники*. *Адекватний* подразник - агент, що діє на тканину, пристосовану для його сприймання (наприклад, світло - на око, нервовий імпульс на м'яз). Усі інші подразники для цієї тканини *неадекватні*.

За силою подразники можуть бути:

1. *Пороговий* – подразник мінімальної сили, який здатний викликати збудження. *Порогову силу подразника* – мінімальну силу, яка достатня для того, щоб викликати збудження, називають порогом подразнення. Поріг подразнення є мірою збудливості тканин. Чим вищий поріг подразнення, тим збудливість нижча і навпаки.

2. *Підпороговий* – подразник сили, меншої за порогову, який обумовлює виникнення фізико-хімічних змін в збудливих тканинах, що є недостатніми для виникнення збудження, яке поширюється.

3. *Надпороговий* – подразник, сила якого більша за порогову.

Подразники здатні викликати збудження в збудливих тканинах.

Для виникнення збудження важливе значення має:

- 1) сила подразника;
- 2) тривалість дії подразника;
- 3) швидкість наростання сили подразника.

Якщо швидкість наростання сили подразника до порогової мала, то збудження не виникає. Це зумовлено тим, що за час наростання сили подразника в тканині розвиваються зміни, які підвищують поріг подразнення і перешкоджають розвитку збудження.

Пристосованість збудливої тканини до дії подразника, сила якого повільно зростає, називається акомодацією.

Отже, подразливість – це здатність живих систем відповідати на дію подразника.

Нервова, м'язова і залозиста тканини володіють збудливістю – здатністю відповідати на дію подразника збудженням.

Збудження – складний фізіологічний процес, що виникає в збудливій тканині внаслідок дії подразника. Характеризується наступними ознаками: – *специфічними* – проявляються у виникненні діяльності, яка характерна для даної тканини (м'язової – скорочення, залозистої - виділення секрету, нервової – утворення і проведення нервового імпульсу); – *загальними* – властиві для всіх збудливих тканин – підвищення обміну речовин (підвищене споживання O_2 , виділення CO_2), виділення теплової енергії, зміна електричного стану клітинної мембрани.

Виникнення і поширення збудження пов'язані зі зміною електричного заряду живої тканини, з так званими біоелектричними явищами.

2 Мембранний потенціал спокою у нервових клітинах.

Мембрана нейрона в стані спокою поляризована: зовнішня поверхня заряджена електропозитивно, а внутрішня – електронегативно. Між зовнішньою і внутрішньою поверхнями клітинної мембрани в стані спокою існує різниця потенціалів близько (60-90 мВ), яку називають мембранним потенціалом (МП) або потенціалом спокою (ПС). Зареєструвати мембранний потенціал можна з допомогою мікроелектродів, під'єднаних до клітини та осцилографа.

Виникнення МП зумовлене наступними факторами:

- неоднаковим розподілом (концентрацією) деяких іонів по обидві сторони клітинної мембрани;
- вибірковою проникністю мембрани для кожного з цих іонів.

Згадаймо структуру клітинної мембрани.

Мембрана складається з ліпідів, білків і глікозаміногліканів. Бімолекулярний шар ліпідів є матриксом, в який занурені білкові молекули, що утворюють канали для води й іонів та формують іонні насоси. (рис. 1).

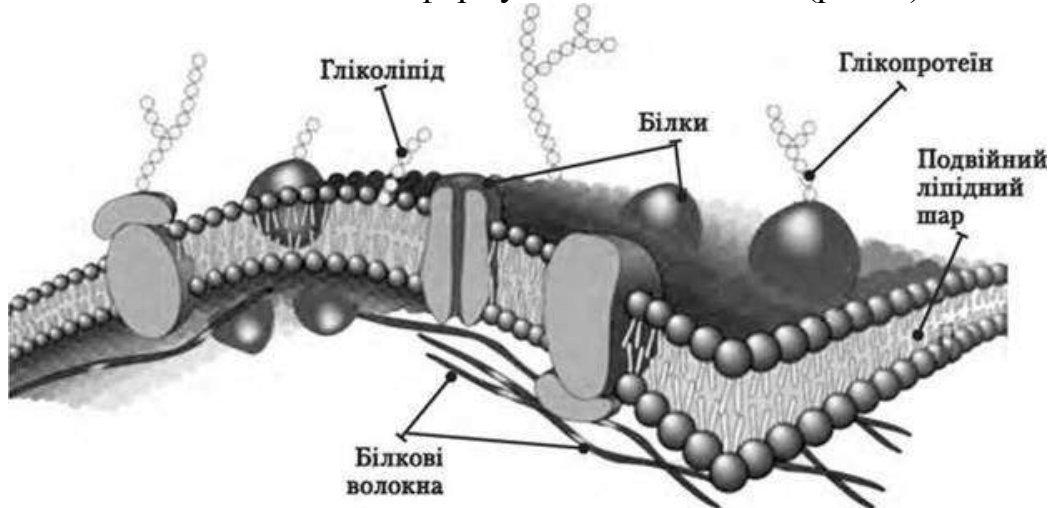


Рис. 1. Будова клітинної мембрани

Клітинна мембрана легко проникна для жиророзчинних речовин, молекули яких проходять через її ліпідний матрикс. Водорозчинні молекули великого діаметра, у тому числі й аніони органічних кислот, практично не проникають крізь мембрану.

Мембранний потенціал спокою створює електричне поле значної напруги - 10 В/см . Це поле діє на макромолекули мембрани й надає їх зарядженим групам певної просторової орієнтації та забезпечує функцію іонних каналів клітинної мембрани. Зміна просторової структури білків іонних каналів мембрани відіграє роль засува, що закриває або відкриває вхід в канал, збільшуючи або зменшуючи проникність мембрани.

