ЛЕБЕДИНЕЦЬ Н. В.
ГОЗАК С.В.

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ ТА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК: ПРАКТИКУМ



Міністерство освіти і науки України
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова

Лебединець Н.В.
Гозак С.В.

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ ТА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК: ПРАКТИКУМ

Київ – 2024

УДК 611.8(075.8)
Ф 94

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова
(протокол № 6 від 19 грудня 2024 р.)

Рецензенти:
завідувач відділу імунофізіології Інституту фізіології імені О.О. Богомольця НАН України, доктор біологічних наук, професор Янчій Роман Іванович;

завідувач кафедри громадського здоров'я та медико-біологічних основ фізичної культури Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка, доктор медичних наук, професор Калініченко Ірина Олександрівна;

завідувач кафедри біології Українського державного університету професор, доктор медичних наук Плиска Олександр Іванович

Лебединець Н.В., Гозак С.В.
Функціональна анатомія нервової та сенсорних систем: Навчальний посібник: практикум. – К.: Видавництво УДУ імені Михайла Драгоманова. – 2024. – 91 с.

Навчальний посібник: практикум адресовано студентам біологічних спеціальностей закладів вищої педагогічної освіти. В посібнику представлена інформація щодо морфо-функціональних особливостей нервової та сенсорних систем організму людини. Перший розділ присвячений проблематиці функціонування структур нервової системи залежно від особливостей будови. У другому розділі розглянуті морфо-функціональні аспекти органів чуття та аналізаторів людини. Представлений посібник містить теоретичну складову до змісту кожної теми, практична частина складається з аудиторних завдань прикладного характеру, завдань для позааудиторної роботи, перелік анатомічної термінології. Назви анатомічних структур наведені відповідно до Міжнародної анатомічної номенклатури (Український стандарт).

© Лебединець Н.В., Гозак С.В. , 2024
© Український державний університет
імені Михайла Драгоманова, 2024

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Основи неврології. Розвиток нервової системи

Мета заняття: ознайомитись з предметом, метою та завданнями функціональної анатомії; з'ясувати методи дослідження науки; повторити терміни і поняття анатомічної та фізіологічної наук, принципи структурно-функціональної організації нервової системи, онто- та філогенетичні зміни в нервовій системі.

Терміни та поняття: фізіологічна функція; телеметрія; екстирпація; осцилографія; біоелектричні потенціали, нейрони, нейроглії, властивості збудливих тканин; хемергічні скупчення клітин.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Предмет і зміст функціональної анатомії нервової системи. Її місце в системі біологічних дисциплін.
2. Методи дослідження в функціональній анатомії.
3. Будова та функції нейрона. Нейроглія: макро- та мікроглія.
4. Класифікація нейронів.
5. Синапси: будова, класифікація.
6. Нервові волокна: будова, функції, класифікація.
7. Властивості та діяльність нервових центрів. Нейронні мережі.

Інформаційний матеріал

Функціональна анатомія це наукова дисципліна, яка вивчає взаємозв'язки будови організму людини з його функціями, а функціональна анатомія нервової та сенсорних систем дає розуміння морфо-функціональної організації структур центральної та периферичної нервової системи, аналізаторів та їх взаємодії в межах організму і реакцій на впливи середовища.

Предметом навчальної дисципліни «Функціональна анатомія ЦНС і сенсорних систем» є вивчення загальних принципів та закономірностей структурно-функціональної організації органів центральної нервової системи та аналізаторів організму людини.

Завданням навчальної дисципліни «Функціональна анатомія ЦНС і сенсорних систем» є формування знань щодо морфо-функціональних структур нервової та сенсорних систем; розуміння топографічного розміщення їх окремих елементів; морфо-функціональної взаємодії органів; а також формування уміння визначати по таблицях, моделях і муляжах, макро- та мікропрепаратах особливості будови, пов'язані з функціями головного і спинного мозку, органів чуття.

Функціональна анатомія як наукова дисципліна має **міждисциплінарні зв'язки** з анатомією людини, фізіологією людини, віковою фізіологією, цитологією, ембріологією, гістологією, біофізикою, біохімією, екологією, еволюційною морфологією та іншими науками.

Як відомо, нейрон є структурно-функціональною одиницею нервової системи. При морфологічній класифікації нейронів застосовують декілька принципів: враховують розміри та форму тіла, кількість та характер галуження відростків, довжину та спеціалізовані оболонки (рис. 1, 2). Уніполярні нейрони

містяться в сенсорному ядрі трійчастого нерва середнього мозку; псевдоуніполярні згруповані поблизу спинного мозку в міжхребцевих гангліях; біполярні нейрони містяться в сітківці ока, нюховому епітелії та цибулині, слуховому та вестибулярному гангліях; мультиполярні переважають в ЦНС.

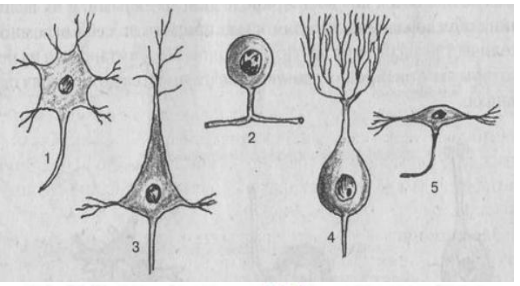


Рисунок 1. Класифікація нейронів за формою тіла.
1-зірчасті (мотонейрони спинного мозку), 2-кулясті (чутливі нейрони спинномозкових вузлів), 3-пірамідні (кора півкуль), 4-грушоподібні (клітини Пуркіньє мозочка), 5-веретеноподібні (кора півкуль)

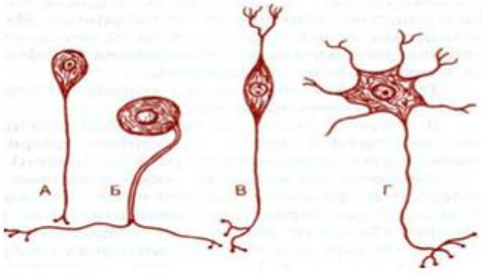


Рисунок 2. Морфологічна класифікація нейронів.
А-уніполярні, Б-псевдоуніполярні, В-біполярні, Г-мультиполярні

Нервові волокна є відростками нервових клітин, які вкриті оболонками. У центральній нервовій системі оболонки відростків нейронів утворюються відростками олігодендрогліоцитів, а в периферичній – нейролемоцитами Шванна. Залежно від морфології оболонки розрізняють нервові волокна не мієлінові (безм'якушеві) та мієлінові (м'якушеві).

- Немієлінові нервові волокна типові для вегетативної нервової системи. Безм'якушеве волокно утворене неврилемою (тяжем щільно розташованих нейролемоцитів), у складки якої занурюється аксон (осьовий циліндр). Якщо лемоцит охоплює не один осьовий циліндр, а декілька, то такі немієлінові волокна називають поліаксонними, або волокнами кабельного типу. Зовні безм'якушеве нервове волокно вкрите тонкою базальною мембраною.
- Мієлінові нервові волокна є у центральній і в периферичній нервовій системі. Це товсті волокна, побудовані з осьового циліндра, мієлінової оболонки, неврилеми та базальної мембрани. Осьовий циліндр є відростком нейрона, зазвичай аксон (вийняток - чутливі нерви). Мієлінова оболонка вкриває осьовий циліндр по його довжині. У процесі мієлінізації аксон занурюється в жолобок на поверхні лемоцита, краї жолобка змикаються, утворюючи мезаксон, який поступово видовжується і наче накручується навкруги аксона, утворюючи оболонку з багатьох шарів мембрани лемоцита – мієлін. Ліпідний бішар плазмолеми лемоцита містить великий відсоток сфінгомієліну. Утворюється фактично багатошарова мембранна оболонка. Цитоплазма в цій зоні майже відсутня. В окремих ділянках волокна є перехвати Ранв'є, де мієліновий шар переривається, тут закінчується один нейролемоцит і починається інший. Осьовий циліндр у цих ділянках частково прикритий відростками нейролемоцитів. Швидкість передачі нервового імпульсу м'якушевими нервовими волокнами 5–120 м/с, безм'якушевими 1–2 м/с (рис. 3).

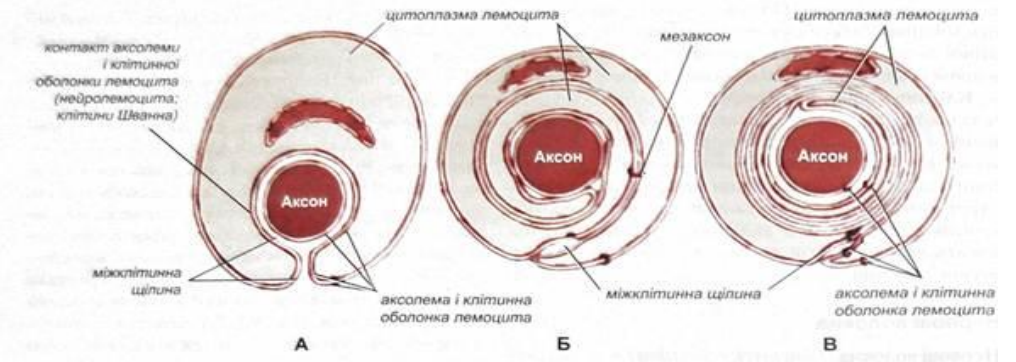


Рисунок 3. Етапи формування мієлінового нервового волокна

Нейрони є глибоко спеціалізованими клітинами нервової системи, що функціонують в особливому за морфо-функціональними і біохімічними властивостями середовищі. Тривимірна область галуження дендритів одного нейрона утворює дендритне поле. Об'єднання нейронів утворює нервові мережі. Інформацію, яка надходить, фільтрують нейрони з короткими аксонами в межах одного ієрархічного рівня та утворюють локальні мережі. Ієрархічні мережі утворюють довгі аксони, що інтегрують нейрони різних рівнів та забезпечують обробку однотипної інформації. Дивергентні мережі з одним входом забезпечують функціональне об'єднання різних нейронних мереж. Розподільні мережі являють собою об'єднання локальних нейронних мереж різних рівнів ЦНС, що здійснюють одну функцію.

Передача нервових сигналів в нервовій системі відбувається за участю нейромедіаторів (ацетилхоліну, норадреналіну, дофаміну, серотоніну, гамааміномасляної кислоти). Клітини, що синтезують такі медіатори утворюють *хемергічні* скупчення. Залежно від природи медіатора такі скупчення клітин розподіляють на групи: амінергічні та холінергічні.

Питання для обговорення

1. Оболонки ЦНС. Особливості будови оболонок головного та спинного мозку.
2. Значення порожнин і каналів ЦНС.
3. Кровопостачання нервової системи.
4. Функціональні принципи діяльності ЦНС (принцип іррадіації; принцип концентрації; принцип індукції; принцип реципркності; принцип домінанти). Поняття про функціональну систему.
5. Філо- та ембріогенез нервової тканини, нервової системи. Вікові особливості розвитку нервової системи.
6. Геронтологічні зміни нервової системи.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. Використовуючи знання, отримані в курсі анатомії, фізіології людини і тварин, вікової фізіології та Internet-джерела розкрийте зміст методів дослідження, що застосовуються в функціональній анатомії. Інформацію занесіть до таблиці 1.

Завдання 2. Наведіть приклади функціональної і біохімічної класифікації нейронів. Що знаходиться в основі цих класифікацій?

Таблиця 1

Методи досліджень в функціональній анатомії

Методи	**Зміст методів**
Соматоскопія	
Антропометрія	
Мікроскопія	
Електороенцефалографія	
Компютерна томографія	
Магніто-резонансна томографія	
Позитронно-емісійна томографія	
КТ-ангіографія судин головного мозку	
Транскраніальна магнітна стимуляція	
Динамічна візуалізація мозку	
Магнітоенцефалографія	
Дослідження сенсомоторних реакцій за допомогою електроміорефлексометра	
Методика РРО (реакцій на рухомий обєкт)	
Офтальмоскопія	
Периметрія	
Оптична когерентна томографія.	
Рефрактометрія	
Тонометрія	
Аудіометрія	
Дослідження отоакустичної емісії (ОАЕ)	

Завдання 3. Використовуючи рисунок 4, 5 поясніть особливості будови та функцій гліальних структур нервової тканини.

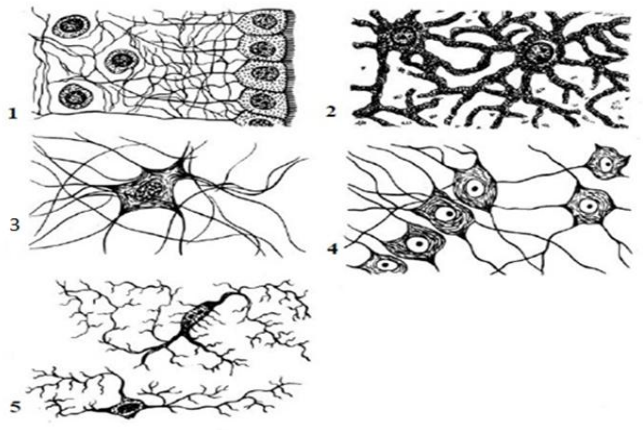


Рисунок 4. Будова різних видів нейроглії:
1 – епендимоцити; 2 – протоплазматичні астроцити;
3 – волокнисті астроцити; 4 – олігодентроцити;
5 – мікроглія

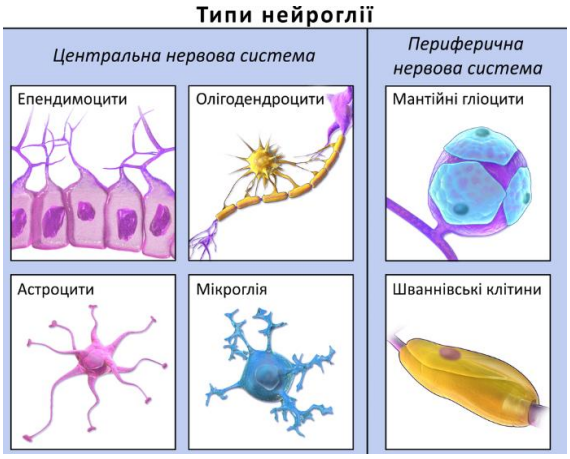


Рисунок 5. Гліальні структури центральної і периферичної нервової системи

Завдання 4. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, рисунок 7 поясніть залежність будови та функцій нейрона.

Завдання 5. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, рисунок 6 поясніть морфологічні та функціональні принципи організації вегетативної нервової системи.



