

**Львівський державний університет фізичної культури  
ім. Івана Боберського**

Кафедра анатомії та фізіології

**Лекція № 4**

**Тема лекції: ОСНОВНІ РЕФЛЕКТОРНІ ЦЕНТРИ  
ГОЛОВНОГО МОЗКУ. КОРА ГОЛОВНОГО МОЗКУ.**

План лекції:

1. Вступ.
2. Основні рефлекторні центри головного мозку.
3. Роль підкіркових структур в регуляції м'язового тону.
4. Функції лімбічної системи та базальних ядер.
5. Будова і основні функції кори головного мозку.
6. Сенсорні, асоціативні і моторні зони кори.
7. Електрична активність мозку (ЕЕГ).

Лекція розрахована на 2 академічні години.

Навчальні та виховні цілі: розглянути функції лімбічної системи та базальних ядер, будову та основні функції кори головного мозку; сенсорні та моторні зони кори їх участь у формуванні поведінкових реакцій.

Матеріальне забезпечення: таблиці, слайди, мультимедійні презентації.

Склав: доц. Вовканич Л.С.  
Затверджена на засіданні  
кафедри анатомії та  
фізіології  
" 31 " серпня 2020р.  
протокол № 1

## 1. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СИМПАТИЧНОГО І ПАРАСИМПАТИЧНОГО ВІДДІЛІВ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ.

Необхідною умовою існування організму є постійне підтримання сталості внутрішнього середовища, яке називається гомеостазом. Головну відповідальність за гомеостатичну регуляцію несуть вегетативний відділ периферичної нервової системи, а також центральна нервова система, яка дає розпорядження організму через гіпофіз та інші ендокринні залози.

Вегетативна нервова система регулює ті системи організму, які здійснюють обмін речовин (травлення, крововобіг, дихання і виділення), а також ріст і розмноження.

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ. Всі функції організму умовно можна поділити на соматичні, або анімальні (від лат. animal - тваринний), які пов'язані з роботою скелетних м'язів, і вегетативні (від лат. vegetativus - рослинний), які зв'язані з діяльністю внутрішніх органів.

Рухова діяльність нерозривно пов'язана зі зміною функцій внутрішніх органів. Подразнення різних рецепторів тіла і рефлекторні відповіді нервових центрів можуть викликати зміни як соматичних, так і вегетативних функцій. Отже, відмінністю будови соматичної нервової системи від вегетативної є те, що аферентні і центральні відділи спільні як для соматичних, так і для вегетативних функцій, а відрізняються вони лише аферентними відділами.

Таким чином, вегетативна нервова система являє собою сукупність еферентних нервових клітин спинного і головного мозку, а також клітин особливих вузлів (гангліїв), що іннервують внутрішні органи.

Характерною особливістю еферентних шляхів, які входять в рефлекторні дуги вегетативних рефлексів, є їх двохнейронна будова. Від тіла першого нейрону, який знаходиться в ЦНС, а саме в

спинному, довгастому або середньому мозку, відходить аксон, який утворює передвузлове (прегангліонарне) волокно. В вегетативних гангліях поза ЦНС збудження переключається на другий еферентний нейрон, від якого відходить післявузлове (постгангліонарне) волокно, що йде до робочого органу.

Вегетативна нервова система ділиться на два відділи: симпатичний і парасимпатичний.

**СИМПАТИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА.** Прегангліонарні волокна симпатичної нервової системи виходять з грудного і поясничного відділів спинного мозку від нейронів бокових рогів. Її ганглії зв'язані один з одним і утворюють біля хребта два симетричні ланцюжки. До органів-мішеней від них йдуть дуже довгі постгангліонарні волокна. Медіаторами симпатичних нервів є адреналін і норадреналін. Тому більшість симпатичних волокон є адренергічні. Виключення складають лише симпатичні нервові волокна, які іннервують скелетні м'язи і потові залози, - вони відносяться до холінергічних волокон.

В цілому діяльність симпатичної нервової системи спрямована на енергетичне забезпечення (ерготропна функція). Щоб зрозуміти, на які органи і як діє симпатична нервова система простіше собі уявити організм в стані стресу, готовим до реакції типу "боротьби або бігства". Зіниці розширюються, що пропустити більше світла; частота скорочень серця зростає, сила скорочень збільшується, що веде до посилення кровотоку. Кров відходить від шкіри і внутрішніх органів до робочих м'язів і мозку. Процеси травлення сповільнюються. Збільшується частота і глибина дихання, що посилює газообмін. Клітини печінки і жирової тканини викидають в кров більше глюкози і жирних кислот - високоенергетичного палива, а підшлункова залоза отримує команду виробляти менше інсуліну. Це дозволяє мозку отримати більшу долю глюкози.