У цитоплазмі нейрона :

- в 30-50 разів більше K^+ , у 8-10 разів менше Na^+ , у 50 разів менше Cl^- , ніж у міжклітинній рідині. Неоднакова концентрація іонів в клітині підтримується натрієво-калієвою помпою, яка викачує з клітини Na^+ і закачує K^+ ;

- є аніони органічних кислот, які відсутні в міжклітинній речовині;

У стані спокою клітинна мембрана більш проникна для K^+ , ніж для Na^+ .

Внаслідок високої концентрації в клітині K^+ дифундує із цитоплазми на зовнішню поверхню клітини через калієві пори в мембрані, заряджуючи її позитивно. K^+ дифундує за градієнтом концентрації з постійною швидкістю. Внутрішня сторона мембрани за рахунок аніонів органічних кислот, які практично не проникають через поверхню мембрани, заряджається негативно.

Одночасно з виходом K^+ назовні, в умовах спокою відбувається постійне надходження в клітину за градієнтом концентрації іонів Na^+ через мембранні натрієві канали.

У результаті виходу K^+ з клітини та входу Na^+ їх концентрація по обидві сторони мембрани повинна була б вирівнятись. Проте цей процес не відбувається з таких причин:

1) аніони, що є в клітині своїм негативним зарядом утримують K^+ на зовнішній поверхні мембрани;

2) позитивний заряд, що виникає на поверхні мембрани перешкоджає подальшому виходу іонів K^+ з клітини, відштовхуючи їх.

3) дія натрій-калієвого насоса. Він працює споживаючи енергію АТФ, і його основним компонентом є фермент мембранна натрій-калій-АТФ-аза. При роботі насоса відбувається обмін 3-х іонів натрію на 2 іони калію, тобто генерується електричний струм через мембрану. Три іона натрію виводяться назовні клітини, а два іона калію надходять всередину клітини. При цьому виникає додаткова різниця потенціалів.

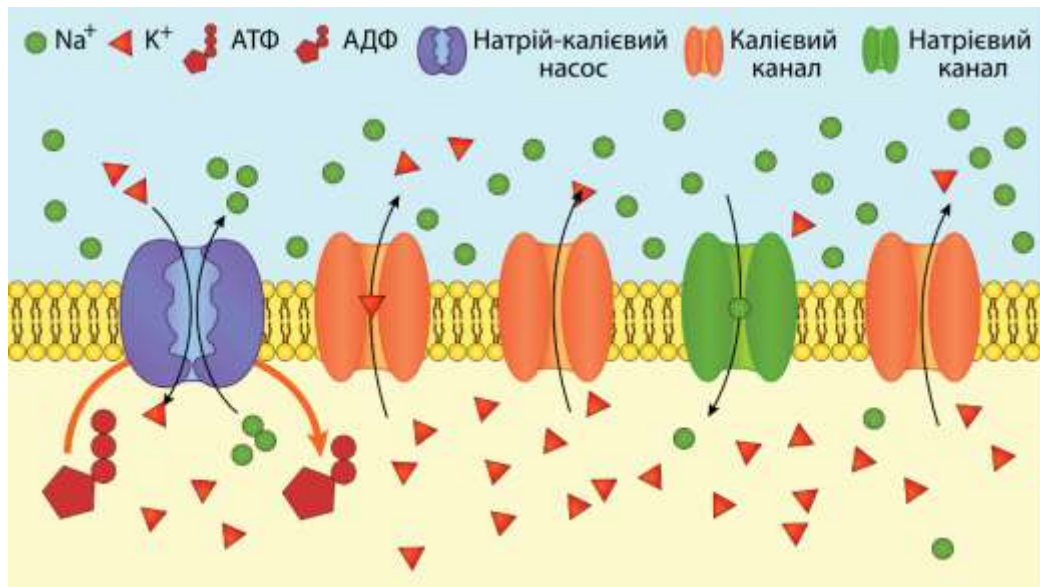


Рис. 2. Участь натрій-калієвої АТФази, калієвих та натрієвих каналів у формуванні мембранного потенціалу спокою.

Фізіологічна роль мембранного потенціалу спокою полягає в забезпеченні зарядженим групам макромолекул, що складають мембрану певної просторової орієнтації. Це обумовлює певний стан мембранних каналів. Незначна зміна мембранного потенціалу веде до зміни стану мембранних каналів, що може вивести клітину з стану спокою. Тобто мембранний потенціал спокою забезпечує, так би мовити, готовність до збудження, визначає можливість його виникнення.

1. Механізм розвитку потенціалу дії.

При дії на нервову тканину подразника достатньої сили і тривалості виникає збудження, яке проявляється в змінах електричного стану мембрани. Сукупність послідовних змін електричного стану мембрани називають хвилею збудження.

Уперше зареєстрували хвилю збудження К.Коул, Х.Кертіс (1938-1939рр.), які ввели один електрод всередину відростка нервової клітини кальмара, а другий помістили у морську воду, в яку був занурений відросток. З'єднавши електроди з відповідною апаратурою, вони зареєстрували спочатку МП, а при подразненні – хвилю збудження. Компонентами хвилі збудження є:

- пороговий потенціал;
- потенціал дії – ПД;
- слідові потенціали.

Причина виникнення хвилі збудження – *зміна іонної проникності мембрани*.

Для збудження нейрона подразник повинен мати достатню силу, щоб перетворити заряд усередині клітини з негативного на позитивний (викликати деполяризацію мембрани). Рівень, на якому стимул починає передавати електричний імпульс називається порогом. Якщо подразник слабкий і не сягає порога, у мембрані виникає короточасна місцева реакція. Однак, якщо поріг досягнутий, імпульс проходить по всій довжині волокна.

Отже, якщо на ділянку нервового або м'язового волокна діяти сильним подразником, то в ній виникає збудження, яке виявляється в швидкому коливанні мембранного потенціалу і яке називається потенціалом дії.