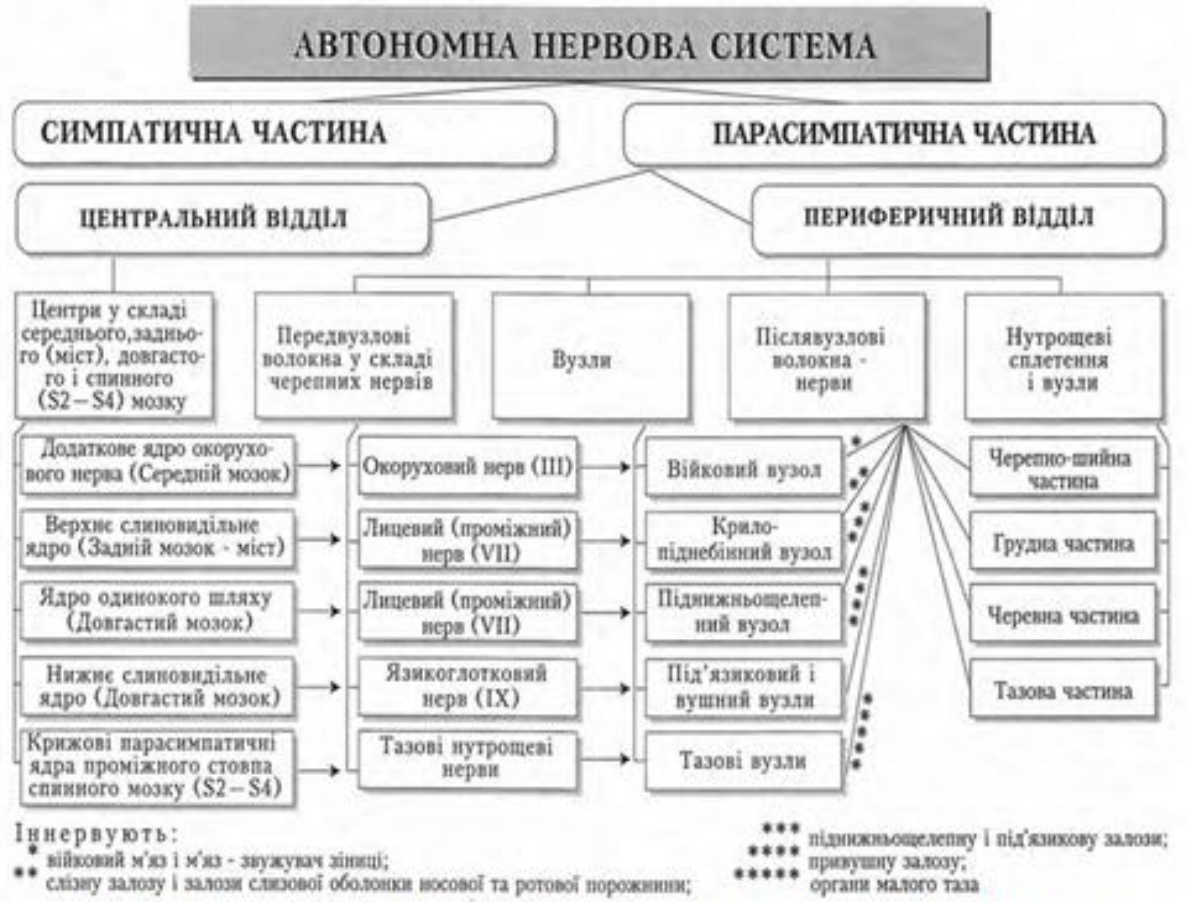


Рисунок 6. Структурно-функціональна організація автономної нервової системи (за джерелом 1)

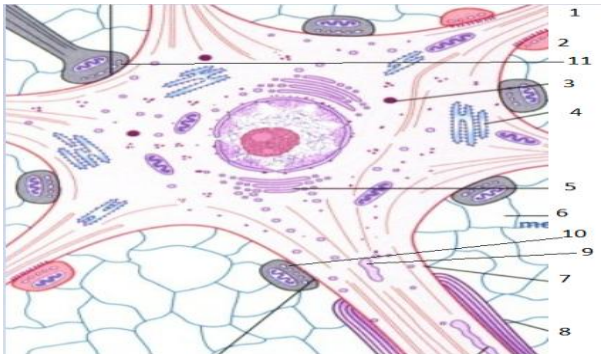


Рисунок 7. Будова нейрона.
1-дендрит, 2-аксодентритний синапс, 3-лізосома, 4-тільце Ніcля, 5-нейрофіламенти та мікротрубочки, 6-нейроглія, 7-аксон,8-мієлінова оболонка, 9-агранулярна ЕПС, 10-аксо-аксональний синапс, 11-аксосоматичний синапс

Завдання 6. Розгляньте таблицю 2 і поясніть залежність функцій синапсів від їхньої будови.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика електричних та хімічних синапсів

Електричний синапс	**Хімічний синапс**
Синаптична щілина 2-4 нм	Синаптична щілина 10-20 нм
Функціонують без участі хімічних речовин	Передача інформації здійснюється за допомогою хімічних речовин
Синаптична затримка відсутня	Синаптична затримка становить 0,2-0,5мс
Збудження проводиться двобічно	Збудження проводиться в одному напрямку
Проводиться тільки з будження	Проводяться збудження і гальмування
Майже не зазнають модуляції	Підлягають модуляції
Практично не чутливі до змін температури	Чутливі до змін температури

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Значення функціональної анатомії в розвитку сучасної біологічної та медичної наук.
2. Методи дослідження нервової системи.
3. Методи дослідження сенсорних структур.
4. Поняття про рефлекс. Моносинаптичні та полісинаптичні рефлекторні дуги. Класифікація рефлексів.
5. Морфологічні та функціональні принципи організації нервової системи людини.
6. Морфологічні принципи координації діяльності ЦНС (принцип загального кінцевого шляху; принцип конвергенції; принцип дивергенції; оклюзія; принцип зворотного зв’язку).
7. Вплив чинників середовища на розвиток та функціонування нервової системи.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Центральна нервова система	systematis nervosi centralis
Периферійна нервова система	systematis nervosi peripherici
Автономна частина периферійної нервової системи	pars autonomica systematis nervosi peripherici
Симпатична частина	pars sympathica
Парасимпатична частина	pars parasympathica
Соматична нервова система	systematis nervosi somaticae
Нейрон	neuron
Нервове волокно	nervus fibra
Нерв	nervi
Мозкові оболонки	meninges
Тверда оболонка	dura mater
Павутинна оболонка	arachnoidea
М'яка оболонка	pia mater
Біла речовина	alba substantia
Сіра речовина	griseo substantia

Це цікаво знати…

- Уільям Гарвей упродовж дев'яти років здійснював дослідження, що слугувало формуванню уявлень циркуляції крові в організмі. Вчений ще у 24 роки здобув звання доктора медицини, вільно володів латинською та давньогрецькою мовами, проте мав хибні уявлення щодо зародження життя: на його думку все живе зароджується з яйця. На думку колег Гарвея у лікарні Святого Ворфоломея лікар мав дивний підхід до лікування хворих, оскільки був прибічником раціонального харчування, гігієнічних заходів та призначав хворим ванни.
- Видатний український фізіолог Олександр Вальтер вперше виявив вплив симпатичної нервової системи на тонус кровоносних судин, а неінвазивну електроенцефалограму першим у світі застосував Володимир Правдич-Немінський. Відомий Георгій Фольборт вперше виявив негативні умовні рефлекси, також йому належить концепція розвитку фізичної втоми.

Функціональна анатомія ЦНС: спинний мозок

Мета заняття: ознайомитись з топографією спинного мозку; вивчити зовнішню і внутрішню будову спинного мозку; з'ясувати проходження провідних шляхів спинного мозку; виявити залягання нервових центрів спинного мозку; визначити принципи структурно-функціональної організації спинного мозку, онто- та філогенетичні зміни в розвитку спинного мозку.

Терміни та поняття: нервові центри спинного мозку; провідні шляхи спинного мозку; спинномозкові нерви; ретикулярна формація; спинномозкові ганглії, скелетотопія, спинномозкові нервові сплетіння; оболонки спинного мозку.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Зовнішня будова та розміщення спинного мозку.
2. Оболонки мозку.
3. Відділи та сегменти спинного мозку.
4. Сіра та біла речовини спинного мозку.
5. Ядра сірої речовини та їх функції.
6. Ретикулярна формація спинного мозку, її значення.
7. Провідні шляхи спинного мозку.
8. Спинномозкові ганглії.
9. Спинномозкові нерви і сплетіння.

Інформаційний матеріал

Спинний мозок (medulla spinalis) має вигляд циліндричного тяжа, довжиною 40-45 см, шириною 0,8-1,5 см, масою 28-34 г (показники для дорослої людини). На рівні magnum foramen occipitalis спинний мозок має продовження у довгастий відділ головного мозку, а верхньою межею вважають корінці першої пари спинномозкових нервів. Нижня межа відповідає рівню 1-2-го поперекового хребця, де спинний мозок має назву мозкового конусу, що закінчується термінальною ниткою. Нижче 2-го крижового хребця ця нитка вже немає нервової тканини, лише залишки оболонок мозку (закінчується на рівні 2-го куприкового хребця). Спинний мозок має потовщення в шийному та попереково-крижовому відділах – це пов'язано з іннервацією кінцівок. *Шийне потовщення* на рівні від 3-4-го шийних до 2-го грудного хребців. *Попереково-крижове потовщення* має межі від 9-го грудного до 2-го поперекового хребців. Поверхня спинного мозку має нерівності. На вентральній поверхні по медіані знаходиться передня серединна щілина, обабіч якої є дві передньобічні борозни, по дорзальній – задня серединна борозна, обабіч якої є парні проміжні та задньобічні борозни. З передньобічної борозни виходять вентральні корінці спинномозкових нервів, які є еферентними, оскільки містять відростки рухових нейронів та проводять сигнали до м'язів, залоз, на периферію тіла. В задньобічну борозну входять дорзальні корінці спинномозкових нервів, що є аферентними (чутливими) та проводять імпульси від органів і частин тіла до ЦНС. В задньому корінці є спинномозковий ганглій, утворений тілами псевдоуніполярних нейронів. Довгі відростки цих нейронів у складі спинномозкового нерва закінчується чутливим рецептором на периферії тіла, а короткий відросток, у складі заднього корінця, спрямований до спинного мозку.

Спинний мозок містить 5 відділів: шийний (8 сегментів), грудний (12 сегментів), поперековий (5 сегментів), крижовий (5 сегментів), куприковий (1-3 сегменти). Невідповідність висоти тіла хребця в хребті і сегмента спинного мозку упродовж всієї довжини формує певну невідповідність, що проявляється в *скелетотопії* (правило Шипо). Верхні шийні сегменти розміщені відповідно однойменних хребців. З 5 по 8 шийні сегменти та з 1 по 4 грудні сегменти невідповідність складає на один хребець вище. З 5 по 9 грудні сегменти невідповідність складає 2 хребці вище; 10-12 грудні сегменти вищі на 3 хребці. Поперекові сегменти розміщені на рівні 10-11 грудних хребців, а крижові і куприкові сегменти знаходяться на рівні 12 грудного хребця та 1-2 поперекового відповідно.

Кожна пара спинномозкових нервів (31 пара) відповідає певній ділянці medulla spinalis, а за його межами утворює передні та задні гілки. Задні забезпечують іннервацію довгих м'язів шиї та спини, шкіри потилиці, спини, поперека, крижа. Передні гілки, за винятком грудних, утворюють сплетіння, де відбувається обмін волокнами. Чотири верхні шийні гілки утворюють *шийне сплетіння*. *Плечове сплетіння* утворене 4-ма нижніми шийними гілками та 1-ою грудною. Перші 4-ри поперекові гілки формують *верхнє поперекове сплетіння*. *Нижнє поперекове сплетіння* утворене 5-ою нижньою поперековою гілкою та 4-ма верхніми крижовими гілками. Крижове сплетіння відсутнє. До *куприкового сплетіння* входять 5-та крижова гілка та куприкові гілки. З сплетінь виходять периферійні нерви, проте, за рахунок обміну волокнами в сплетіннях периферична іннервація не співпадає з корінцевою. Отже, кожен спинномозковий корінець бере участь в іннервації одночасно декількох м'язів.

Нерви 5-8-ої пари шийних сегментів, 1-ої та частково 2-ої пари грудного відділу іннервують м'язи і шкіру верхньої кінцівки. Нерви 2-12-ої пари грудного відділу іннервують шкуру і м'язи тулуба. Нерви 1-го поперекового сегмента іннервують шкіру в області пахвинної зв'язки. Нерви від 2-5-го поперекових сегментів та 1-2-го крижового іннервують нижню кінцівку. 3-4-та пари крижових нервів іннервує зовнішні геніталії, присередню частину сідничної ділянки, а самі сегменти містять центри дефекації кишечника, сечовипорожнення, ерекції.

В центрі griseo substantia спинного мозку знаходиться *центральний канал*, який в верхній частині з'єднується з четвертим шлуночком головного мозку, а знизу – розширюється та утворює *кінцевий шлуночок*. До 40 років в шийному та грудному відділах центральний канал заростає.

Спинний мозок як і головний вкритий трьома оболонками, які мають свої особливості. Парієнтальний листок dura mater зростається з окістям хребців, а вісцеральний листок оточує спинний мозок. Простір назовні від dura mater отримав назву *епідуральний*. Між листками міститься сполучна тканина з судинами. Серединна оболонка – павутинна (arachnoidea) – тонка та прозора. Між твердою та павутинною оболонками міститься *субдуральний* простір (не містить судин). Внутрішня м'яка оболонка (pia mater). Між мякою і павутинною оболонками міститься підпавутинний простір, який містить ліквор. М'яка оболонка з'єднана з твердою завдяки *зубчастим зв'язкам*. Ці зв'язки

поділяють дорсальні та вентральні цистерни з цереброспінальною рідиною. По заднім цистернам рідина рухається в крижовому напрямку, а по черевним – до головного мозку.

Сіра речовина спинного мозку утворює вентральний, дорсальний та латеральні стовпи, що на поперечному перерізі виражено відповідними рогами: передніми, задніми та бічними. В передніх рогах містяться великі рухові нейрони, а їхні аксони утворюють еферентні рухові корінці спинномозкових нервів. Тіла мотонейронів формують ядра відцентрових соматичних нервів, що забезпечують іннервацію скелетних м'язів, а саме, автохтонна мускулатура спини, м'язи тулуба та кінцівок. Задні роги сформовані невеликими вставними кондукторними нейронами, що приймають інформацію від спинномозкових вузлів. Вставні нейрони задніх рогів утворюють соматичні чутливі стовпи.

Дорсальна чутлива частина спинного мозку має соматичні чутливі нейрони (периферійно), які отримують сигнали від гангліїв спинного мозку. Ближче до центру містяться вісцеральні чутливі клітини, що входять до складу вісцеральних чутливих центрів. В свою чергу, вісцеральні чутливі центри межують з вісцеральними руховими центрами, а ті, переходять в соматичні моторні центри.

Ретикулярна формація спинного мозку міститься в шийному відділі між передніми і задніми рогами та в верхньому грудному відділі між бічними і задніми рогами в білій речовині, яка з'єднується з сірою. Formatio reticularis містить нейрони з багатьма відростками та має вигляд тонких смужок сірої речовини, які перетинаються в різному напрямку.

Сіра речовина, переважно задніх рогів, містить *пучкові клітини*, аксони яких розташовані на периферії та формують облямівку білої речовини. Така облямівка отримала назву *власних пучків* спинного мозку. Вентральні, дорсальні та латеральні власні пучки спинного мозку забезпечують зв'язок між сегментами.

Біла речовина спинного мозку утворена мієлінізованими та частково мало мієлінізованими нервовими волокнами, які збираються пучками. Аферентні волокна білої речовини передають сигнали від соматичних і вісцеральних чутливих нейронів. Еферентні волокна передають інформацію переважно від моторних центрів головного мозку до рухових нейронів спинного мозку. Дорсальна частина спинного мозку містить аферентні волокна, а вентральна – еферентні. Спинномозкові борозни білу речовину поділяють на передній, задній та бічні канатики. Передня серединна щілина та передньобічна борозна відмежовують *передній канатик*. *Задній канатик* міститься між задньою серединною та задньобічною борозною. Передньобічна борозни та задньобічна борозни відмежовують *бічний канатик* білої речовини.

Комісури (спайки) білої речовини поєднують її частини. Дорсальна комісура міститься під висхідними шляхами, а вентральна знаходиться поряд з моторними стовпами сірої речовини. Міжсегментні волокна утворюють короткі асоціативні пучки – власні пучки, які містяться на периферії сірої речовини та зв'язують сегменти спинного мозку. Вони наявні в передньому, бічному та задньому канатиках. Висхідні шляхи заднього канатику, в верхній половині

грудного відділу та в шийному відділі, містяться: *тонкий пучок (Голля)*, а латерально від нього міститься *клиноподібний пучок (Бурдаха)*. Тонкий пучок отримує сигнали від нижніх кінцівок та нижньої частини тіла, а клиноподібний – від верхніх кінцівок і верхньої частини тіла. Поділ заднього канатика чітко простежується від четвертого грудного сегмента.