Величезне значення для рухової діяльності організму має трофічний вплив симпатичних нервів на скелетні м'язи.

Подразнення цих нервів може знову підвищити амплітуду скорочень втомлених м'язів - ефект Орбелі-Гінецінського. Оскільки симпатичні впливи на скелетні м'язи починаються швидше, ніж виконання ними роботи, то це має важливе значення для адаптації організму до роботи.

#### ПАРАСИМПАТИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА.

Прегангліонарні волокна цього відділу йдуть від стовбура головного мозку (деяких ядер середнього і довгастого мозку) та від нейронів крижового відділу спинного мозку. Вони утворюють, зокрема, дуже важливий нервовий стовбур, що називається блукаючим нервом, який галузиться і здійснює всю парасимпатичну іннервацію серця, легенів і травного тракту. Прегангліонарні волокна дуже довгі, так як їх ганглії розміщені поблизу органів, які вони іннервують, або в самих органах. Медіатором парасимпатичної нервової системи служить ацетилхолін. Тому парасимпатичні волокна відносяться до холінергічних.

Вцілому діяльність парасимпатичної нервової системи спрямована на нагромадження енергетичних ресурсів (трофотропна функція). Переважання парасимпатичної активності створює умови для "відпочинку і відновлення". Підвищується притік крові до травного тракту, прискорюється просування їжі через кишечник, посилюється секреція травних ферментів. Частота і сила скорочень серця знижується, зіниці звужуються, просвіт дихальних шляхів зменшується, посилюються процеси сечоутворення. Поповнюються енергоресурси.

Багато внутрішніх органів отримують як симпатичну, так і парасимпатичну іннервацію. Впливи цих двох систем переважно носять антагоністичний характер. Деколи вони можуть діяти "синергічно".

В багатьох органах, які мають і симпатичну, і парасимпатичну іннервацію, у фізіологічних умовах переважають регуляторні впливи парасимпатичних нервів (сечовий міхур, деякі залози внутрішньої

секреції). Існують також органи, які мають лише симпатичну, або лише парасимпатичну регуляцію (кровоносні судини, селезінка, гладкі м'язи ока, деякі ендокринні залози та ін.).

## 2. БУДОВА І ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ КОРИ.

Кора великих півкуль є вищим відділом центральної нервової системи. Згідно з сучасною класифікацією розрізняють стародавню кору (палеокортекс), стару (архікортекс), нову кору (неокортекс), а також кору перехідного характеру - проміжну. Стародавня і стара кора регулює вегетативні функції, бере участь в емоціях і в формуванні вищої нервової діяльності: орієнтувальних рефлексів, насторожуванні, посиленні уваги. На поверхні півкуль головного мозку людини є лише 4,4% стародавньої, старої та проміжної кори, а 95,6% - нової. Кора являє собою шар сірої речовини товщиною від 2 до 4,5 мм, який містить в середньому біля 14 млрд. (від 10 до 18 млрд.) нервових клітин і ще більше гліальних клітин (проміжна тканина). Кора утворює велику кількість складок, формуючи звивини і борозни. Загальна площа поверхні кори складає біля 0,22 м<sup>2</sup>, що відповідає квадрату зі сторонами 47 см \* 27 см. На поперечному зрізі кори за розміщенням нейронів і їх зв'язків розрізняють 6 горизонтальних шарів (з поверхні вглибину).

I. Молекулярний шар. Утворений в основному сплетенням нервових волокон, але в ньому мало клітин.

II. Зовнішній зернистий шар. В ньому знаходиться багато дрібних клітин різної форми.

III. Зовнішній пірамідний шар. Цей шар складається в основному з пірамідальних клітин середньої величини.

IV. Внутрішній зернистий шар. Схожий на III шар (деколи може бути відсутній).

V. Внутрішній пірамідний шар. Складається з середніх клітин і великих пірамідних клітин Беца. Від верхньої частини цих клітин відходить товстий відросток - дендрит, який багаточисельно

галузяться в поверхневих шарах кори. Інший довгий відросток - аксон- великих пірамідних клітин йде в білу речовину і спрямовується до підкоркових ядер або спинному мозку.