При збудженні в мембрані відкриваються натрієві ворота і іони натрію за градієнтом концентрації надходять всередину клітини. В результаті відбувається перезарядка мембрани: внутрішня поверхня мембрани стає заряджена позитивно, а зовнішня негативно. В цей момент реєструється пік потенціалу дії, коли деполяризація мембрани досягає критичного рівня і відбувається реверсія потенціалу.

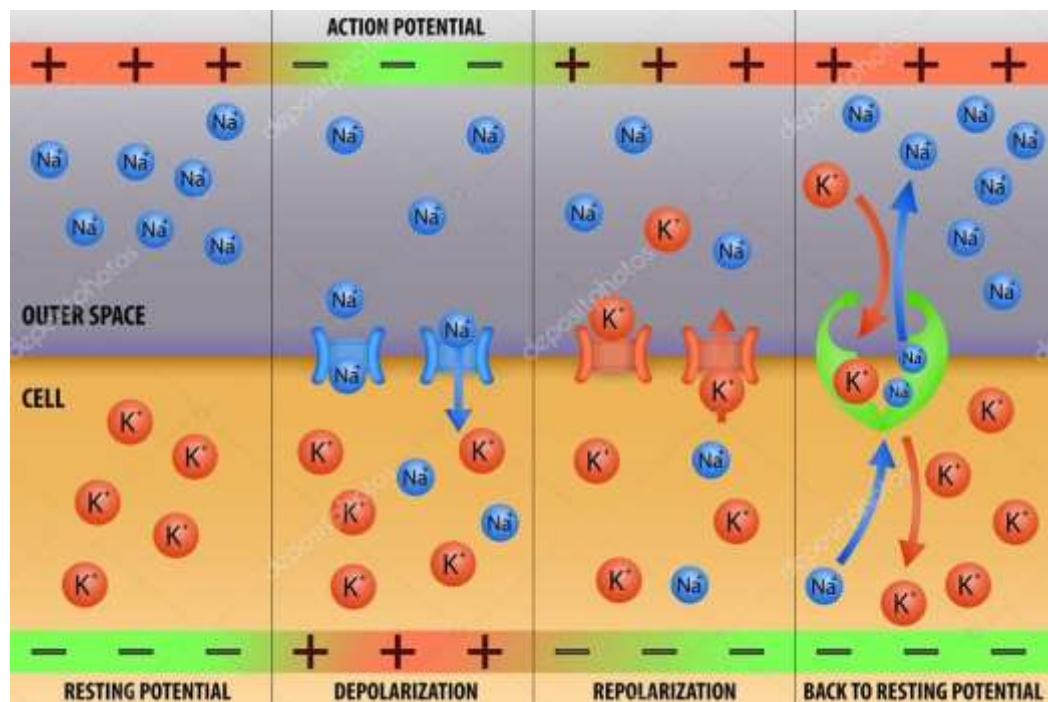


Рис. 3. Потенціал дії нервових імпульсів.

Підвищення проникності мембрани для іонів натрію триває недовго. *Натрієві ворота* в ділянці мембрани, на яку подіяв подразник, *закриваються*, проникність мембрани для іонів натрію знижується. Починається фаза реполяризації – відновлення вихідного рівня поляризації.

Відкриваються калієві ворота і проникність мембрани зростає для іонів калію. Іони калію по градієнту концентрації виходять зсередини клітини на поверхню, в результаті чого відбувається реполяризація (повернення заряду мембрани до вихідного): внутрішня поверхня мембрани стає негативно зарядженою, а зовнішня - позитивно зарядженою. *(Натрієві ворота відкриваються при величині мембранного потенціалу - 55 мВ, а закриваються при величині мембранного потенціалу +40 мВ, після чого відкриваються Калієві ворота, які закриваються при величині мембранного потенціалу - 80 мВ.)*

Через деякий час проникність мембрани для K^+ знижується, і реполяризація проходить повільніше. Відновлюється вихідна величина МП. Після цього у багатьох клітинах спостерігається ще деякий час підвищена проникність мембрани для K^+ , у зв'язку з цим МП починає зростати – відбувається гіперполяризація мембрани (виникає позитивний слідовий потенціал).

Генеруючи ПД клітина кожен раз отримує якусь кількість Na^+ і втрачає K^+ . Проте концентрація іонів у клітині і міжклітинній речовині не вирівнюється, що зумовлено дією *натрієво-калієвої помпи*, яка виводить Na^+ з клітини, і пропускає в клітину K^+ .

Отже, у разі стимуляції нервовим імпульсом позитивно заряджені іони з позаклітинної рідини проникають у мембрану клітини. У цих місцях електричний заряд на внутрішній поверхні клітинної мембрани змінюється з негативного на позитивний. Ця локалізована зміна заряду через мембрану стимулює подібні зміни у наступних сегментах мембрани. Електричний імпульс продовжує рухатись вниз по аксону; при цьому попередні сегменти мембрани повертаються до положення "внутрішньо-негативного" стану. Імпульс досягає синапсу.

Під час гальмування чи блокування електричних імпульсів, канали, *чутливі до іонів калію, або хлору можуть відкриватись швидше, ніж канали, чутливі до натрію*. Позитивно заряджені іони калію виходять з клітини-мішені або ж негативні іони хлору проникають у мембрану клітини. В обох випадках електричний заряд на внутрішній поверхні мембрани клітини-мішені залишається негативним, нейрон не збуджується і нервовий імпульс гальмується.

Загальні висновки.

Отже, *різниця потенціалів між поверхнею клітини та її цитоплазмою називається потенціалом спокою*. Збудження, яке виявляється в швидкому коливанні мембранного потенціалу, називається потенціалом дії. Причина виникнення потенціалу дії - зміна іонної проникності мембрани внаслідок дії подразника.