Від нейронів спинного мозку починаються *ендогенні волокна* (міжсегментні та висхідні), оскільки вони походять від спінальних нейронів. *Екзогенні волокна* починаються від нейронів головного мозку, тому вони є довгими та еферентними. До екзогенних волокон також належать вхідні до спинного мозку відростки аферентних нейронів гангліїв задніх корінців. Їхні відростки утворюють довгі доцентрові волокна до головного мозку, при цьому вони складають більшу частину дорсального канатику. Сенсорні нейрони мають і короткі міжсегментні гілки, які охоплюють лише кілька сегментів спинного мозку.

Питання для обговорення

1. Які особливості будови білої речовини спинного мозку?
2. Які особливості будови сірої речовини спинного мозку?
3. Що таке ліквор і яке його значення?
4. В чому спільні риси будови спинного мозку хребетних тварин і людини?
5. Які особливості функціонування шийної і грудної частини спинного мозку?
6. Які особливості функціонування поперекової, крижової і куприкової частин спинного мозку?
7. Як відбувається ембріогенез спинного мозку?
8. Які особливості філогенезу спинного мозку?

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. Використовуючи схему «Зовнішня будова спинного мозку» поясніть взаємозв'язок будови спинного мозку та хребта. Поясніть явище скелетотопії.



Рисунок 1. Схема зовнішньої будови спинного мозку (за джерелом 1).

Завдання 2. Використовуючи рисунок 2 поясніть особливості будови та функцій канатиків та сірих стовпів спинного мозку.



Рисунок 2. Схема внутрішньої будови спинного мозку (за джерелом 1).

Завдання 3. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, зробіть підписи до рисунку 3.

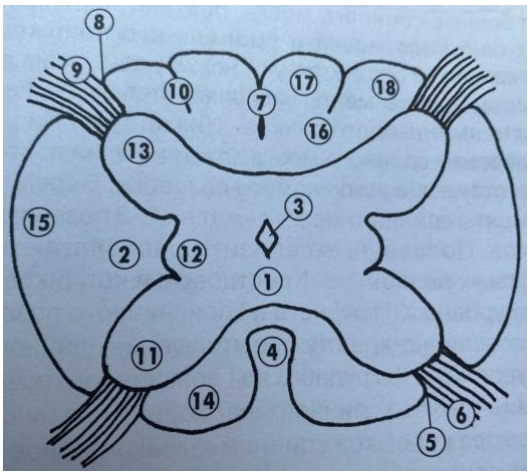


Рисунок 3. Схема розміщення структур спинного мозку (поперечний розріз).

Завдання 4. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 4 та позначте на ньому наступні ядра: дорсомедіальне ядро (1), передньомедіальне ядро (4), центральне ядро (5), проміжномедіальне ядро (6), передньооатеральне ядро (7), задньолатеральне ядро (8), проміжнолатеральне ядро (10), заднє грудне, дорсальне ядро (11), власне ядро (12).

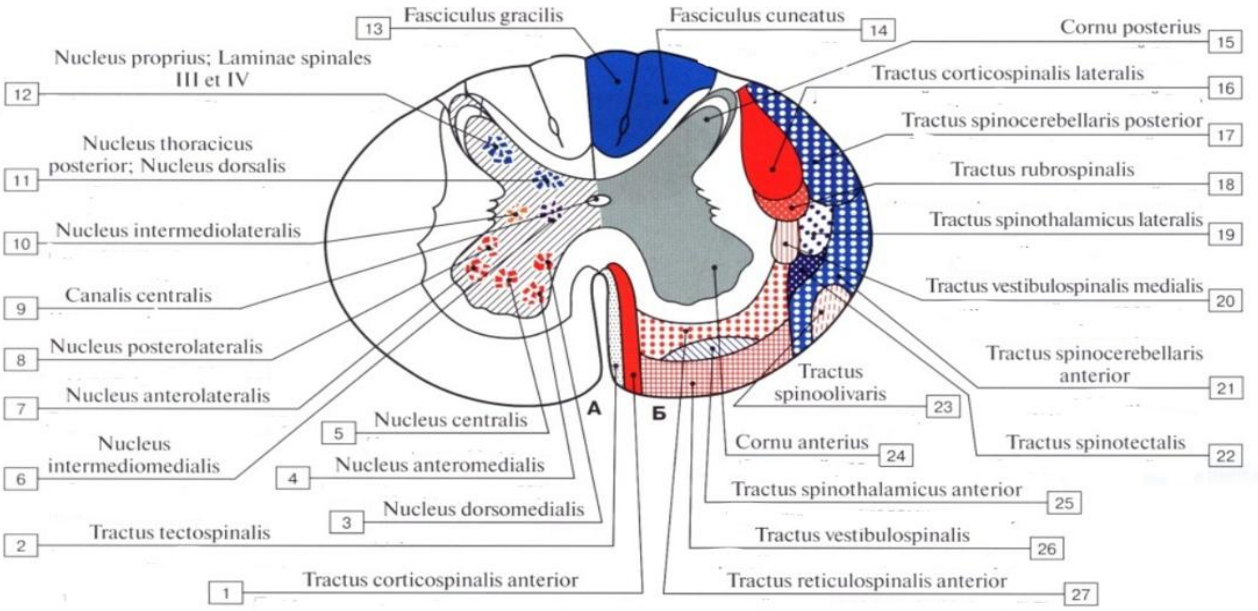


Рисунок 4. Провідні шляхи та ядра спинного мозку.

Завдання 5. Використовуючи «Схему провідних шляхів спинного мозку», дані літератури, Internet-джерела та рисунок 4 позначте на ньому наступні провідні шляхи: тонкий пучок (13), клиноподібний пучок (14), латеральний корково-спинномозковий шлях (16), задній спинно-мозочковий шлях (17), червоно ядерно-спинномозковий шлях (18), латеральний спинно-таламічний шлях (19), медіальний присінково-спинномозковий шлях (20), передній спинно-мозочковий шлях (21), спинно-покрівельний шлях (22), спинно-оливовий шлях (23), передній спинно-таламічний шлях (25), присінково-спинномозковий шлях (26), передній ретикуло-спинномозковий шлях (27), передній корково-мозковий шлях (1), покрівельно-спинномозковий шлях (2). Поясніть зв'язок головного і спинного мозку.



Рисунок 5. Схема провідних шляхів спинного мозку (за джерелом 1)

Завдання 6. Розгляньте рисунок 6 та поясніть координацію функцій соматичної нервової системи відповідно до локалізації її структур в спинному мозку.

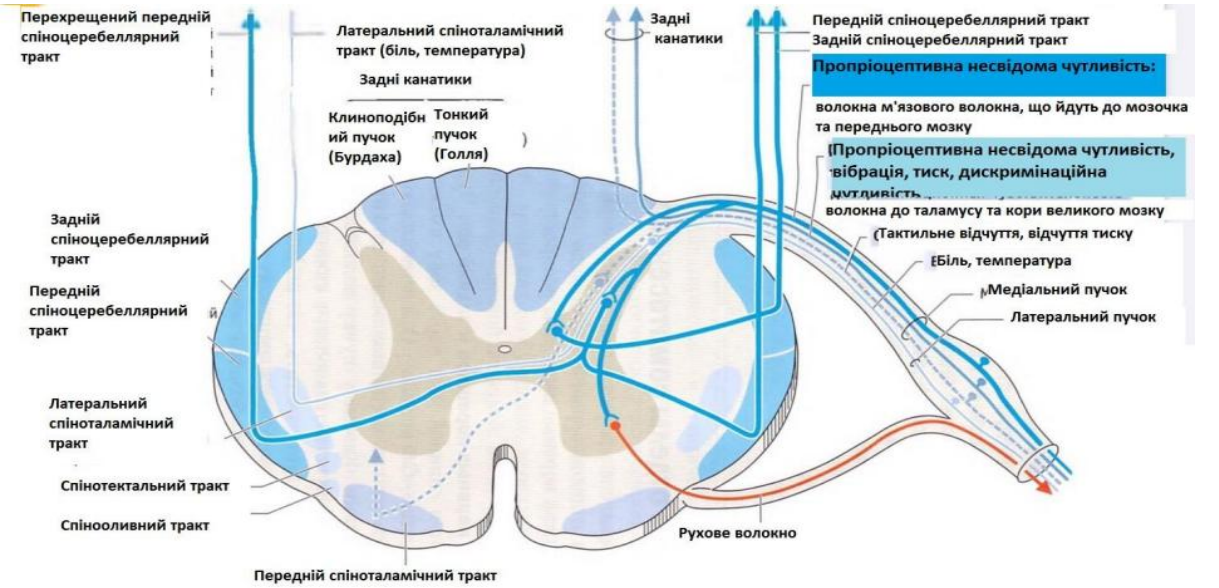


Рисунок 6. Локалізація різних видів соматосенсорної чутливості у задніх корінцях та спинному мозку

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Вікові особливості розвитку спинного мозку.
2. Патологічні зміни будови і функцій спинного мозку.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Спинний мозок	medulla spinalis
Шийні сегменти	segmenta cervicalia
Грудні сегменти	segmenta thoracica
Поперекові сегменти	segmenta lumbalia
Крижові сегменти	segmenta sacralia
Куприкові сегменти	segmenta coccygea
Шийне сплетіння	plexus ceruicis
Плечове сплетіння	plexus brachialis
Верхнє поперекове сплетіння	superioris plexus lumborum
Нижнє поперекове сплетіння	inferiores plexus lumborum
Куприкове сплетіння	plexum coccygeum
Ретикулярна формація	formatio reticularis

Це цікаво знати…

У немовлят спинний мозок краще розвинутий порівняно з іншими відділами нервової системи. Раннє становлення спинномозкових рефлексів обумовлено більш ранніми термінами формування нейронів та нервових волокон спинного мозку. Не зважаючи на менші розміри спинного мозку порівняно з головним, на час народження вже є всі ядра сірої речовини, а їхні нейрони структурно-функціонально є зрілими. Меланін та ліпофусцин в нейронах з'являється лише до 8 років.

Мієлінізація нервових волокон білої речовини спинного мозку у немовлят вища, ніж в інших відділах нервової системи, а повне закінчення процесу відбувається до 3 років. Висхідні волокна мієлінізуються раніше низхідних.

Найшвидше розвиваються в дитячому віці грудні сегменти. До 10 років довжина спинного мозку подвоюється. Вже з народження гарно розвинуті судинна сітка м'якої оболонки спинного мозку.

Функціональна анатомія ЦНС: довгастий та задній мозок

Мета заняття: ознайомитись з зовнішньою і внутрішньою будовою довгастого та заднього відділів головного мозку; з'ясувати будову нервових центрів сірої речовини; визначити напрями провідних шляхів білої речовини; виявити ядра черепно-мозкових нервів та їхнє значення; засвоїти номенклатуру та вивчити латинські назви анатомічних структур до теми.

Терміни та поняття: довгастий мозок, міст Варолія, мозочок, ромбоподібний мозок, четвертий мозковий шлуночок, ромбоподібна ямка, цибулина, медіальна петля, грануляції Пахіоні, цистерни підоболонкового простору, оливи, трійчастий та тонкий горбки, клиноподібний та тонкий пучки, трапецієподібне тіло, присередня петля, частки та часточки мозочка, тіло мозочка, півкулі мозочка, черв'як, шари мозочка, провідні шляхи довгастого мозку, моста, мозочка.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Зовнішня будова головного мозку.
2. Оболонки мозку.
3. Відділи та частини головного мозку.
4. Біла і сіра речовини головного мозку.
5. Довгастий мозок: будова, функції, розвиток.
6. Міст Варолія: будова, функції, розвиток.
7. Мозочок: будова, функції, розвиток.

Інформаційний матеріал

Головний мозок міститься в мозковому відділі черепа. Поверхня та лінійні розміри відповідають формі черепної коробки. Поділ головного мозку на відділи пов'язаний з особливостями будови і розвитку. Під час ембріогенезу з переднього мозкового пухиря нервової трубки формується *передній мозок*, який поділяється на *проміжний* і *кінцевий*. Середній мозковий пухир дає початок *середньому мозку*, а задній мозковий пухир є основою для формування *заднього* та *довгастого мозку*. Задній та довгастий мозок за походженням об'єднують у *ромбоподібний мозок*. При зовнішньому огляді головного мозку виділяють три частини: *великий мозок*, *стовбур мозку*, *мозочок*. До стовбура головного мозку належать *довгастий* і *середній* відділи та *міст*.

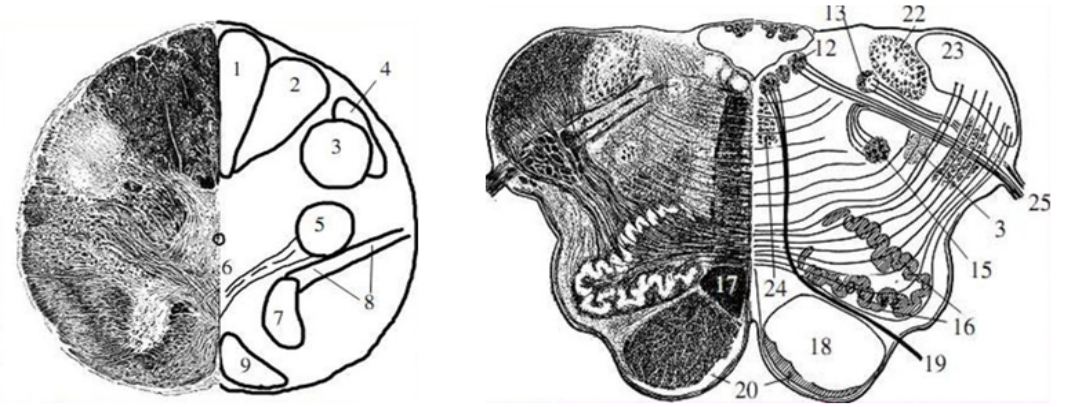
Головний мозок, як і спинний має три оболонки, які мають свої особливості. Pía máter encéphali з сполучної тканини, судини якої формують сплетіння шлуночків мозку та живлять м'які тканини мозку, залягання щільне у нерівності поверхні. Arachnoídea máter encéphali напівпрозоре утворення сполучної тканини без судин, не заходить у нерівності мозку, має *грануляції Пахіоні* (павутинні зернистості), через які спинномозкова рідина з підпавутинного простору надходить до венозної системи. Підпавутинний простір головного мозку містить ліквор та має багато павутинних трабекул, що попереджають стиснення мозкових судин. Розширення підпавутинного простору утворюють цистерни: *задня мозочково-мозкова*; *бічна мозочково-мозкова*; *бічної ямки великого мозку*; *мосто-мозочкова*; *міжніжкова*; *оточна*; *перехресна*; *кінцевої пластинки*; *навколомозолиста*; *чотирьохгорбкова*. В підпавутинний простір ліквор потрапляє з четвертого мозкового шлуночка. Dúra máter encéphali є окістям кісток черепа. У здорової людини над та під

твердою оболонкою головного мозку не повинно бути просторів. Особливістю твердої оболонки головного мозку є формування пазух та відростків. До відростків належать: серп великого мозку, серп мозочка, намет мозочка, діафрагма сідла, стінка трійчастої порожнини. Відростки полегшують механічні пошкодження мозку та знижують тиск одних частин на інші. Пазухи твердої оболонки з середини вкриті ендотелієм та містять венозну кров. Пазухи з'єднані венозними каналами.