VI. Шар веретеноподібних клітин (мультиформний). Складається в основному з клітин трикутної форми і веретеноподібних клітин.

В неокортексі виділяють три типи клітин: пірамідні, зірчасті і веретеноподібні.

Зірчасті нейрони складають у людини більше половини всіх клітин. Ці клітини мають короткі розгалужені аксони, які не виходять за межі сірої речовини кори і короткі розгалужені дендрити. Зірчасті клітини беруть участь а) в процесах сприйняття подразнень (аферентна функція) і б) в об'єднанні діяльності різних пірамідних нейронів.

Пірамідні нейрони здійснюють а) еферентну функцію кори і б) внутрікоркові процеси взаємодії між віддаленими один від одного нейронами. Найбільш великі пірамідні клітини - гігантські пірамідні клітини Беца - знаходяться в передній центральній закрутці (моторній зоні кори). Вони вертикально орієнтовані в товщі кори, і їх аксон йде в товщу білої речовини до відділів ЦНС, що лежать нижче. Крупні пірамідні клітини мають багато міжнейронних зв'язків (лише на дендритах їх біля 2-5 тисяч), що забезпечує величезне число міжцентральної взаємодій.

Функціональною одиницею кори є вертикальна колонка взаємопов'язаних нейронів. Ці колонки забезпечують обробку інформації кори головного мозку і розміщуються перпендикулярно до поверхні кори. Всі нейрони вертикальної колонки відповідають на один і той самий подразник і формують еферентні відповіді пірамідних клітин. Збудження не переходить на інші колонки, бо його обмежують процеси гальмування.

**ФУНКЦІЇ КОРИ ВЕЛИКИХ ПІВКУЛЬ.**

1. За І.П. Павловим - кора- розпорядник і розподілювач всіх життєвих функцій.

2. Функція вищого аналізу і синтезу всіх аферентних подразників.

3. Замикальна функція - утворення нових рефлексів, що вдосконалює індивідуальне пристосування організму.

4. Завдяки пам'яті в корі нагромаджується великий об'єм інформації.

5. З корою пов'язані свідомість, мислення, мова.

### 3. СЕНСОРНІ, АСОЦІАТИВНІ І МОТОРНІ ЗОНИ КОРИ.

**СЕНСОРНІ ЗОНИ КОРИ.** В кору великих півкуль поступають аферентні імпульси від всіх рецепторів організму. Ділянки кори, куди поступають імпульси, І.П. Павлов назвав центральними відділами аналізаторів, або ядерними зонами аналізаторів. Центральні відділи аналізаторів прийнято називати сенсорними зонами кори. Ці зони є корковою проекцією периферичних рецептивних полів (коркове представництво). Ці зони є первинними полями, зв'язаними з органами відчуттів і органами руху на периферії. Вони здійснюють аналіз окремих подразнень, які поступають в кору від відповідних рецепторів. При пошкодженні первинних полів виникає так звана коркова сліпота, коркова глухота і т.д.

**ПРЕДСТАВНИЦТВО СОМАТИЧНОЇ І ВІСЦЕРАЛЬНОЇ ЧУТЛИВОСТІ.** В кожній півкулі є дві зони представництва соматичної (шкірної і суглобово-м'язової) і вісцеральної чутливості, що називаються I і II соматосенсорними зонами кори. Перша соматосенсорна зона розміщена в задній центральній звивині, а друга - в роландовій борозні. За Пенфілдом і Расмусеном найбільшу площу займає представництво рецепторів кисті рук, голосового апарату і лица, а найменшу - туловища, бедра і гомілки.

**ПРЕДСТАВНИЦТВО ЗОРОВОЇ ЧУТЛИВОСТІ.** Зорові зони розміщені на внутрішній поверхні потиличних долей обох півкуль. Вони є проекцією сітківки ока. при подразненні зорової зони у людини виникає відчуття спалаху світла, темноти, різних кольорів.

**ПРЕДСТАВНИЦТВО СЛУХОВОЇ І ВЕСТИБУЛЯРНОЇ ЧУТЛИВОСТІ.** Первинні поля слухової і вестибулярної чуливості знаходяться у скроневих частинах обох півкуль.

Представництва в корі великих півкуль мають і інші види чутливості: нюхової, смакової та ін. Разом з моторними зонами їх нараховують біля 50.