Таким чином, у разі стимуляції нервовим імпульсом позитивно заряджені іони з позаклітинної рідини проникають у мембрану клітини. У цих місцях

електричний заряд на внутрішній поверхні клітинної мембрани змінюється з негативного на позитивний. Ця локалізована зміна заряду через мембрану стимулює подібні зміни у наступних сегментах мембрани. Електричний імпульс продовжує рухатись вниз по аксону; при цьому попередні сегменти мембрани повертаються до положення "внутрішньо-негативного" стану. Імпульс досягає синаптичної щілини. Медіатор, вивільнившись, проходить через синаптичну щілину і стимулює фізіологічну відповідь.

Питання до іспиту.

1. Біоелектричні явища в збудливих тканинах.
2. Мембранний потенціал спокою.
3. Механізм розвитку потенціалу дії.

ЛЕКЦІЯ № 8. Біоелектричні явища в збудливих тканинах. Продовження.

План лекції.

1. Нервові волокна: будова, властивості, механізм проведення збудження.
2. Поняття про нерви, їх види.
3. Синапс як місце функціонального контакту клітин. Класифікація та функціонування синапсів.

Рекомендована література

Основна

1. Анатомія нервової системи та вищої нервової діяльності. Ч. 1 : навч.-метод. посібник / уклад.: І. В. Хавіна, Т. В. Гура, Ю. Г. Чебакова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 103 с.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
3. Маруненко І. М., Неведомська Є.О., Волковська Г.І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник К.: «Центр учбової літератури», 2013. 184 с.
4. Неттер Ф. Г. Атлас анатомії людини = Atlas of Human Anatomy :пер.7-го англ. вид.: двомов. вид. - Київ: Медицина, 2020. - 621 с.
5. Самусаєв, Р.П., Липченко. Атлас анатомії людини: навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 752 с.
6. Федірко Н.В. Анатомія та еволюція нервової системи: підручник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 382 с.

Додаткова

7. Анатомія і еволюція центральної нервової системи Навчальний посібник для студентів спеціальності «Психологія» Купчак С. В., Грицуляк В. Б., Долинко Н. П., Халло О. Є. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. - 140 с.

8. Анатомія та фізіологія людини: Підруч. для мед. ВНЗ I-II р. а. — 5-те вид., випр. Затверджено МОЗ (Вид.:5) / Сидоренко П. І., Бондаренко Р. О., Куц С. О. — К.: Медицина, 2015. -248 с.
9. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини. Навчальний посібник. — Івано-Франківськ, 2021. — 135 с.
- Інформаційні ресурси в Інтернеті
10. Пошукова система Google Академія (Google Scholar) -
11. <http://scholar.google.com>
12. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>
13. <http://psyjournals.ru/jmfp/index.shtml>
14. Фекета В. Фізіологія нервової системи. 2017. [Електронний ресурс]. Режим доступу:
15. https://www.researchgate.net/publication/321110855_Fiziologia_nervovoi_sistemi

Текст лекції

1. Нервові волокна: будова, властивості. Поняття про нерви, їх види. Механізм проведення збудження.

Нервове збудження передається по нервовому волокну.

Нервові волокна – *це відростки нервових клітин, вкриті оболонкою*. Кожне волокно складається з аксона, який лежить у центрі нервового волокна і називається *осьовим циліндром*, і оболонки, що утворена клітинами *олігодендроцитів*, які в периферійній нервовій системі називаються *нейролемоцитами або шванівськими клітинами*.

Залежно від наявності чи відсутності в складі оболонки жироподібної речовини мієліну, яка виконує роль своєрідного ізолятора, поділяють нервові волокна на:

– *тонкі немієлінові* – у них не розвивається мієлінова оболонка, їх осьові циліндри вкриті лише шванівськими клітинами, переважно входять до складу вегетативних нервів, мають діаметр 1-4 мкм, входять до складу вегетативних нервів і проводять нервові імпульси зі швидкістю до 15 м/с;

– *товсті мієлінові* – навколо осьового циліндра розміщується товста оболонка, яка містить у внутрішніх шарах мієлін, діаметр їх коливається від 1 до 20 мкм, швидкість передачі нервових імпульсів значно вища – до 120 м/с. Мієлінові волокна зустрічаються переважно у складі периферичних нервів. Мієлінові волокна складаються із сегментів довжиною 0,5-2мм та немієлінових проміжків – перехватів Ранв'є довжиною 1-2мкм.

2. Поняття про нерви, їх види.

Нерви- *пучки мієлінових та немієлінових нервових волокон, вміщені у загальну сполучнотканинну оболонку*. У сполучнотканинній оболонці розташовані кровоносні та лімфатичні судини, що живлять нерви.

Залежно від функції, розрізняють нерви:

- *чутливі* (аферентні) – утворені лише чутливими волокнами, які передають збудження до ЦНС,
- *рухові* (еферентні) – утворені лише руховими волокнами, які передають збудження від ЦНС до робочого органу,
- *змішані* – утворені чутливими і руховими волокнами.

Основні властивості нервових волокон:

- нервові волокна, що не втратили зв'язок з тілом клітини, *здатні до відновлення – регенерації*;
- *висока збудливість та провідність* – здатність під дією подразника переходити зі стану фізіологічного спокою в стан збудження та проводити його;
- *висока лабільність* – здатність за одиницю часу багато разів збуджуватися. Найбільш висока лабільність в мієлінових волокнах;
- *відносна невтомлюваність* – пов'язана з низькими енергетичними затратами при збудженні, високою лабільністю нервових волокон та їх роботою з постійним недовантаженням;
- *збудження по нервових волокнах проводиться ізольовано в обох напрямках від місця його виникнення*;
- *швидкість проведення збудження по нервових волокнах залежить від діаметра волокна і структури його мембрани*: чим товстіше волокно, тим більша швидкість проведення збудження в ньому. Нервовий імпульс по немієліновому волокну поширюється безперервно, а по мієліновому – стрибкоподібно від одного перехвату Ранв'є до іншого.