Medúlla oblongáta має форму цибулини (búlbus). Межею між довгастим та спинним мозком є вихід корінців першої пари спинномозкових нервів, а з мостом – *бульбарно-мостова борозна*. Обабіч передньої серединної щілини містяться *піраміди*, волокна яких ідуть в передні канатики спинного мозку. В нижній області піраміди переходять на протилежний бік, формуючи *перехрест пірамід*, що є межею між головним та спинним мозком. Нервові волокна пірамід є складовою *корково-спинномозкових (пірамідних) шляхів*, а також *кірково-ядерних волокон цибулини* та *кірково-сітчастих*. Латерально від пірамід проходять оливи (містять оливові ядра), відділені передоливовою та заоливовою борознами. З передоливової борозни виходять корінці 12-ої пари, а з задньобічної – 11-9 пар черепних нервів. Оливові ядра мають вигляд зубчастої пластинки в формі підкови і пов'язані з зубчастими ядрами мозочка та відповідають за рівновагу. Між нижніми оливовими ядрами містяться відростки нейронів тонкого та клиноподібного ядер. Ці *дугоподібні волокна* утворюють *медіальну петлю*, що є пропріорецептивним шляхом коркового спрямування та формують перехрест чутливих шляхів.

Попереду задньобічної борозни є *трійчастий горбок*, який містить волокна трійчастого нерва. Дорсальна поверхня myelencéphalon містить *тонкий* та *клиноподібний пучки*. Тонкий пучок проводить чутливі пропріорецептивні сигнали від нижніх кінцівок та нижньої частини тіла до мозочка, а на поверхні мозку формує *тонкий горбок*.

Поперечний розріз довгастого мозку: рівень перехресту пірамід (ліворуч), в районі оливи (праворуч)



1-тонкий пучок, 2- клиноподібний пучок, 3 – спинномозкове ядро трійчастого нерва, 4 – шлях трійчастого нерва, 5 – бічний пірамідний шлях, 6 - перехрест пірамід, 7 – ядро додаткового нерва, 8 – додатковий нерв, 9 – передній пірамідний шлях, 12 – дорсальне ядро блукаючого нерва, 13 – ядро поодинокого тракту, 15 - подвійне (додаткового та блукаючого нервів) ядро, 16 – оливові ядра, 17 – присередня петля, 18 – пірамідний шлях, 19 – ядро під'язикового нерва, 20 – дугоподібне ядро, 22 – присінкове ядро, 23 - мотузкове тіло, 24 – присередній поздовжній пучок, 25 – блукаючий нерв.

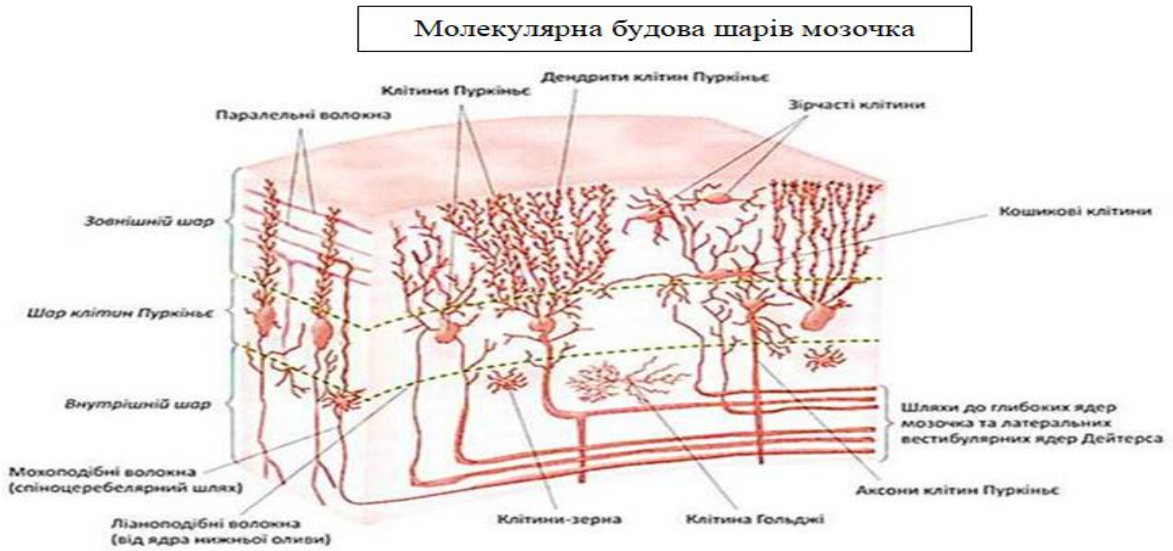
Латерально від тонкого пучка міститься клиноподібний пучок, що проводить імпульси від м'язів, суглобів, тактильні сигнали від верхніх кінцівок і верхньої частини тіла до мозочка, а на поверхні мозку формує *клиноподібний горбок*. Ретикулярна формація міститься у задній частині вентральної області довгастого мозку. До задньої поверхні довгастого мозку підходять волокна нижніх мозочкових ніжок, які обмежують знизу та збоку ромбоподібну ямку, що є дном IV мозкового шлуночка.

Задній мозок відділений ростральною та каудальною межами моста Варолія, дорсально від якого міститься мозочок. Міст мозку утворений волокнами, які поєднують півкулі мозочка. Позаду моста міститься ділянка ретикулярної формації. Попереду міст межує з ніжками мозку. Разом з порожниною довгастого мозку порожнина заднього мозку формує IV мозковий шлуночок. Медіально міст поділений базилярною борозною з однойменною артерією. Латеральні звуження моста формують середні мозочкові ніжки. Тут виходять корінці 5-ої пари черепних нервів. А з бульбарно-мостової борозни виходять корінці 6–8-ої пар черепних нервів. Поперечні волокна (*трапецієподібне тіло*) моста належать до провідних шляхів слухового аналізатора. Повздовжні волокна моста належать до пірамідних шляхів. Між волокнами є ядра моста, які дають початок поперечним волокнам, що прямують до середніх мозочкових ніжок. Така система провідних шляхів (поздовжні та поперечні волокна) через ретикулярну формацію з'єднує мозочок з корою великих півкуль. Покрив моста містить ядра 5-8 пар черепних нервів. *Присередня петля* міститься обабіч ретикулярної формації за трапециподібним тілом, вона представляє аферентні проекційні пропріорецептивні шляхи від тонкого і клиноподібного ядер до ядер таламуса. Волокна трапецієподібного тіла в аферентному напрямі утворюють *бічну петлю*.

Cerebéllum знаходиться в задній черепній ямці. *Тіло мозочка* утворене *двома півкулями*, що з'єднані *черв'яком* (частки мозочка). Півкулі мозочка та черв'як зверху вкриті *щілинами* і *листками* мозочка. Щілини розділяють мозочок на частки і часточки. *Передня частка* містить *чотирьохкутну* та *центральну часточки*. *Задня частка* зверху має задню частину чотирьохкутної часточки, *верхню півмісяцеву*, *нижню півмісяцеву*, *тонку часточку*, *двочеревцеву*, *часточку мигдалика мозочка*. *Горизонтальна щілина* розділяє верхню і нижню півмісяцеві часточки, а *задньо-бічна щілина* відділяє *клаптико-вузликову частку.* Черв'як мозочка складається з таких часточок: *язичок*, *вершина*, *схил*, *листок черв'яка*, *горб черв'яка*, *піраміда черв'яка*, *язичок черв'яка*, *вузлик*.

Філогенетичні процеси відобразилися на поділі мозочка на *стародавній, давній* та *новий*. Стародавній мозочок забезпечує рівновагу і складається з *клаптико-вузликової* частки та *язичка* мозочка. Тут закінчуються переважно вестибулярні аферента та волокна від вестибулярних ядер. Вестибулярні волокна частково проектуються в язичок. Давній мозочок забезпечує тонус м'язів, реагує на гравітацію і інерцію під час рухів та містить *передню частку мозочка*, *вершину*, *схил черв'яка*, *піраміду* та *язичок*. Також давній мозочок

відповідає за координаційні рухи м’язів голови, очей, язика, глотки, гортані, жувальну та мімічну мускулатуру. Схил контролює роботу м’язів шиї. Новий мозочок координує та регулює рухи кінцівок і складається з *листка*, *горба* та *піраміди черв’яка*. Верхня та нижня півмісяцеві часточки та тонка часточка задньої частки півкуль мозочка мають парні центри для асинхронних рухів верхніх і нижніх кінцівок зі свого боку. Верхня кінцівка має центри у верхній півмісяцевій часточці, а нижня кінцівка в нижній півмісяцевій і тонкій часточках. В піраміді, язичку, вузлику черв’яка містяться центри контролю дихальної мускулатури та м’язів промежини. Мигдалик півкуль мозочка контролює мускулатуру тулуба. Клаптик та ніжка клаптика півкуль відповідає за узгоджені сигнали від органа рівноваги. Стародавній мозочок від нового відділений *пірамідальною борозною*. Давній мозочок займає верхню частку та відділений від решти структур мозочка першою щілиною. Новий мозочок філогенетично активувався з розвитком кори великого мозку.



Мозочок має широкі зв’язки з всіма моторними системами: пірамідною (кортико-спінальною), рубро-спінальною, ретикулоспінальною, вестибулоспінальною та базальними ядрами великого мозку. Висхідні та низхідні волокна мозочка утворюють три пари волокнистих пучків – ніжки мозочка. Аферентні волокна утворюють переважно нижні та середні ніжки, а еферентні переважно проходять через верхні ніжки. Хоча деякі спинно-мозочкові шляхи входять через верхні ніжки, а деякі низхідні волокна ідуть в складі нижніх ніжок.

Питання для обговорення

1. Топографія та загальний план будови головного мозку.
2. Особливості будови оболонок головного мозку.
3. Довгастий мозок як продовження спинного мозку. Морфо-функціональні особливості, вікові зміни.
4. Задній мозок: будова, функції, розвиток.
5. Ретикулярна формація стовбура головного мозку.
6. Топографія та зовнішня будова мозочка. Ніжки та півкулі мозочка.

7. Внутрішня будова мозочка. Співвідношення часток черв'яка та часток півкуль мозочка.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. На фіксованих препаратах мозку (вологі препарати головного мозку людини), муляжах та моделях головного мозку розгляньте: відділи стовбура, великі півкулі (основу, верхньо-бічну поверхню, повздовжню щілину), мозолисте тіло, мозочок.

Завдання 2. На препаратах, таблицях, в атласі та на рисунку 1 розгляньте особливості будови оболонок головного мозку. Позначте розміщення твердої, павутинної і м'якої оболонок мозку, повздовжню щілину, верхню сагітальну пазуху, павутинні зернистості (гранули Пахіоні).

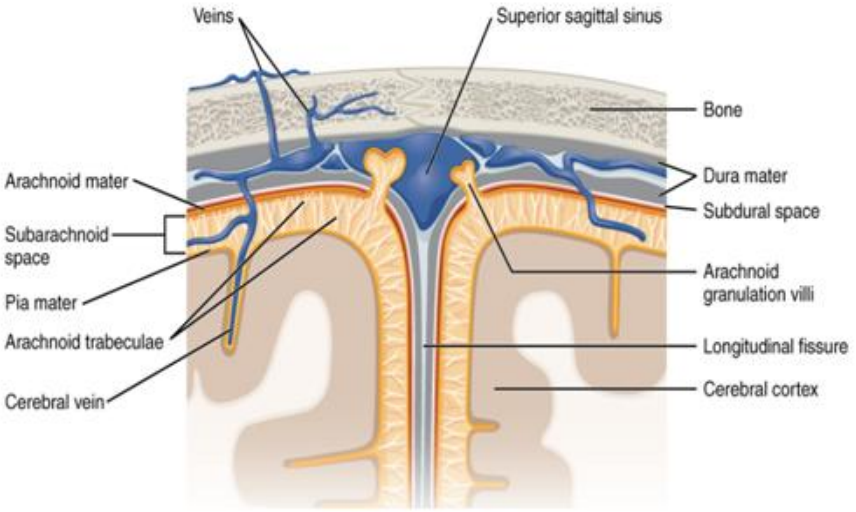


Рисунок 1. Оболонки головного мозку людини

Завдання 3. Розгляньте схему будови довгастого мозку та поясніть функції його структур.



Рисунок 2. Схема будови довгастого мозку (за джерелом 1).



Рисунок 3. Вентральна поверхня довгастого мозку (фотографія макропрепарата).

Завдання 4. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 3 та вологі мікропрепарати і підпишіть назви структур під номерами. Знайдіть варолієв міст, бульбарно-мостову борозну, вентральну серединну щілину, передньо-бічну борозну, піраміду, перехрест пірамід, оливу, підязиковий нерв, бічний канатик, мозочок.

Завдання 5. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 4 і підпишіть назви структур під номерами. Знайдіть ромбоподібну ямку, мозкові смужки, дорсальну серединну борозну, дорсально-латеральну борозну, задню проміжну борозну, тонкий пучок, тонкий горбок, клиноподібний пучок, клиноподібний горбок, латеральний канатик, нижню ніжку мозочка, блукаючий нерв, лицьовий і слуховий нерви, перший спинномозковий нерв, покрівлю середнього мозку.

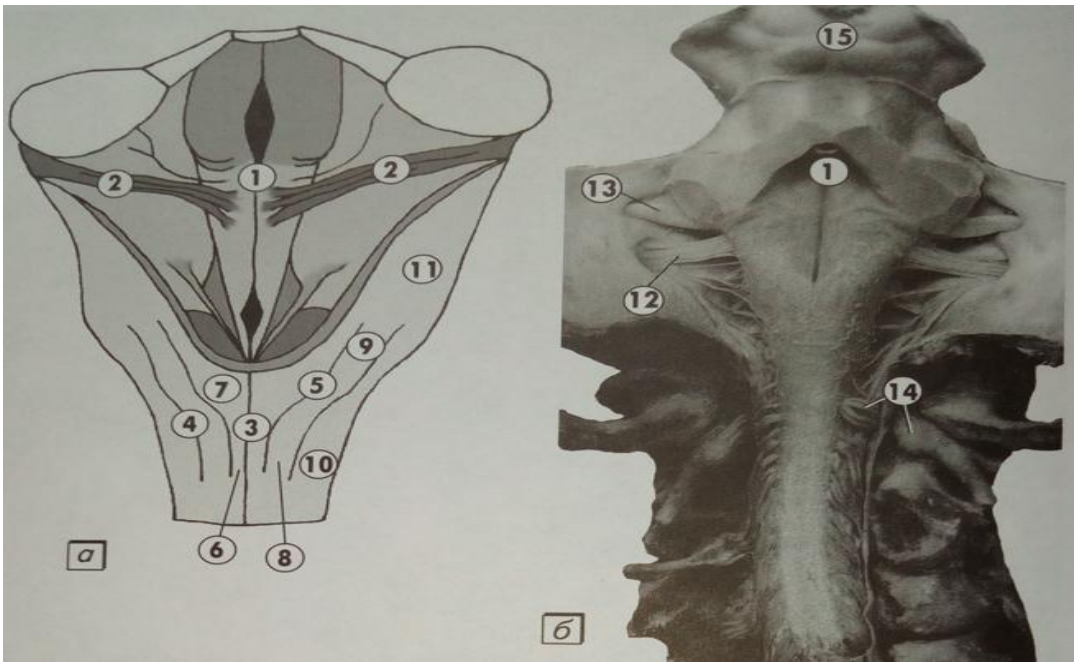


Рисунок 4. Дорсальна поверхня довгастого і частина шийного відділу спинного мозку (а – схема; б – фотографія макропрепарата).

Завдання 6. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 5 і підпишіть назви структур під номерами. Знайдіть вентральну серединну щілину, вентрально-латеральну борозну, пірамідний тракт, оливу, нижнє оливове ядро, ворота оливового ядра, ромбоподібну ямку,

нижню ніжку мозочка, ретикулярну формацію, подвійне ядро, язикоглотковий нерв, блукаючий нерв, додатковий нерв, під'язиковий нерв, перехрест пірамід.