**АСОЦІАТИВНІ ЗОНИ КОРИ.** Поруч з сенсорними зонами аналізаторів (первинними полями) розміщені асоціативні зони аналізаторів (вторинні поля). Вони поширюються на всі сторони від сенсорних зон на 1-5 см і зв'язані з окремими аналізаторами через сенсорні зони.

Асоціативні зони відіграють важливу роль в процесах аналізу та синтезу інформації, яка поступає в кору великих півкуль. Окремі відчуття, які утворюються в сенсорних зонах, синтезуються в асоціативних зонах в комплекси.

Видалення асоціативних зон не веде до втрати даного виду чутливості, але при цьому втрачається здатість правильно трактувати значення діючого подразника. Тобто у людини залишається здатність бачити предмети, чути звуки, але вона не впізнає їх, не пам'ятає їх значення. Так, наприклад, пошкодження вторинних слухових полів, які знаходяться на скроневій ділянці кори великих півкуль, часто веде до втрати здатності людиною розуміти значення слів, які вона чує.

Важливою особливістю асоціативних зон у людини на відміну від сенсорних є те, що їх пошкодження веде лише до тимчасового порушення тих, чи інших функцій. Пізніше непошкодженні ділянки кори беруть на себе функції пошкоджених асоціативних зон і компенсують їх дію.



Крім первинних і вторинних полів, які є і у тварин, і у людини, у людини є ще третинні поля, або зони перекриття аналізаторів. Вони займають майже половину території кори і мають широкі зв'язки з іншими відділами кори і з неспецифічними відділами мозку. В цих зонах знаходяться, в основному, дрібні зірчасті клітини. Третинні поля знаходяться в задній половині кори - на межах тім'яних, скроневих і потиличних її ділянок і в передній половині - в передніх частинах лобних долей. Ці зони мають величезне значення в організації узгодженої роботи обох півкуль. Третинні поля розвиваються у людини пізніше, ніж первинні та вторинні і здійснюють найбільш складні функції кори. Тут проходять процеси вищого аналізу та синтезу, виробляється мета і задачі поведінки, проходить програмування рухів. Розвиток третинних полів у людини пов'язують з функцією мови. Мислення (внутрішня мова) можливе лише при спільній дії аналізаторів, інформація від яких об'єднується в третинних полях.

При вродженій патології, коли у людини недорозвинені третинні поля, то вона не може оволодіти мовою, а вимовляє лише незв'язані звуки, і навіть найпростішими рухами - не може одягатись, користуватись предметами тощо.

**МОТОРНІ ЗОНИ КОРИ.** Провідну роль в регуляції довільних рухів відіграє кора великих півкуль. В корі є нервові клітини, аксони яких йдуть до нервових центрів, що лежать нижче - до підкоркових центрів, мозкового стовбура, до спинного мозку. Це гігантські пірамідні клітини Беца. Для них характерна вертикальна орієнтація в товщі кори. Від тіла клітини вертикально вгору відходить найбільш товстий (верхівковий) дендрит, через який інформація від інших нейронів входить в клітину, а вертикально вниз відходить довгий аксон, який зв'язує клітини Беца з центрами, що лежать нижче, в тому числі і зі спинним мозком. На дендритах пірамідної клітини нараховують від 2 до 5 тисяч синапсів. Це дає можливість координувати моторну функцію кори в залежності від різноманітних

змін внутрішнього та зовнішнього середовища. До пірамідних клітин надходить аферентна інформація від пропріорецепторів і від рецепторів суглобових сумок, так званий зворотній зв'язок, що полегшує управління рухами. Найбільша кількість клітин Беца знаходиться в передній центральній закрутці, допереду від роландової борозни, в так званій моторній зоні.

Рухові точки (тобто зони кори, подразнення яких викликає рухи певних м'язів), за даними У.Пенфілда і Расмусена, розміщені в моторній зоні в певному порядку і нерівномірно. Їх розміщення відповідає послідовності локалізації сенсорних зон в задній центральній закрутці, яка знаходиться дозаду від роландової борозни.

Найвище розташовані рухові точки нижніх кінцівок, під ними знаходяться рухові точки м'язів тулуба, ще нижче - верхніх кінцівок і найнижче – м'язів голови. Найбільшу площу займає представництво м'язів кисті рук, лиця, губ, язика, а найменшу - тулуба і нижніх кінцівок.