Механізм проведення збудження по нервовим волокнам. У нервових мієлінових волокнах збудження виникає лише в перехватах Ранв'є і ніби “перескакує” від одного перехвату до іншого, тому ПД поширюється дуже швидко.

У стані спокою зовнішня поверхня всіх перехватів Ранв'є заряджена позитивно. Між сусідніми перехватами немає різниці потенціалів.

При нанесенні подразнення в ділянці А виникає збудження внаслідок проходження іонів натрію всередину клітини, і цей збуджений перехват стає негативно зарядженим по відношенню до сусіднього не збудженого перехвату Б. Внаслідок виникнення різниці потенціалів між цими ділянками виникає потік іонів через навколишню тканинну рідину і аксоплазму. При цьому в ділянці Б на поверхні зменшується позитивний заряд в результаті того, що позитивно заряджені іони йдуть до ділянки А, а всередині зменшується негативний заряд внаслідок притягання позитивних іонів від ділянки А. Внаслідок цього в ділянці Б зменшується мембранний потенціал. А це і є деполаризація, яка при досягненні критичного рівня викликає виникнення ПД. Так ділянка Б стає збудженою і здатною збуджувати сусідній перехват.

ПД, що виник в одному перехваті, здатний викликати збудження не лише в тому, що лежить поряд перехваті, але і в сусідніх 2-3 перехватах. Це створює гарантію проведення збудження по волокну, якщо навіть 1-2 перехвати, що лежать поряд пошкоджені.

Отже, у нервових мієлінових волокнах збудження виникає лише в перехватах Ранв'є і ніби “перескакує” від одного перехвату до іншого, тому ПД поширюється дуже швидко. Електричний імпульс продовжує рухатись вниз по волокну, при цьому попередні сегменти волокна повертаються до положення “внутрішньо-негативного” стану. Імпульс досягає синапсу.

3. Синапс як місце функціонального контакту клітин. Класифікація та функціонування синапсів.

Провідність - здатність передавати збудження - є важливою властивістю нервової тканини. В умовах цілого організму всі імпульси в нервовій системі проводяться лише в одному напрямку. Пояснюється це тим, що контакти між сусідніми нейронами - синапси (від грец. *synapsis* - зв'язок), проводять збудження лише в напрямі від доцентрового нейрона (центростремительного) на відцентровий (центробежний) і нездатні проводити його в зворотному напрямі (рис. 4).

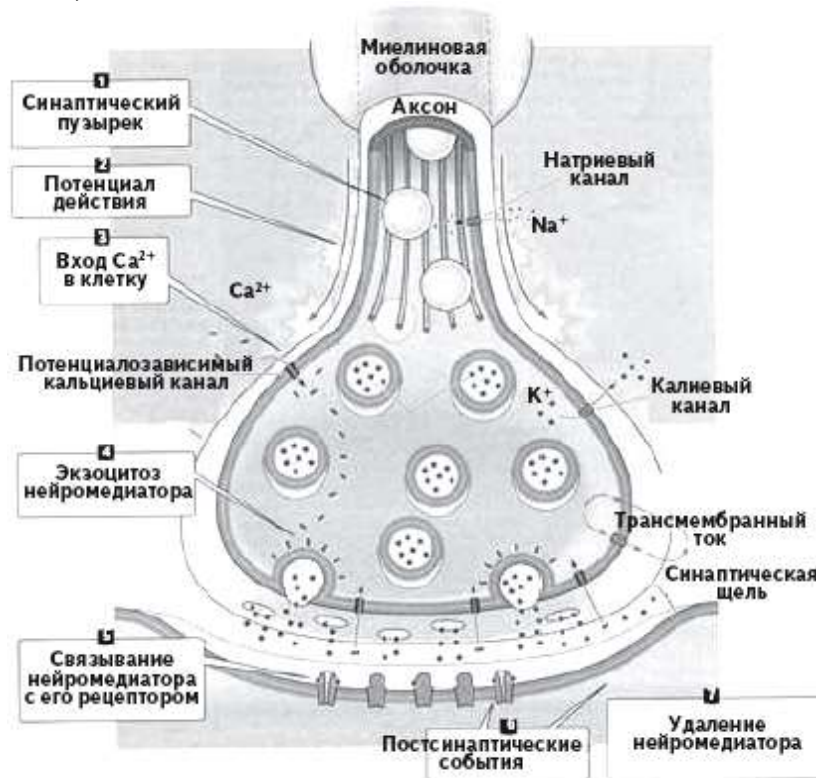


Рис. 4. Будова синапса.

Термін синапс уведено у науку для позначення функціонального зв'язку між нейронами.

Сина́пс (від грецького «*synapsis*» — з'єднання) — структура, яка дозволяє нейрону проводити електричний або хімічний сигнал в іншу клітину (нервову, м'язову, тощо). В синапсі, плазматична мембрана нейрона-провідника (пресинаптичного нейрона) вступає в близький контакт з мембраною цільової (постсинаптичної) клітини.

Типовим синапсом є аксо-дендритичний хімічний. Такий синапс складається з двох частин: *пресинаптичної*, утвореної булавоподібними розширенням аксона передавальної клітини і *постсинаптичної*, представленій

контактною ділянкою цитолемми сприймальної клітини (в даному випадку — ділянкою дендрита).

Синапс є простіром, що розділяє мембрани контактуючих клітин, до яких підходять нервові закінчення. Передача імпульсів здійснюється хімічним шляхом за допомогою медіаторів або електричним шляхом, шляхом проходження іонів з однієї клітини в іншу.

Частина аксолемми булавоподібного розширення, прилегла до синаптичної щілини, називається *пресинаптичною мембраною*. Ділянка цитолемми сприймальної клітини, що обмежує синаптичну щілину з протилежного боку, називається *постсинаптичною мембраною*, в хімічних синапсах вона рельєфна і містить численні рецептори.