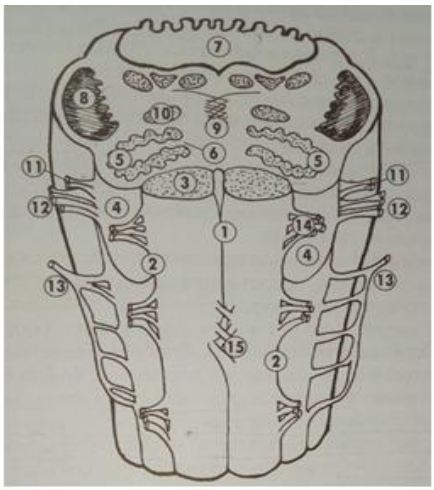


Рисунок 5. Схема поперечного розрізу довгастого мозку на рівні олив

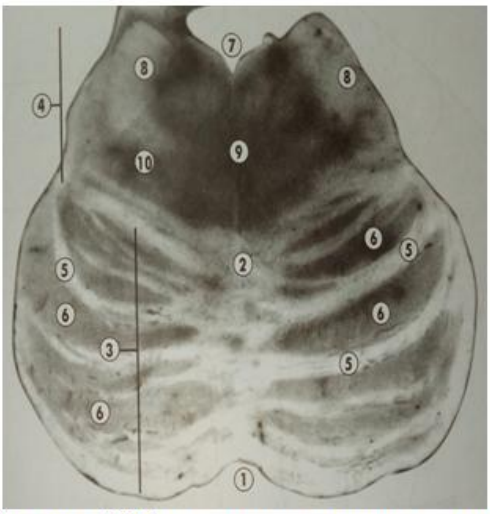


Рисунок 6. Макропрепарат поперечного розрізу моста головного мозку

Завдання 7. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 6 і підпишіть назви структур під номерами. Знайдіть базилярну борозну, трапецеподібне тіло, основу моста, покрівлю моста, поперечні волокна, поздовжні волокна, ромбоподібну ямку, верхню ніжку мозочка, ретикулярну формацію, медіальну петлю.

Завдання 8. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте схему зовнішньої та внутрішньої будови Варолієва моста (рис. 7) і поясніть функції структур моста залежно від їхньої будови та топографії.



Рисунок 7. Схема зовнішньої і внутрішньої будови моста стовбура головного мозку (за джерелом 1).

Завдання 7. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 8 і підпишіть назви структур під номерами. Знайдіть міст, довгастий мозок, півкулі мозочка, четвертий шлуночок мозку, потиличну частку великого мозку, пластинку чотирьохгорбкового тіла, язичок, центральну часточку, вершину, схил, листок черв'яка, горб черв'яка, піраміду, язичок черв'яка, вузлик.

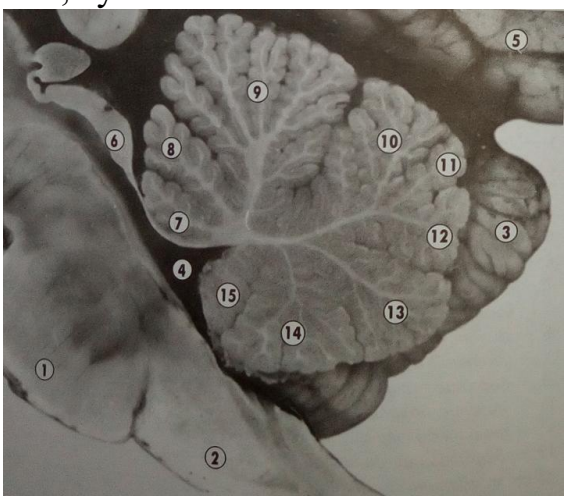


Рисунок 8. Серединний сагітальний розріз мозочка.

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Головний мозок	encéphalon
Передній мозок	prosencéphalon
Кінцевий мозок	telencéphalon
Проміжний мозок	diencéphalon
Середній мозок	mesencéphalon
Задній мозок	metencéphalon
Міст	pons
Мозочок	cerebéllum
Ромбоподібний мозок	rhombencéphalon
Довгастий мозок	myelencéphalon (medúlla oblongáta)
Великий мозок	cérebrum
Стовбур головного мозку	trúncus encéphali
Цибулина	búlbus
Олива	olíva
Пірамідний шлях	tráctus pyramidális
Ромбоподібна ямка	fóssa rhomboídea
Стародавній мозочок	archaeocerebéllum
Давній мозочок	palaeocerebéllum
Новий мозочок	neocerebéllum
Півкулі мозочка	hemispheria cerebelli
Черв'як мозочка	vermis cerebelli
Щілини мозочка	fissurae cerebel
Листки (звивини) мозочка	folia cerebel

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Статеві, вікові та расові особливості головного мозку.
2. Ядра черепно-мозкових нервів, провідні шляхи довгастого та заднього мозку.
3. Топографія сірої речовини ромбоподібної ямки.
4. Патологічні зміни будови і функцій мозочка.

Це цікаво знати…

Безпосереднього зв'язку між розмірами та масою головного мозку і обдарованістю у людини науковцями не помічено. Про це свідчать наступні факти. Маса головного мозку у поета Дж.Г. Байрона була 2230 г, зоолога Ж.Кювьє 1861г, філософа І. Канта 1650г, фізика Л.Д. Ландау 1580 г, невролога Г.І. Россолімо 1543 г, математика К.Ф. Гауса 1492 г, анатома П. Брока 1484 г, хіміка Ю. Лібіха 1352 г, письменника А. Франса 1017 г, при середній масі головного мозку у дорослої людини 1310 г.

Найбільша маса мозку у представників європеоїдної раси, середні показники у якої складають 1375 г. Люди монголоїдної раси мають середню масу головного мозку 1332 г, негроїдної – 1244 г, австралоїдної – 1185 г.

Середні показники маси мозку білошкірих американців слали 1323 г, а чорношкірих – 1223 г. Значна маса мозку у німців 1425 г. Маса мозку у жінок (середні показники) менша, ніж у чоловіків. Найбільшу масу мозок набуває до 35 років життя людини і після 95 років складає в середньому 1058 г.

Маса головного мозку новонароджених складає 10% від маси тіла, а у дорослого лише 2,5%. Маса півкуль складає від 78 до 90% від загальної маси головного мозку.

Функціональна анатомія ЦНС: середній мозок

Мета заняття: ознайомитись з топографією середнього відділу стовбура мозку; вивчити зовнішню і внутрішню будову середнього мозку; з'ясувати проходження провідних шляхів середнього мозку; виявити залягання нервових центрів середнього мозку; визначити принципи структурно-функціональної організації середнього мозку, онто- та філогенетичні зміни в розвитку середнього мозку.

Терміни та поняття: ніжки мозку, міжніжкова ямка, борозни середнього мозку, ядра середнього мозку, провідні шляхи середнього мозку, середньомозкова покрівля, чотирьохгорбкова пластинка, трикутник петлі, чорна речовина, покрив середнього мозку, ретикулярна формація середнього мозку;' присередня, спинномозкова, бічна, трійчаста петлі; Сильвіїв водопровід.

ЗМІСТ ТЕМИ

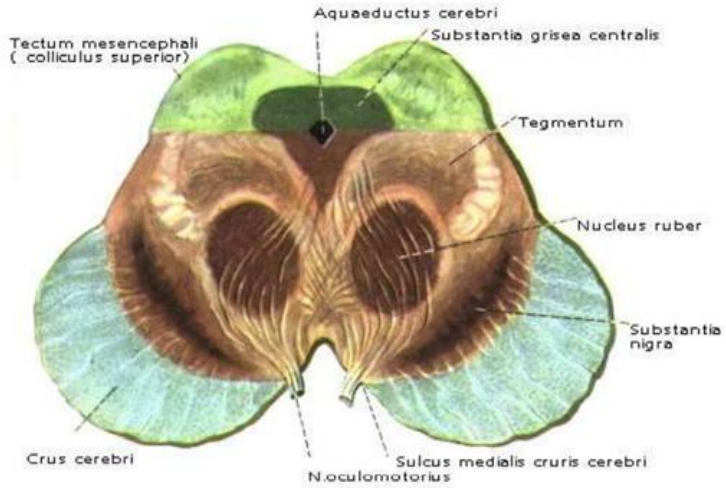
1. Середній мозок: топографія, зовнішня будова.
2. Середній мозок: внутрішня будова.
3. Склепіння середнього мозку. Чотирьохгорбове тіло.
4. Ніжки великого мозку.
5. Ядра сірої речовини середнього мозку.
6. Сильвіїв водопровід.
7. Провідні шляхи середнього мозку.

Інформаційний матеріал

Середній мозок дорсально починається від епіфіза до заднього краю пластинки чотирьохгорбкового тіла, а вентрально – від сосочкових тіл до переднього краю моста. До середнього мозку належать 3 основні частини: *покрівля* (розміщена дорсально), *покрив* (міститься під покрівлею) та *ніжки* (знаходяться вентрально). Ніжки мозку мають вигляд масивних тяжів, які тягнуться під півкулі головного мозку. Ніжки поділені *міжніжковою ямкою*, на дні якої є *задня пронизана речовина* та через яку проходять численні судини для живлення мозку. Каудальна частина міжніжкової ямки дає початок волокнам окорухового нерва (III пара ЧМН). В обхід ніжок з латерального боку виходять волокна блокового нерва (IV пара ЧМН). Ніжки мозку поділяються *чорною речовиною* на *основу* (вентральну частину) та *покрив* (дорсальна частина).

Покрівля середнього мозку складається з чотирьохгорбкового тіла, де верхні горбки більші за нижні. Верхній горбок продовжується в ручку горбка, яка спрямована вперед і вбік, паралельно розміщується ручка нижнього горбка. Ручки тягнуться до медіального і латерального колінчастих тіл проміжного мозку та являють собою пучки нервових волокон. Ручка верхнього горбка під подушкою таламуса виконує провідну функцію зорових імпульсів. Аналогічно нижня ручка виконує провідну функцію слухових імпульсів. Разом з колінчастими тілами проміжного мозку чотирьохгорбкове тіло виконує функцію сенсорних центрів: верхні горбки та латеральні колінчасті тіла – центри зору, а нижні горбки та медіальні колінчасті тіла – центри слуху. Між верхніми горбками є *субпінеальний трикутник*, в западині якого розміщений епіфіз.

Покрив середнього мозку міститься між покрівлею та ніжками мозку. З точки зору філогенезу покрив є основою середнього мозку, він складається з сенсорних та моторних частин. З сенсорної частини надалі утворились нижні горбки чотирьохгорбкової пластинки, де містяться слухові ядра латеральної петлі. Медіальніше розміщена моторна частина покриву, де містяться ядра окорухового та блокового нервів. Тут же знаходиться червоне ядро, яке є інтегративним центром управління кінцівками.



Поперечний переріз середнього мозку

На поперечному перерізі середнього мозку можна побачити пластинку чотирьохгорбкового тіла, яка утворена сірою речовиною, а назовні має тонкий шар білої. При більш детальному розгляді видно, що верхні горбки мають пошарову будову: зональний шар (назовні), поверхневий сірий шар, зоровий шар, проміжний сірий шар, проміжний мозковий шар, глибокий сірий шар, глибокий мозковий шар. Нижні горбки мають сіру речовину у вигляді ядер: центральне, зовнішнє, прицентральне. Спайка верхніх горбків поєднує шари правої і лівої частини. Від аксонів верхніх горбків ідуть еферентні рухові шляхи: покрівельно-спинномозковий, покрівельно-цибулинний. Нервові волокна цих шляхів забезпечують зорові рефлекси у вигляді рухів тулуба, голови, очних яблук на світлові сигнали. Спайка нижніх горбків поєднує ядра правої і лівої частини. Волокна цих ядер ідуть у складі покрівельно-спинномозкового та покрівельно-цибулинного шляхів та беруть участь у формуванні рухів тулуба та голови на дію слухових сигналів.

Водопровід середнього мозку міститься в центральній частині поперечного розрізу. Довжина вузького каналу до 1,5 см, містить ліквор. Огорнутий водопровід центральною сірою речовиною, в центральній області дна водопроводу є ядра окорухового (на рівні верхніх горбків) та блокового (на рівні нижніх горбків) нервів. Центральна сіра речовина регулює вегетативні функції.

Чорна речовина середнього мозку має назву внаслідок наявності в нейронах меланіну. Чорна речовина та червоне ядро належать до *екстрапірамідної системи*. Червоні ядра регулюють тонус м’язів та контролюють точні автоматичні рухи. Вони мають зв'язок з корою великого мозку через базальні ядра, та з мозочком. Ніжки мозку складаються з білої речовини та містять низхідні провідні шляхи: корково-мостові, корково-ядерні, коркрвр-спинномозкові.

Екстрапірамідна система складається з чорної речовини, ретикулярної формації, червоного ядра, ядер Дашкевича та Кахаля. Ця система відповідає за тонус м'язів, неусвідомлені, автоматизовані рухи. Аферентні провідні шляхи розгалужуються у ретикулярну формацію стовбура мозку, яка має двосторонні зв'язки з різними відділами головного та спинного мозку, задіяна в регуляції дихання, кровообігу, добових біоритмах. Мозочок, екрапірамідна система через червоне ядро і червоноядерно-спинномозковий шлях впливають на скелетну мускулатуру, регулюють автоматизовані рухи. Дофамін з чорної речовини по аксонам секреторних нейронів надходить до рухових підкіркових ядер та моторну зону кори великих півкуль. Виділений дофамін тут викликає зниження спонтанної рухової активності. Важливим є те, що низхідні волокна екстрапірамідної системи не проходять через піраміди довгастого мозку. Разом з тим є *пірамідна система* управління рухами. Ця система починається в рухових нейронах п'ятого шару моторної кори великих півкуль мозку. Аксони утворюють корково-спинномозковий тракт, що проходить через середній мозок в області ніжок. Волокна проходять через піраміди довгастого мозку і спрямовані до мотонейронів спинного мозку.

Питання для обговорення

1. Середній відділ стовбура мозку, його межі і будова.
2. Ядра ніжок мозку та їхні функції.
3. Будова покрівлі середнього мозку та її функціональне значення.
4. Особливості будови та функцій покриву середнього мозку.
5. Ембріогенез середнього мозку.
6. Філогенез середнього мозку.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. Використовуючи муляжі головного мозку знайдіть межі середнього мозку. Розгляньте сагітальний переріз головного мозку та знайдіть ніжки мозку, покрив та покрівлю середнього мозку, водопровід Варолія. Ознайомтесь з їхньою будовою.

Завдання 2. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок «Розміщення ядер черепно-мозкових нервів та провідних шляхів на поперечному перерізі середнього мозку» і визначте на ньому наступні структури: додаткове ядро окорухового нерва; ядро окурухового нерва; верхній горбок; середньомозковий шлях трійчастого нерва; дорсальний пучок; ретикулярна формація середнього мозку; медіальний поздовжній пучок; інтерстеціальне ядро; тім'яно-мостові та скронево-мостові волокна; корково-спинномозкові волокна; чорна субстанція; корково-ядерні волокна; тім'яно-скронево-мостові і лобно-мостові волокна; червоне ядро та верхня мозочкова ніжка; міжніжкове ядро; міжніжкова ямка та задня пронизана речовина речовина; окоруховий нерв; червоноядерно-спинномозковий шлях; перехрести покриву; покриво-спинномозковий шлях; медіальна петля; спинно-таламічний шлях та трійчаста петля; ручка нижнього горбка; спинно-покрівельний шлях; латеральна петля; верхній горбок; сіра речовина покрівлі; передпокрівельне ядро; водопровід середнього мозку; спайка верхніх горбків.