Слід відзначити, що роландова борозна лише умовно розділяє моторну зону від сенсорної, що доведено гістологічними дослідженнями (в моторній зоні є багато чутливих елементів, а в сенсорній - клітин Беца) і електрофізіологічними дослідженнями (за даними Пенфілда, подразнення сенсорної зони у 25% викликає разом з відчуттями і рухи і - навпаки). Тому ці дві зони часто об'єднують під загальною назвою сенсомоторної зони.

Пошкодження моторної зони, або порушення в ній кровообігу (наприклад, крововилив) веде до повного, або часткового паралічу м'язів протилежної частини тіла. Ці симптоми відновлюються дуже повільно, особливо здатність до дібних рухів пальцями.

**ПРЕМОТОРНА ЗОНА КОРИ.** Допереду від моторної розміщена так звана премоторна зона кори, в якій знаходиться багато пірамідних клітин. Відростки пірамідних клітин цієї зони йдуть до спинальних нейронів, а також до смугастого тіла, хвостатого ядра,

червоного ядра, чорної субстанції та ін. Пошкодження цієї зони веде до зміни тону м'язів.

**ДОДАТКОВА МОТОРНА ЗОНА.** Розміщена на медіальній поверхні кори півкуль. В ній містяться представництва м'язів всіх частин тіла. Рахують, що ця зона відіграє додаткову роль в управлінні позою тіла, яка управляється моторною та премоторною зоною.

Крім названих моторних зон на корі є ще ділянки, які управляють рухами очей. Певна ділянка кори в потиличній частині (19 поле) відповідає за фіксацію очей на предметі, який розглядається, а певна ділянка кори (8 поле), розміщена в лобних долях пов'язана з довільними рухами очей.

#### 4. ЕЛЕКТРИЧНА АКТИВНІСТЬ КОРИ (ЕЕГ).

Активність клітин кори дуже велика. Це підтверджується інтенсивним рівнем обміну речовин. Так, на долю головного мозку припадає лише 2% від маси тіла, а споживання кисню ним становить 20%. Діяльність кори, зміна її функціонального стану вивчається за допомогою реєстрації біопотенціалів з оголеної поверхні кори (в дослідках на тваринах і під час операцій на людини), або непошкодженої шкіри голови. Запис коливань електричних потенціалів з відкритої поверхні кори дістало назву електрокотикограми (ЕКоГ), а з непошкодженої ділянки - електроенцефалограми (ЕЕГ). Метод реєстрації енцефалограми називається енцефалографією, а прилад - енцефалограф. Сучасні енцефалографи підсилюють біопотенціали в 2-3 млн. разів і дають можливість досліджувати ЕЕГ одночасно від багатьох точок кори.

Електричні коливання клітин кори мають ритмічну природу і відображають рівень її активності. У людини при переході від бадьорого стану до сну виділяють чотири типи ритмів: альфа-, бета-, тета- і дельта-ритми. В стані спокою з заплющеними очима реєструються альфа-ритми з частотою коливань 8-12 в секунду і амплітудою до 50 мкВ. При відкриванні очей альфа-ритми

змінюються бета-ритмами, частота яких вища за 13 коливань за 1 с і амплітуда - 25 мкВ. При засинанні, гіпоксії мозку та деяких емоційних станах реєструють тета-ритми з частотою 4-7 коливань за 1 с і амплітудою до 100-150 мкВ. Під час глибокого сну, втраті свідомості, наркозі на енцефалограмі з'являються дельта-ритми з частотою 1-3 коливань за 1 с і 250-300 мкВ.

## ЛІТЕРАТУРА :

### Основна

1. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посіб. для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" : у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л. : ЛДУФК.- 2011 – Ч. 1. – 344 с.
2. Физиология человека. / Под редакцией Н.В.Зимкина. - Москва: Физкультура и спорт, 1975.
3. Физиология мышечной деятельности. / Под редакцией Я.М.Коца. - Москва: Физкультура и спорт, 1975.
4. Фізіологія людини. / За редакцією І.С.Кучерова. - Київ: Вища школа, 1981.

### Додаткова

1. Физиология человека. / Под ред. Е.Б.Бабского. - Москва: Медицина, 1975.
2. Физиология человека. / Под редакцией Р.Шмидта и Г.Тевса. - Москва: Мир, 1986.
3. Физиология человека. / Под редакцией Г.И.Косицкого. - Москва: Медицина, 1985.
4. Кюнцель Д. Организм человека. - Berlin: VEB, 1988.
5. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум, поведение. - Москва: Мир, 1988.
6. Хоменко Б.Г. Анатомія людини (практикум).- Київ: Вища школа, 1991.