У синаптичному розширенні є дрібні везикули, так звані *синаптичні пухирці*, що містять або медіатор (речовину-посередника у передачі збудження), або фермент, що руйнує цей медіатор. На постсинаптичній, а часто і на пресинаптичній мембранах присутні рецептори до того чи іншого медіатора.

Залежно від механізму передачі нервового імпульсу розрізняють

- хімічні;
- електричні
- змішані синапси: пресинаптичний потенціал дії створює струм, який деполяризує постсинаптичну мембрану типового хімічного синапсу, де пре-і постсинаптичні мембрани не щільно прилягають один до одного. Таким чином, в цих синапсах хімічна передача слугує необхідним підсилюючим механізмом.

Найбільш поширені хімічні синапси.

Хімічні синапси можна класифікувати по їх розташування і приналежності відповідним структурам:

- *периферичні*
 - нервово-м'язові
 - нейросекреторні (аксо-вазальні)
 - рецепторно-нейрональні
- *центральні*:
 - аксо-дендритні — з дендритами, в тому числі
 - аксо-шипикиві — з дендритними шипиками, виростами на дендритах;
 - аксо-соматичні — з тілами нейронів;
 - аксо-аксональні — між аксонами;
 - дендро-дендритні — між дендритами;

Залежно від медіатора синапси поділяються на:

- амінергічні, що містять біогенні аміни (наприклад, серотонін, дофамін);
 - в тому числі адренергічні, що містять адреналін або норадреналін;
- холінергічні, що містять ацетилхолін;
- пуринергічні, що містять пурини;
- пептидергічні, що містять пептиди.

У 1970-х рр. встановлено, що властивості нейромедіаторів проявляють низькомолекулярні пептиди-енкефаліни. Вони зв'язуються з опіатними

рецепторами, тобто з рецепторами морфіну (алкалоїду з опійного маку) та його аналогів, і тому їх називають ендogenousними опіатами. Як і морфін, опіатні нейропептиди проявляють знеболювальну і ейфоричну дію. Крім енкефалінів, до групи опіатних пептидів відносяться ендорфіни. Опіатні рецептори і нейропептиди знайдені в багатьох ділянках мозку, зокрема в тих, які відповідають за проведення сигналів болю і за регуляцію емоцій.

В синапсі не завжди виробляється тільки один медіатор. Зазвичай основний медіатор викидається разом з іншим, що грає роль модулятора.

За знаком дії синапси поділяються на:

- збуджуючі
- гальмівні.

Якщо перші сприяють виникненню збудження в постсинаптичній клітині (в них в результаті надходження імпульсу відбувається деполяризація мембрани, яка може викликати потенціал дії при певних умовах.), То другі, навпаки, припиняють або запобігають виникненню збудження, перешкоджають подальшому поширенню імпульсу. Зазвичай гальмівними є гліцинергічні (медіатор — гліцин) і ГАМК-ергічні синапси (медіатор — гамма-аміномасляна кислота).

Надходження нервового імпульсу в пресинаптичне закінчення супроводжується викиданням медіатору із синаптичних міхурців в синаптичну щілину, яка знаходиться між мембранами. Чим більша сила подразнення, тим більше виділяється медіатора в синаптичну щілину, розміри якої дуже малі, і медіатор швидко досягає постсинаптичної мембрани, взаємодіючи з її речовиною.

В результаті цієї взаємодії *проникність для іонів натрію підвищується*, що веде до переміщення іонів, і, як наслідок, виникає збудливий постсинаптичний потенціал, виникає збудження, яке поширюється. Через кілька мілісекунд медіатор руйнується спеціальними ферментами.

Медіатор гальмування, взаємодіючи з постсинаптичною мембраною, збільшує її проникність для іонів калію і хлору. В результаті відбувається не зниження величини внутрішнього заряду мембрани, а *підвищення внутрішнього заряду постсинаптичної мембрани*, відбувається її гіперполяризація, в результаті чого настає гальмування. Вторинне гальмування здійснюється без участі спеціальних гальмівних структур і розвивається в збудливих синапсах при дії подразників надмірної сили.

Загальні висновки.

Отже, проведення збудження зумовлене тим, що потенціал дії, який виник в одній клітині чи в одній з її ділянок, стає подразником, що спричиняє збудження сусідніх ділянок. Збудження в мієлінових волокнах виникає тільки в тих ділянках, які не вкриті мієліновою оболонкою, у вузлах нервового волокна і поширюється по них стрибкоподібно (120 м/сек). По немієлінових нервових волокнах збудження поширюється повільно (від 1 до 30 м/сек). Це пов'язано з тим, що іонні процеси, які відбуваються через мембрану волокна, проходять по всій довжині волокна. Збудження від однієї нервової клітини до іншої передається з аксона одного нейрона на тіло клітини і дендрити нейрона.

Сина́пс (від грецького «*synapsis*» — з'єднання) — структура, яка дозволяє нейрону проводити електричний або хімічний сигнал в іншу клітину (нервову, м'язову, тощо).

Питання для іспиту.

1. Біоелектричні явища в збудливих тканинах.
2. Мембранний потенціал спокою.
3. Механізм розвитку потенціалу дії.
4. Синапс як місце функціонального контакту клітин.
5. Класифікація та функціонування синапсів.

ЛЕКЦІЯ № 9. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга як анатомічна основа рефлекса

План лекції.

1. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга як анатомічна основа рефлекса. Функції ланок рефлекторної дуги.
2. Класифікації рефлексів.