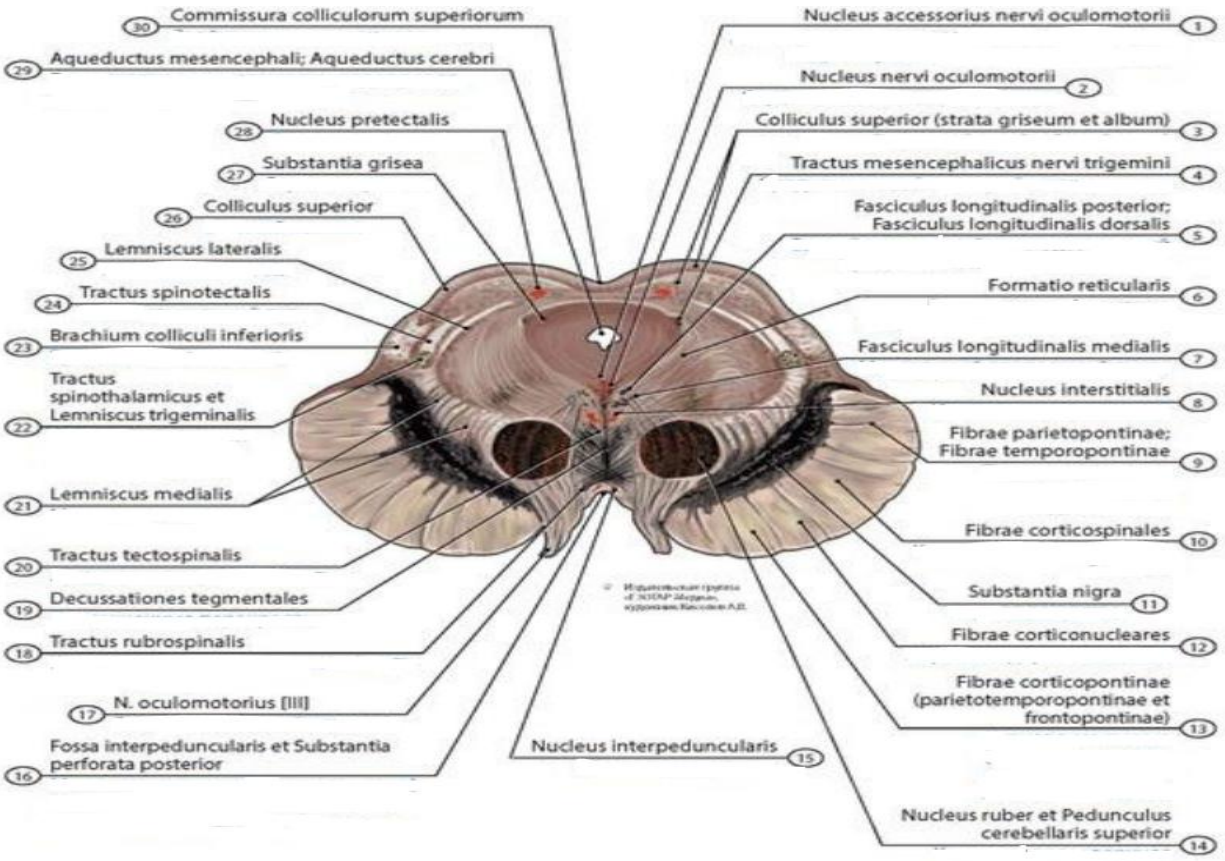


Рисунок 1. Розміщення ядер черепно-мозкових нервів та провідних шляхів на поперечному перерізі середнього мозку (джерело KingMed.info)

Завдання 3. Використовуючи рисунки «Схема будови середнього відділу стовбура мозку» та «Розміщення ядер черепно-мозкових нервів та провідних шляхів на поперечному перерізі середнього мозку» поясніть функції зазначених на них структур.



Рисунок 2. Схема будови середнього відділу стовбура мозку (за джерелом 1)

Завдання 4. Використовуючи рисунок 3 «Схема поперечного розрізу середнього мозку» поясніть функціональну роль зазначених структур. Результати занесіть в таблицю.

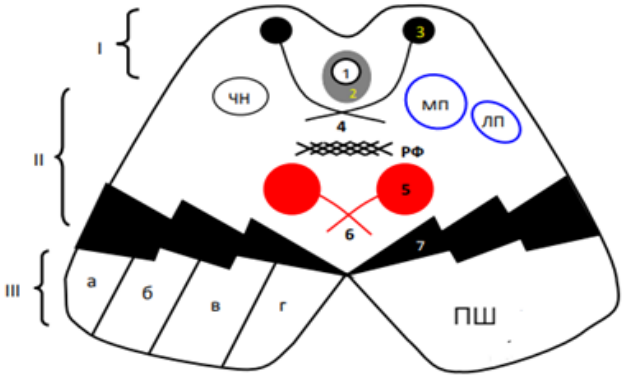


Рисунок 3. Схема поперечного розрізу середнього мозку

Таблиця 1

Функціональна роль структур середнього мозку

Позначення на рисунку 3	*Назви структур*	*Функціональна роль структур*
I	Покрівля середнього мозку	
II	Покрив середнього мозку	
III	Основа ніжки мозку	
1	Водопровід середнього мозку	
2	Центральна сіра речовина	
3	Ядра нижніх та верхніх горбів	
4	Перехрест покрівельно-спинномозкового шляху	
5	Червоне ядро	
6	Перехрест червоноядерно-спинномозкового шляху	
7	Чорна речовина	
ЧН	Ядра III, IV та середньомозкове ядро V пари черепних нервів	
МП	Медіальна петля	
ЛП	Латеральна петля	
РФ	Ретикулярна формація	
ПШ	Пірамідний шлях	
а	Скронево-тім'яно-потилично-мостові волокна	
б	Корково-спинномозковий шлях	
в	Корково-ядерний шлях	
г	Лобно-мостові волокна	

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Вікові особливості розвитку середнього відділу стовбура головного мозку.
2. Патологічні зміни будови і функцій середнього мозку.
3. Філогенетичний та онтогенетичний розвиток середнього мозку.
4. Екстрапірамідна система: склад і функції.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Середній мозок	mesencéphalon
Ніжки мозку	pedúnculi cérebri
Середньомозкова покрівля	téctum mesencephálicum
Пластинка покрівлі (чотирьохгорбкова пластинка)	lámina técti (quadrigémina)
Покрив середнього мозку	tegméntum mesencéphali
Червоне ядро	núcleus rúber
Водопровід середнього мозку	aquaedúctus mesencéphali
Задня пронизана речовина	substántia perforáta postérior
Чорна речовина	substántia nígra

Це цікаво знати…

А ви знали, що багато структур середнього мозку мають додаткові назви?

Додаткове ядро окорухового нерва	ядро Якубовича-Едінгера-Вестфаля
Задній повздовжній пучок	пучок Шутца
Ретикулярна формація	речовина Шредера-Дейтерса
Міжніжкова ямка	Таринієва ямка
Задня пронизана речовина	простір Малакарне
Червоноядерно-спинномозковий шлях	пучок Монакова
Медіальна петля	ріг достатку
Водопровід середнього мозку	Сильвіїв водопровід
Перехрест покрівельно-спинномозкового шляху	перехрест Мейнерта
Перехрест червоноядерно-спинномозкового шляху	перехрест Фореля

Функціональна анатомія переднього мозку

Мета заняття: ознайомитись з топографією проміжного відділу стовбура головного мозку; вивчити зовнішню і внутрішню будову проміжного мозку; з'ясувати проходження провідних шляхів проміжного мозку; виявити залягання нервових центрів проміжного мозку; визначити принципи структурно-функціональної організації проміжного мозку, онто- та філогенетичні зміни в розвитку переднього мозку.

Терміни та поняття: таламус, гіпоталамус, метаталамус, епіталаму, колінчасті тіла, лійка гіпофіза, зоровий перехрест, сірий горб, сосочкові тіла.

ЗМІСТ ТЕМИ

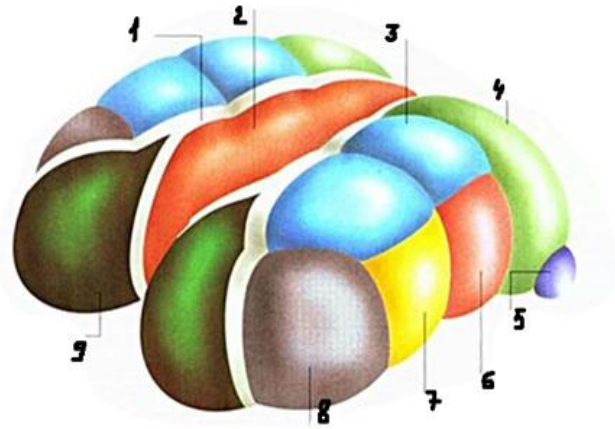
1. Еволюційний аспект розвитку переднього мозку.
2. Проміжний мозок: топографія, зовнішня та внутрішня будова.
3. Таламус. Гіпоталамус. Метаталамус. Епіталамус. Епіфіз.
4. Зв'язок гіпоталамуса і гіпофіза.
5. Ядра сірої речовини проміжного мозку.
6. Сосочкові тіла. Сірий горб. Лійка. Гіпофіз.
7. Зоровий перехрест. Кінцева пластинка. Колінчасті тіла. Третій мозковий шлуночок.
8. Провідні шляхи.

Інформаційний матеріал

За класифікацією *передній мозок* людини поділяється на *проміжний* та *кінцевий*. Проміжний мозок знаходиться каудальніше кінцевого мозку та зростається з його півкулями обабіч. Порожниною проміжного мозку є третій мозковий шлуночок. До проміжного мозку входить парний *таламус,* розміщений над ним *епіталамус*, непарний *гіпоталамус* (прилягає до таламуса знизу), *субталамус* (в глибині між гіпоталамусом та середнім мозком).

Таламус має яйцеподібну форму, поверхня вкрита сірою речовиною. Медіальні поверхні частин правого і лівого таламуса поєднані *міжталамічним зрощенням*. Верхня частина таламусів обернена в порожнину бічних шлуночків. Передній кінець дещо загострений, а задній потовщений, називається подушкою. На подушках містяться півкулі кінцевого мозку. Латеральна поверхня таламусів прилягає до внутрішньої капсули та межує з хвостатим ядром кінцевого мозку. Нижня поверхня зростається з покрівлею середнього мозку. Таламус поділяють на вентральний та дорсальний. В процесі філогенезу вентральний таламус зменшувався, а дорсальний – навпаки, що пов'язано з розвитком аферентних шляхів від зорової, слухової, сенсомоторної систем до великих півкуль мозку.

Кожен таламус має більше 40 ядер. Дорсомедіальне ядро інтегрує інформацію, що формує настрій та інстинкти. Задньолатеральне ядро бере участь в інтеграції сенсорної інформації. Подушка таламуса об'єднує сигнали соматичної чутливості, слухової та візуальної інформації. Нижнє задньобічне ядро сигналізує про біль, дотик, тиск, температурні відчуття, вібрацію, смак та передає інформацію у відповідні коркові представництва. Нижньобічне та нижнє переднє ядра беруть участь в регуляції довільних рухів. Переднє ядро причетне до формування елементів пам'яті та емоцій. Інтраламінарні ядра беруть участь в формування стану бадьорості.



Будова таламуса
1 - внутрішня медулярна пластинка
2 - дорсомедіальне ядро
3 – задньолатеральне ядро
4 – подушка таламуса
5 - латеральне колінчасте тіло
6 – нижнє задньолатеральне ядро
7 – нижньобічне ядро
8 – нижнє переднє ядро
9 – переднє ядро

За виконуваними функціями вони поділяються на проекційні, асоціативні та неспецифічні. Проекційні ядра виконують функцію переключення та мають вхід від різних позаталамічних структур. Їхні волокна через синапси на нейронах проекційних ядер, а далі через аксони спрямовують сигнали до певних ділянок кори великого мозку. В свою чергу проекційні ядра поділяються на сенсорні, рухові та лімбічні. Сенсорні ядра виконують функцію проведення доцентрових сенсорних імпульсів до первинних проекційних зон кори півкуль мозку. В таламусі є представництва провідних шляхів від всіх рецепторів, крім нюхових. Так, латеральне колінчасте тіло є проекційним зоровим ядром де закінчуються волокна зорового тракту, а звідти сигнали надходять до потиличних ділянок зорової кори. Медіальне колінчасте тіло міститься попереду ручки нижнього горба під подушкою таламуса. Тут закінчуються волокна ядер латеральної (слухової) петлі. Тобто, в цьому проекційному слуховому ядрі є синапси, волокна яких ідуть до скроневої ділянки слухової кори. Високоспеціалізовані ядра колінчастих тіл об'єднають в *метаталамус*. Заднє вентральне ядро функціонально є проекційним. Воно забезпечує роботу шкірної та м'язової чутливості, оскільки тут закінчуються волокна від ніжного та клиноподібного ядер довгастого мозку та ядер трійчастого нерва. Від заднього вентрального ядра аксони посилають імпульси в передньо-тім'яну частку кори півкуль мозку. Подушка таламуса виконує функцію асоціативного зорового центру. Сенсорні ядра таламуса не лише переключають сигнали, але і обробляють їх.

Моторні ядра належать до групи вентролатеральних та пов'язані проекційними волокнами з руховою корою. До них інформація надходить від мозочка та базальних ядер. Вони є перемикачами в системі керування рухами. Лімбічні ядра є складовою лімбічної системи та спрямовують сенсорну інформацію до лімбічних відділів кори великих півкуль. Асоціативні ядра дорсального таламусу забезпечують інтеграцію різних видів чутливості через проведення сигналів до асоціативних зон кори. Дорсальний таламус є вищим підкірковим чутливим центром екстрапірамідної системи. Вентральний таламус забезпечує контроль моторних функцій, а неспецифічні (медіальні) ядра належать до ретикулярної формації. Неспецифічні ядра надсилають сигнали в різні ділянки кори півкуль, чим підтримують їхній тонус.

До епіталамусу належать *епіфіз*, *повідці*, *спайка повідців*, *повідцевий трикутник*, *задня спайка*. Ця частина проміжного мозку знаходиться позаду

таламуса. Епіфіз розміщений в борозні між верхніми горбами чотирьохгорбового тіла; задня спайка знизу епіфіза, а зверху спайка повідців. Функціональна роль епіфіза: синтез гормонів мелатоніну, серотоніну, вазотоцину, після чого вони надходять у кров та ліквор. Епіфіз бере участь у контролі гіпоталамо-аденогіпофізарної системи, у роботі ендокринних залоз залежно від біоритмів людини, у регуляції активності імунної системи, вуглеводно-ліпідного обміну, у формуванні гомеостатичних процесів під дією екстремальних чинників та при старінні, попереджає розвиток новоутворень, що індуковані канцерогенами та випромінюванням. Волокна *повідців* поєднують епіталамус з іншими структурами переднього мозку через мозкові смужки. В глибині трикутника повідців містяться хабенулярні ядра, що входять до лімбічної системи. Припускають, що нервові структури епіталамуса керують діяльністю епіфіза.

Субталамус візуалізується на розрізі мозку та складається з декількох парних ядер з прошарками білої речовини. Найбільш крупним є субталамічне ядро. Біла речовина містить червоноядерно-корковий шлях і власні аферентні (до півкуль мозку) та еферентні (до ретикулярної формації довгастого і середнього мозку та моста). Оскільки провідні шляхи субталамуса є в екстрапірамідній системі, то він бере участь в формуванні локомоцій кінцівок та тулуба.