Рекомендована література

Основна

1. Анатомія нервової системи та вищої нервової діяльності. Ч. 1 : навч.-метод. посібник / уклад.: І. В. Хавіна, Т. В. Гура, Ю. Г. Чебакова ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 103 с.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
3. Маруненко І. М., Неведомська Є.О., Волковська Г.І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник К.: «Центр учбової літератури», 2013. 184 с.
4. Неттер Ф. Г. Атлас анатомії людини = Atlas of Human Anatomy :пер.7-го англ. вид.: двомов. вид. - Київ: Медицина, 2020. - 621 с.
5. Самусаєв, Р.П., Липченко. Атлас анатомії людини: навчальний посібник для студентів вищих медичних навчальних закладів. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. 752 с.
6. Федірко Н.В. Анатомія та еволюція нервової системи: підручник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 382 с.

Додаткова

7. Анатомія і еволюція центральної нервової системи Навчальний посібник для студентів спеціальності «Психологія» Купчак С. В., Грицуляк В. Б., Долинко Н. П., Халло О. Є. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2019. - 140 с.

8. Анатомія та фізіологія людини: Підруч. для мед. ВНЗ I-II р. а. — 5-те вид., випр. Затверджено МОЗ (Вид.:5) / Сидоренко П. І., Бондаренко Р. О., Куц С. О. — К.: Медицина, 2015. -248 с.
9. Грицуляк Б.В., Грицуляк В.Б. Анатомія і фізіологія людини. Навчальний посібник. — Івано-Франківськ, 2021. — 135 с.
- Інформаційні ресурси в Інтернеті
10. Пошукова система Google Академія (Google Scholar) -
11. <http://scholar.google.com>
12. Сайт «Brain Maps» - <http://brain-maps.org/>
13. <http://psyjournals.ru/jmfp/index.shtml>
14. Фекета В. Фізіологія нервової системи. 2017. [Електронний ресурс].
Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/321110855_Fiziologia_nervovoi_sistemi

Текст лекції

1. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга як анатомічна основа рефлексу. Функції ланок рефлекторної дуги.

В основі діяльності нервової системи лежить здійснення рефлекторних реакцій, або рефлексів. Рефлексом (від лат. - відбиття) називається *автоматична цілісна стереотипна реакція організму на певний подразник, на зміни зовнішнього середовища або внутрішнього стану, яка здійснюється при обов'язковій участі центральної нервової системи.*

Рефлекс забезпечується об'єднанням аферентних, вставних і еферентних нейронів, з'єднаних між собою синапсами що складають *рефлекторну дугу.*

Отже, шлях, по якому збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органа, називається рефлекторною дугою (рис. 1).

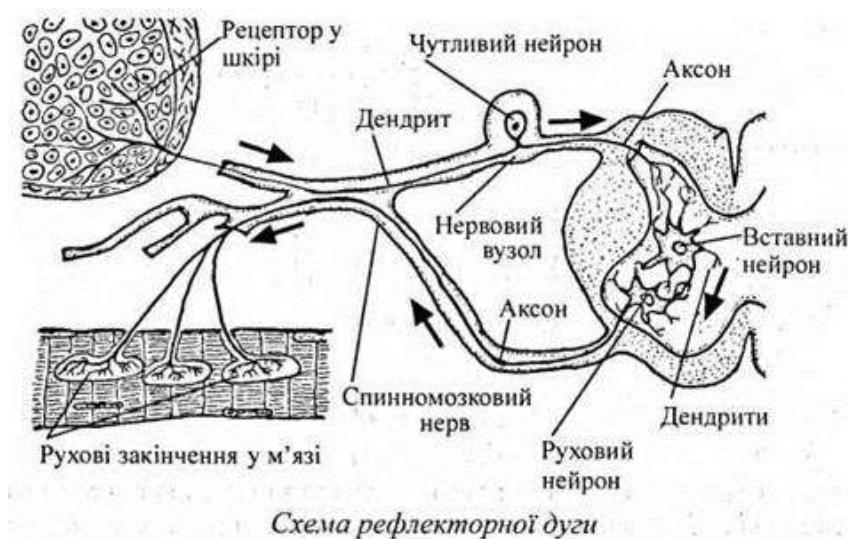


Рис. 1. Схема рефлекторної дуги (за Чайченко П. М., Цибенко В. О., Сокун В. Д., 2003):

- 1 - рецептор (наприклад, у шкірі);
- 2 - чутливе волокно - периферичний відросток чутливої нервової клітини;

- 3 - тіло чутливої клітини (міститься в нервовому вузлі);
- 4 - центральний відросток чутливої клітини;
- 5 - ділянка нервової системи (вставний нейрон, який міститься в спинному мозку);
- 6 - відцентровий руховий нейрон;
- 7 - аксон рухового нейрона;
- 8 - м'яз (ефектор).



Рис. 2. Спінальний рефлекс (за Дорлінг Кіндерслі, 2003)

У складі рефлекторної дуги розрізняють 5 ланок:

1. *Рецептори* (від лат. receptor - той, що сприймає) - чутливі нервові закінчення, які сприймають подразнення. Рецептори різні за своєю будовою, місцезнаходженням і функціями. За місцем розташування рецептори поділяються на:

- *екстерорецептори* (від лат. exter - зовнішній, receptor - той, що сприймає), які сприймають подразнення зовнішнього середовища; до них належать сприймаючі клітини сітківки ока, вуха, рецептори шкіри, органів нюху, смаку;

- *інтерорецептори* (від лат. interior - внутрішній, receptor - той, що сприймає), які сприймають зміни внутрішнього середовища організму; розташовані в тканинах внутрішніх органів (серця, печінки, нирок, кровоносних судин);

- *пропріорецептори* (від лат. proprius - власний, особливий, receptor - той, що сприймає), які сигналізують про положення і рух тіла; містяться в м'язах і сприймають скорочення і розтягнення мускулатури.

2. *Доцентровий* (чутливий, інформаційний) нейрон - аферентний нерв, який передає збудження від рецептора в ЦНС.