Гіпоталамус міститься під вентральним таламусом та бере участь в утворенні дна третього шлуночка. Він об'єднує такі структури як *сосочкові тіла, сірий горб, зоровий тракт* та *перехрест зорових нервів*. Гіпоталамус через лійку пов'язаний з гіпофізом. Гіпоталамус включає комплекс гіпоталамічних ядер (близько 30 пар), які не мають глибокої функціональної спеціалізації. Топографічно ядра гіпоталамуса поділяються на групи: передню (паравентрикулярне, супраоптичне, супрахіазматичне та інші), середню (ядро лійки (інфундибулярне) та інші), задню (сосочкові). В медіолатеральному напрямі в гіпоталамусі виділяють зони: перивентрикулярну, медіальну, латеральну. Медіальна від латеральної зони відділена склепінням – провідним пучком переднього мозку. Основна маса ядер гіпоталамуса міститься в медіальній зоні. Клітини ядер гіпоталамуса синтезують нейросекрети, які по відросткам цих клітин надходять до нейрогіпофізу. Супраопртичне та паравентрикулярне ядра синтезують вазопресин та окситоцин, які транспортуються по гіпоталамо-гіпофізарному тракту. Вазопресин має судинозвужувальний та антидіуретичний ефект. Окситоцин забезпечує скорочення мускулатури матки, збільшує лактацію, гальмує розвиток жовтого тіла, викликає зміну тонусу м'язів стінок шлунково-кишкового тракту.

Гіпоталамус має багато сенсорних входів (волокна зорових нервів, поодинокого шляху, латеральної петлі (слухові)). Також до гіпоталамуса спрямована аферентація від лімбічних та асоціативних ядер таламуса, ретикулярної формації, тощо. Еферентні гіпоталамуса проводять імпульси до вегетативних ядер, гіпофіза, епіфіза, середнього мозку, ретикулярної формації довгастого мозку і моста. До найбільш функціонально активних еферентів

належать провідні шляхи від склепіння, гіпокампа до сосочкових тіл, а також мамілоталамічний та гіпоталамо-гіпофізарний тракти.

Гіпоталамус керує гомеостазом через нервовий та гуморальний механізми. Нервова регуляція відбувається за допомогою керування автономною нервовою системою, тут є центри різних біологічних потреб та нейрони, які реагують на змини в рідкому середовищі організму (температури крові, змін водно-мінерального складу, тощо). Гіпоталамус належить до структур лімбічної системи, яка формує емоційні поведінкові реакції. При задоволенні потреби організму відбувається збудження центру позитивного підкріплення і виникають позитивні емоції. При збудження центру негативного підкріплення формуються негативні емоції. Гуморальна регуляція відбувається через гіпофіз. В середній гіпофізотропній зоні гіпоталамуса (ядро лійки, сірого горба) синтезуються релізинг-гормони (ліберини та статини), які впливають на активність гіпофіза.

Питання для обговорення

1. Проміжний відділ стовбура мозку, його межі і будова.
2. Гіпоталамус: топографія, будова, функції.
3. Ядра таламуса та їхні функції.
4. Будова метаталамуса та його функціональне значення.
5. Особливості будови та функцій епіталамуса.
6. Ембріогенез переднього мозку.
7. Філогенез переднього мозку.
8. Вікові особливості розвитку переднього мозку.
9. Патологічні зміни будови і функцій проміжного мозку.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. Використовуючи таблиці, муляжі головного мозку знайдіть межі проміжного мозку. Розгляньте сагітальний переріз головного мозку та знайдіть структури позначені на рисунку 1 «Схема будови проміжного відділу стовбура головного мозку». Ознайомтесь з їхньою будовою.

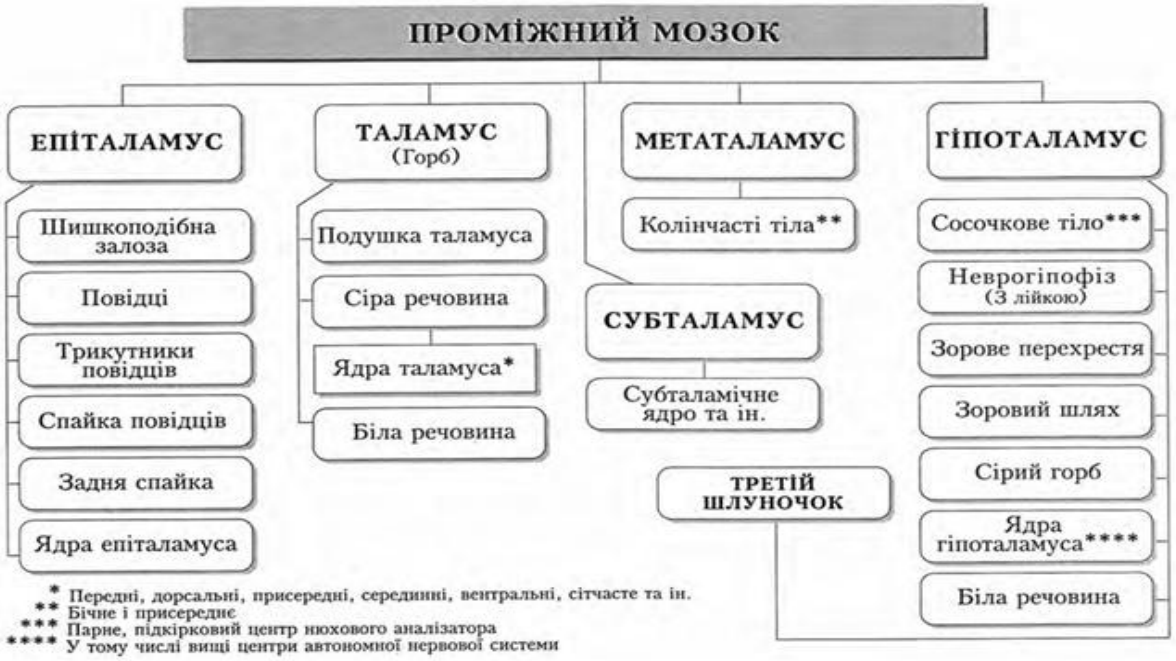


Рисунок 1. Схема будови проміжного відділу стовбура головного мозку (за джерелом 1)

Завдання 2. Використовуючи дані літератури та Internet-джерела, розгляньте рисунок 2 «Топографія таламуса, гіпоталамуса та третього шлуночка в розрізі» і визначте на ньому наступні структури: мозолисте тіло, смужку склепіння, судинну смужку, таламус (передні, медіальні, вентролатеральні, ретикулярне ядра), епендиму, субталамічне ядро, ніжки мозку, міст, окоруховий нерв, міжніжкову ямку та задню пронизану речовину, зоровий тракт, парагіпокампальну звивину, бліді кулі (медіальну та латеральну), луску, сочевицеподібне ядро, зовнішню капсулу, сосочково-таламічний пучок, смужку таламуса, епендиму, склепіння, повздовжню щілину великого мозку.

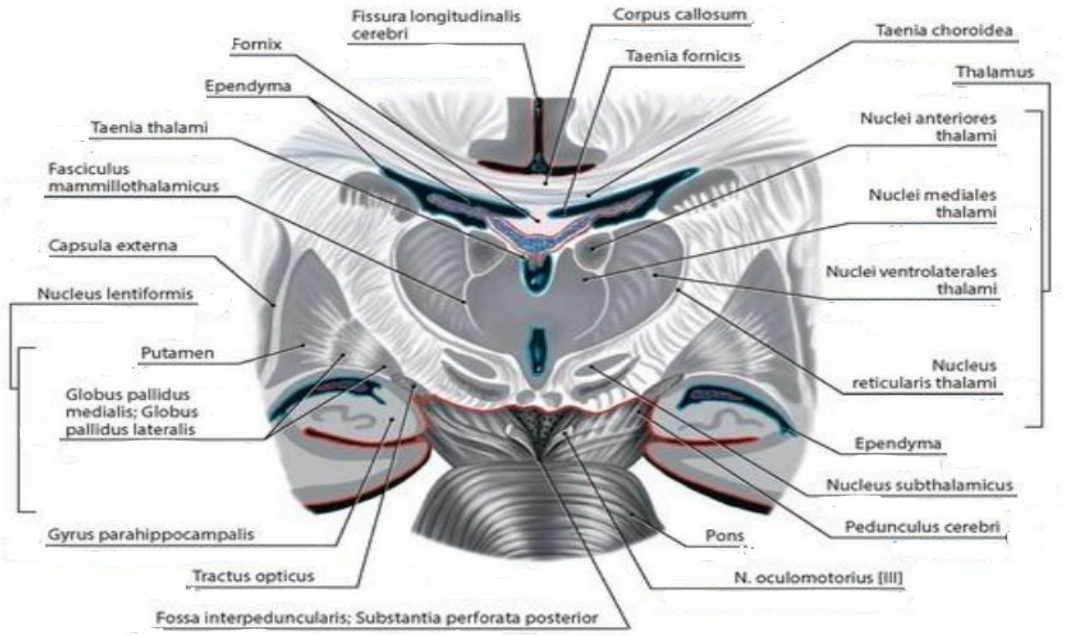


Рисунок 2. Топографія таламуса, гіпоталамуса та третього шлуночка в розрізі (джерело KingMed.info)

Завдання 3. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал, рисунок 3 «Зображення макропрепарата серединного сагітального розрізу проміжного мозку» підпишіть складові проміжного мозку та структури, що до нього прилягають. На рисунку знайдіть таламус, епіталамус, епіфіз, підталамічну область, лійку, зоровий перехрест, сосочкове тіло, міжшлуночковий отвір, стовп склепіння, бічний шлуночок, мозолисте тіло, півкулі кінцевого мозку, пластинку чотирьохгорбкового тіла, ніжку мозку, водопровід мозку, четвертий шлуночок. Поясніть функції зазначених структур проміжного мозку.

Завдання 4. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал, позначте на рисунку 4 «Схема фронтального розрізу ядер таламуса» наступні структури: заднє ядро, нижньолатеральне ядро, центральномедіальне ядро, пучкове ядро, медіальне ядро, мозкову смужку таламуса.

Завдання 5. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал, позначте на рисунку 5 наступні структури: заднє ядро, дорсомедіальне ядро, вентральне ядро, передсосочкове ядро, бічне сосочкове ядро, медіальне сосочкове ядро, сосочкове тіло, нейрогіпофіз, аденогіпофіз,

зоровий перехрест, дугоподібне ядро сірого горба, недперехресне ядро, надзорове ядро, передзорове ядро, переднє гіпоталамічне поле, паравентрикулярне ядро, дорсальне гіпоталамічне поле. З'ясуйте їхнє значення. Перевірте вірність заповнення таблиці. У разі помилок, виправіть їх.

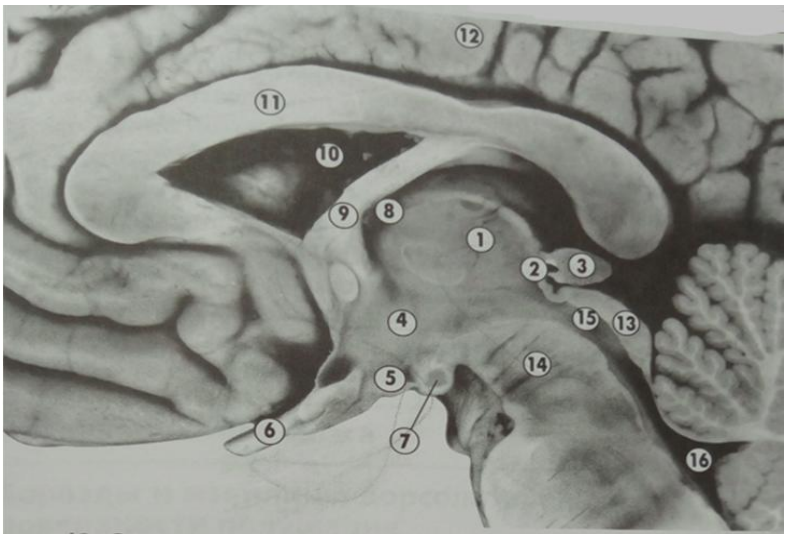


Рисунок 3. Зображення макропрепарата серединного сагітального розрізу проміжного мозку

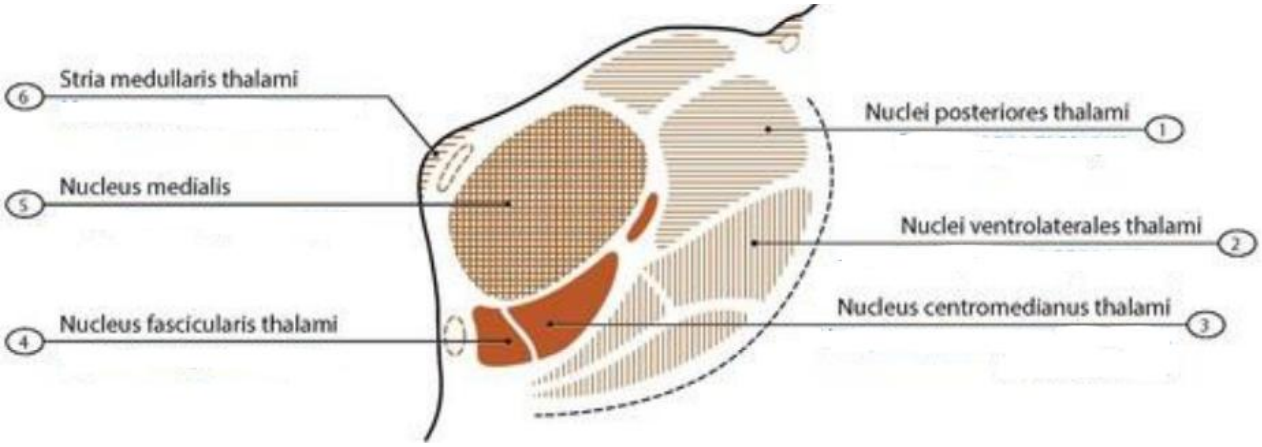


Рисунок 4. Схема фронтального розрізу ядер таламуса (джерело KingMed.info)

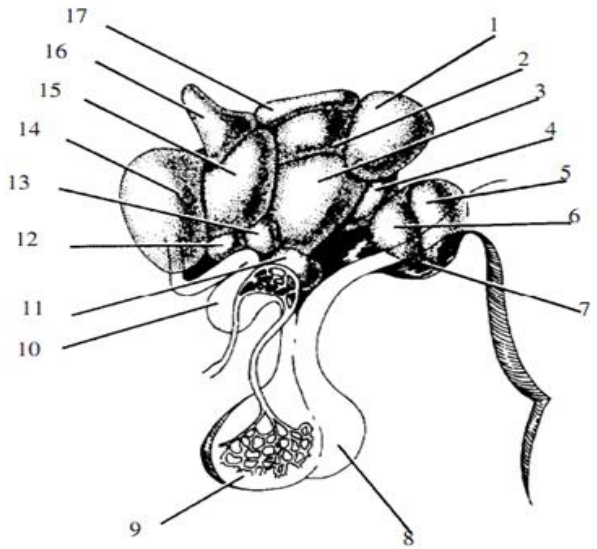


Рисунок 5. Ядра гіпоталамуса та прилеглі структури.

Таблиця 1

Класифікація ядер гіпоталамуса за розміщенням у відділах

Відділ гіпоталамуса	Ядра гіпоталамуса
Передній	Надперехресне, надзорове, передзорове, паравентрикулярне
Середній	Дорсомедіальне, вентромедіальне, дугоподібне сірого горба
Задній	Передсосочкове, заднє, бічне сосочкове, медіальне сосчкове

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Філогенетичний та онтогенетичний розвиток проміжного мозку.
2. Роль гіпоталамо-гіпофізарної системи в нейро-гуморальній регуляції організму людини.
3. Вікові особливості розвитку проміжного відділу стовбура головного мозку.
4. Патологічні зміни будови і функцій структур проміжного мозку.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Проміжний мозок	diencéphalon
Таламус	thálamus
Ядра таламуса	núclei thálami
Бічна мозкова пластинка	lámina medulláris laterális
Присередня мозкова пластинка	lámina medulláris mediális
Субталамус	subthálamus
Гіпоталамус	hypothálamus
Зорове перехрестя	chiásma ópticum
Зоровий шлях	tráctus ópticus
Сірий горб	túber cineréum
Нейрогіпофіз	neurohypóphysis
Соскоподібне тіло	córpus mamilláre
Гіпоталамічні поля	área hypothalámica
Метаталамус	metathálamus
Колінчасте тіло	córpus geniculátum
Епіталамус	epithálamus
Епіфіз мозку	epíphysis cérebri
Повідці	habénulae

Це цікаво знати…

А ви знали, що у людини найбільший серед всіх хордових тварин квадратний показник мозку, що є результатом множення абсолютної маси на

відносну масу мозку. У гризунів він складає 0,2; у хижаків – 1,1; у китів – 6,3; у людиноподібних мавп – 7,4; у слонів – 9,8; у людини – 32,0. Абсолютні показники маси головного мозку належать слонам (між наземними тваринами) та китам (між водними тваринами). За показником відношення маси мозку до маси тіла першість у гризунів – 3,2%; у горобців – 2,9%; у людей – 2,2%; у слонів – 0,08%.