3. *Ділянка нервової системи* (нервовий центр, ЦНС), де збудження, зазнавши складних змін, передається на відцентровий нейрон;

4. *Відцентровий* (руховий, командний) нейрон - еферентний нерв, що несе збудження від центральної нервової системи до робочого органу;

5. *Ефектор* (виконавчий орган), який відповідає на подразнення (м'язи, залози, кровоносні судини).

Згідно з ученням І.П. Павлова, будь-який рефлекторний акт складається з трьох ланок: подразник - мозкова робота - виконавча діяльність організму у

відповідь на цей подразник. Такий тричленний рефлекс названо дугоподібним. Але будь-який рефлекс не закінчується роботою виконавчих органів у відповідь на зовнішнє подразнення. Між ЦНС і робочим, виконавчим органом, існують як прямі, так і зворотні зв'язки. Коли виконавчі органи здійснюють ту чи іншу рефлекторну роботу, вони, в свою чергу, посилають в мозок аферентні (чутливі) сигнали, які інформують його про те, які зміни відбуваються в організмі. П.К. Анохін назвав цей потік інформації зворотною аферентацією. Таким чином, рефлекс відбувається не за принципом дуги, а кільцеподібно: подразник -> мозкова робота - діяльність організму у відповідь на подразник -> зворотна аферентація -> нова мозкова робота -> нові уточнені "накази" виконавчим органам і т.д.

Рефлекторна реакція не припиняється зразу ж після припинення дії подразника, а ще якийсь час до робочого органа від ЦНС надходять збудливі імпульси. Це - післядія.

2. Класифікації рефлексів.

В залежності від того, що покладено в основу класифікації, розрізняють 4 види рефлексів.

1. За біологічним значенням: харчові, оборонні, орієнтувальні (ознайомлення з умовами середовища), статеві.

2. Залежно від виду рецепторів, що подразнюються:

екстерорецепторні- виникають при сприйманні подразнення із зовнішнього середовища (світлові, звукові, смакові, тактильні та ін.);

інтерорецепторні - виникають при сприйманні подразнення із внутрішнього середовища (механо-, термо-, осмо-, хеморецепторами),

пропріорецептивні- виникають при подразненні рецепторів м'язів, зв'язок, сухожиль.

3. За характером реакції-відповіді: *рухові, секреторні, судинні*.

4. За походженням: *безумовні (вроджені), умовні (набуті)*.

У залежності від того, чи залучається в рефлекторну дугу кора головного мозку чи ні, виділяють:

Безумовний рефлекс - (від латів. *reflexus* — віддзеркалення) — *це спадково закріплена форма реагування на біологічно значущі дії зовнішнього середовища або зміни внутрішнього середовища організму*.

Після відкриття безумовного рефлексу була визначена рефлекторна дуга. Безумовні рефлекси забезпечують пристосування до відносно постійних умов. Проте в чистому вигляді безумовні рефлекси практично не існують. У онтогенезі на їх основі надбудовуються складні системи умовних рефлексів. Загальноприйнятій класифікації безумовних рефлексів немає, проте виділяють найважливіші з них — *харчовий, оборонний, статевий, орієнтувальний*.

Умовний рефлекс- — індивідуальна, набута рефлекторна реакція, яка виробляється на базі безумовних рефлексів. Ознаки умовних рефлексів:

1. Набуваються протягом усього життя організму.
2. Неоднакові у представників одного виду.

3. Не мають готових рефлекторних дуг.
4. Формуються при певних умовах.
5. В їх здійсненні основна роль належить корі головного мозку.
6. Мінливі, легко виникають і легко зникають залежно від умов, в яких знаходиться організм.

Умови утворення умовних рефлексів:

1. Одночасна дія двох подразників: індиферентного для даного виду діяльності, який в подальшому стає умовним сигналом і безумовного подразника, який викликає певний безумовний рефлекс.
2. Дія умовного подразника завжди випереджає дію безумовного (на 1-5с.).
3. Підкріплення умовного подразника безумовним повинно бути кількаразовим.
4. Безумовний подразник повинен бути біологічно сильним, а умовний володіти помірною оптимальною силою.
5. Умовні рефлекси швидше й легше формуються при відсутності сторонніх подразників.

Умовний рефлекс вперше був описаний видатним російським фізіологом Іваном Павловим, який помітив: якщо щоразу під час годування собаки дзвонити в дзвіночок, то за якийсь час у тварини починає виділятися слина як відповідь на дзенькіт дзвіночка — спочатку цю рефлекторну реакцію викликала тільки їжа. Саме описаний різновид умовного рефлексу лежить в основі багатьох сучасних методів, які використовують для дресирування тварин.

Біологічне значення рефлексів полягає в тому, що вони контролюють, регулюють, координують функції внутрішніх органів і систем організму, забезпечують тонке, точне і досконале пристосування організму до навколишнього середовища.

Загальні висновки.

Отже, рефлексом (від лат. - відбиття) називається *автоматична цілісна стереотипна реакція організму на певний подразник, на зміни зовнішнього середовища або внутрішнього стану, яка здійснюється при обов'язковій участі центральної нервової системи.*

Шлях, по якому збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органа, називається рефлекторною дугою. У складі рефлекторної дуги розрізняють 5 ланок: рецептори, доцентровий нейрон, ділянка нервової системи, відцентровий нейрон та ефектор.

Розрізняють різні види рефлексів.

1. За біологічним значенням: харчові, оборонні, орієнтувальні (ознайомлення з умовами середовища), статеві.

2. Залежно від виду рецепторів, що подразнюються: *екстерорецепторні, інтерорецепторні та пропріорецептивні.*

3. За характером реакції-відповіді: *рухові, секреторні, судинні.*

4. За походженням: *безумовні (вроджені), умовні (набуті).*

Питання до іспиту.

1. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга як анатомічна основа рефлекса. Функції ланок рефлекторної дуги.
2. Класифікації рефлексів.