В процесі антропогенезу маса мозку людини зросла. У людиноподібних мавп вона складає близько 450 г , у пітекантропів ~ 900 г, сучасної людини від 900 до 2000 г (середній показник – 1310 г).

Причини еволюції головного мозку намагались пояснити багато науковців. Однією з найбільш прийнятних теорій є терморегуляційна теорія. Провідна роль у збільшенні розмірів і маси головного мозку мали термодинамічні процеси. Під час активного руху і фізичних навантажень зростала температура тіла, що чинила небезпеку для роботи мозку. Охолодженню через випаровування поту у наших предків перешкоджав густий волосяний покрив на шкірі. При прискоренні дихання відбувається охолодження слизової оболонки та крові венозних сплетінь раковини носа. Звідти охолоджена кров спрямована до печеристої пазухи, крилоподібного та внутрішнього сонного сплетінь, які оточують головну кровоносну судину для кровопостачання головного мозку – внутрішню сонну артерію. Наслідком такого розміщення є зниження температури артеріальної крові. Крім того, до печеристої пазухи прилягає гіпоталамус, що є центром терморегуляції та активності метаболічних процесів. Слід відзначити, що печериста пазуха є рефлекторною ділянкою, що впливає на мозковий кровоток, кров’яний тиск та процеси дихання.

Перегрівання організму викликає гальмування одних функціонально активних зон мозку та активізацію інших. З метою «запасу надійності» для повноцінного функціонування організму достатньо задіяності близько 10% мозкової кори.

Функціональна анатомія кінцевого мозку

Мета заняття: ознайомитись з топографією кінцевого мозку; вивчити зовнішню і внутрішню будову кінцевого мозку; виявити комісури великих півкуль; з'ясувати архітектоніку плаща великого мозку, залягання нервових центрів кори, локалізацію функцій в корі великого мозку; визначити роль базальних ядер, онто- та філогенетичні зміни в розвитку кінцевого мозку.

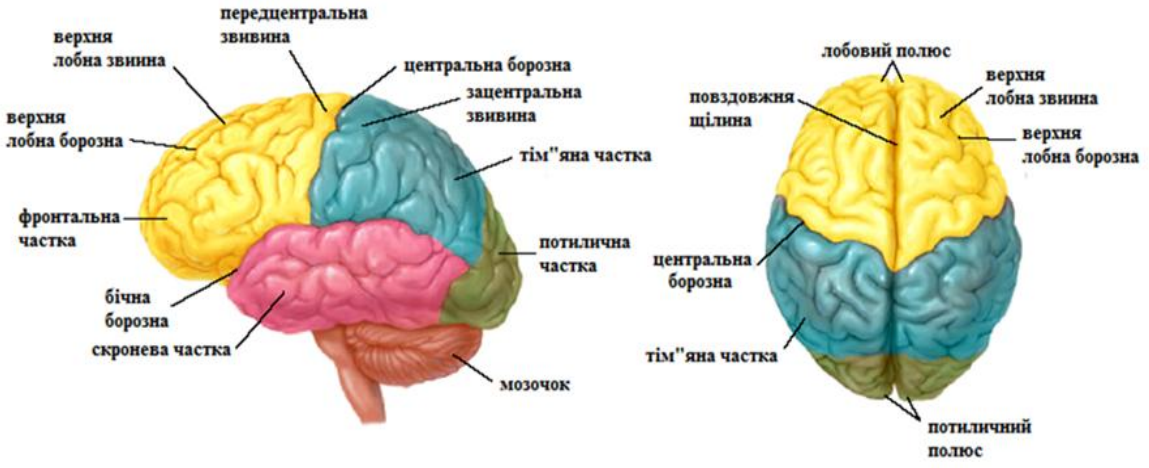
Терміни та поняття: кінцевий мозок, півкулі мозку, плащ мозку, частки півкуль, архікортекс, палеокортекс, неокортекс, базальні ядра, внутрішня капсула, склепіння мозку, комісури мозку, нюховий мозок, борозни, закрутки, шари кори, коркові центри аналізаторів.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Топографія великого мозку.
2. Будова і функції півкуль великого мозку.
3. Кора півкуль. Частки кори. Борозни та закрутки кори.
4. Цитоархітектоніка кори великого мозку.
5. Базальні (підкіркові) ядра: будова та функціональне значення.
6. Внутрішня капсула мозку.
7. Острівець. Мозолисте тіло. Передня та задня комісури мозку.
8. Нюховий мозок: будова та функції.
9. Склепіння. Прозора перетинка. Гіппокамп.
10. Центри кори великого мозку.
11. Клітини та волокна кори головного мозку.

Інформаційний матеріал

Кінцевий мозок є найбільшим відділом головного мозку, який складає до 90% його загальної маси. Він представлений *правою та лівою півкулями*, між якими знаходиться *повздовжня щілина великого мозку*. Поверхня півкуль містить багато *борозен* та *звивин* (*закруток*).



Зовнішня будова півкуль великого мозку

Повздовжній поділ великого мозку неповний, оскільки в центральній частині медіальної поверхні півкулі з'єднані *комісурами*: мозолистим тілом, передньою та задньою комісурами. Мозолисте тіло знаходиться на дні повздовжньої щілини та поєднує неокортекс правої та лівої півкуль, координуючи їхні функції. Анатомічно мозолисте тіло поділяється на три

відділи - коліно, тіло, валик, в межах яких виділяють наступні структури: дзьоб, коліно, ростральне тіло, передньосереднє тіло, задньосереднє тіло, перешийок, валик. Дзьоб має продовження в кінцеву пластинку.

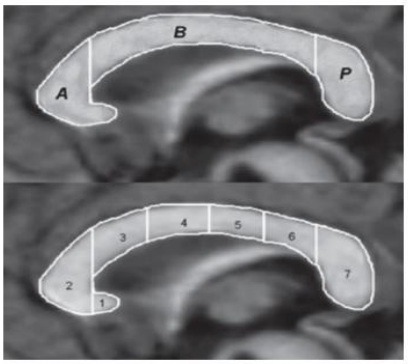


Схема поділу мозолистого тіла за Witelson: A – передній відділ, B – тіло, P – задній відділ; 1 – дзьоб; 2 – коліно; 3 – ростральне тіло; 4 – передньосереднє тіло; 5 – задньосереднє тіло; 6 – перешийок; 7 – валик

Мозолисте тіло містить 200-250 млн. колатеральних проекційних аксонів. Більшість волокон проходить у поперечному напрямку та зв'язують симетричні ділянки протилежних півкуль, проте деякі волокна з'єднують несиметричні місця обох півкуль, або протилежні ділянки в межах однієї півкулі (асоціативні волокна). *Коліно* поєднує латеральні та медіальні ділянки лобних поверхонь та нижні премоторні зони. *Дзьоб* має волокна, які з'єднують каудальні префронтальні ділянки та нижні премоторні зони. *Тіло* містить волокна, які прямують через *променистість мозолистого тіла* до поверхонь півкуль мозку, при цьому з'єднують моторну кору з соматосенсорною та задньотім'яною зонами. *Тіло* і *валик* тягнуться вздовж латеральних поверхонь потиличних та скроневих відділів бічних шлуночків, волокна спрямовані до скроневих ділянок, а також поєднують моторну кору та додаткові моторні центри, наприклад, ідуть до центру Брока. *Валик* поєднує потиличні ділянки та сприяє передачі соматосенсорної інформації між тім'яними частками півкуль, а також зоровими центрами потиличних часток. На верхній поверхні мозолистого тіла є тонкий прошарок сірої речовини.

Передня комісура міститься під дзьобом позаду кінцевої пластинки та поєднує частини нюхового мозку (гіпокампальні звивини, гачки правої та лівої скроневої часток). *Задня комісура* належить до епіталамуса та міститься позаду зорового горба, біля кореня епіфіза та поєднує ділянки проміжного і середнього мозку.

Кожна півкуля великого мозку має три поверхні (дорсолатеральну, медіальну, базальну) та три полюси (лобовий, потиличний, скроневий). На поверхні півкуль шар сірої речовини формує *плащ*. До складу півкуль входять три компоненти: *плащ*, *смугасте тіло*, *перегородка*. За філогенетичним походженням плащ утворився з дорсальної частини нервової трубки, а з вентральної – смугасте тіло та перегородка. Плащ складається з неокортекса та побудований 6-ма шарами. Менші частки плаща також утворені палеокортексом та археокортексом. В філогенетичному минулому ці більш ранні ділянки плаща були вторинними центрами обробки сигналів нюхової системи, вони здійснювали емоційний контроль за поведінкою та є складовими лімбічної системи. *Археокортекс* представлений гіпокампом, а *палеокортекс* – пириформної корою. Похідними смугастого тіла є основні ядра: *архістріатум* (мигдалеподібний комплекс), *палеостріатум* (бліда куля), *неостріатум*

(хвостате ядро, огорожа, лушпина), функціональне значення яких розглянемо пізніше. За топографічним критерієм великий мозок складається з *плаща*, *базальних ядер* та *нюхового мозку*.

Плащ великого мозку поділений борознами на частки та часточки. Борозни плаща містять тіла нейронів, що формують кору, а їхні відростки – білу речовину. Звивини мають ті ж компоненти, що і борозни. Борозни плаща поділяються на три порядки: постійні (I порядку) – у людини їх 10; непостійні (II порядку); непостійні (III порядку). Борозни I порядку виникають в ранньому онтогенезі та характерні для кожного виду ссавців і людини; борозни II порядку можуть індивідуально варіювати в широких межах; борозни III порядку мають мінливі обриси, а також індивідуальні та етнічні особливості, спадково не передаються. *Лобова частка* розміщена ростральніше Роландової борозни, а нижній край обмежений переднім краєм Сильвієвої борозни. До верхньобічної поверхні цієї частки належать: борозни (центральна, передцентральна – нижня та верхня, лобові – верхні та нижня, латеральна) і звивини (передцентральна, лобові – верхня, середня, нижня). На присередній поверхні цієї частки виділяють: борозни (поясну, мозолистого тіла) та звивини (поясну, підмозолисте поле – прикінцеву звивину, прицентральна часточка). Нижня поверхня лобової частки містить: борозни (очноямкову, нюхову, принюхове поле – принюхову борозну) та звивини (пряму, очноямкову, принюхову).

Тім'яна частка обмежена заднім краєм Сильвієвої борозни, а межею з потиличною часткою є умовна лінія від точки перетину дорсального краю півкуль верхнім кінцем тьмяно-потиличної борозни до переднього краю мозочка. До складу цієї частки по верхньобічній поверхні входять: борозни (зацентральна, внутрішньотімяна, задня гілка бічної борозни) та звивини (зацентральна, тім'яні часточки – верхня та нижня, надкрайова, кутова). Присередня поверхня тім'яної частки містить: борозни (підтім'яна, крайова гілка борозни пояса) та звивини (задня прицентральна, прицентральна часточка, передклин, поясна, перешийок звивини пояса). Місце поєднання постцентральної та міжтім'яної борозни називають завитком.

Борозни та звивини *потиличної частки* мають значну варіабельність. Сама часка обмежена потиличним полюсом, тім'яно-потиличною борозною та передпотиличною вирізкою. Верхньобічна поверхня містить: борозни (півмісяцеву, поперечну потиличну) та звивини (верхньопотилину, бічну потиличну). Присередня поверхня має: борозни (шпорну) та клин. На нижній поверхні є продовження звивини гіпокампа – язикова звивина.

Скронева частка рострально обмежена Сильвієвою борозною, а каудально – за принципом обмеження тім'яної частки. На верхньобічній поверхні є: борозни (скроневі – верхня та нижня, поперечна скронева, передня та задня поперечні скроневі) та звивини (скроневі – верхня, середня, нижня). Нижня поверхня має: борозни (побічну, нюхову, гіпокампальну, потилично-скроневу) та звивини (парагіпокампальну, гачок, зубчасту, присередню).

Острівцева частка з поверхні півкуль не візуалізується. Виявляється при розсуванні Сильвієвої борозни. Острівець зверху вкритий кришкою, яка складається з ділянок скроневої, лобової та тім'яної часток. При їх видаленні

відкривається латеральна мозкова ямка та звивини острівця. Центральна борозна поділяє острівець на передню та задню часточки.

Зупинимось на філогенетичних особливостях плаща кінцевого мозку. До давньої кори (три шари нейронів) – *археокортекса* – відносять гіпокамп та його закрутку, зубчасту звивину, поясну закрутку та склепіння. *Палеокортекс* (стародавня кора, має 2-3 шари нейронів) називають пириформною корою, яка займає частину нюхової та гіпокампальної звивин, гачок гіпокампа, передню пронизану речовину, периферичну частину нюхового мозку (нюховий трикутник, тракт, цибулину) та пириформне поле. Кора острівцевої частки – *мезокортекс* – диференційована не повністю. Нова кора – *неокортекс* – складає ~ 95,6% всієї кори. Кора головного мозку складається з шести шарів: *молекулярної* пластинки, *зовнішньої зернистої* пластинки, *зовнішньої пірамідної* пластинки, *внутрішньої зернистої* пластинки, *внутрішньої пірамідної* пластинки, *багатоформної* пластинки.

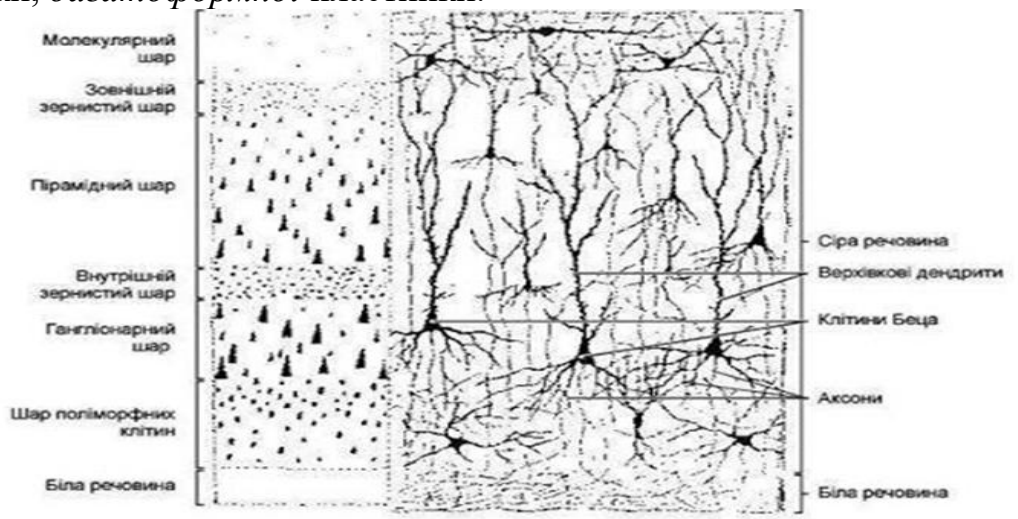
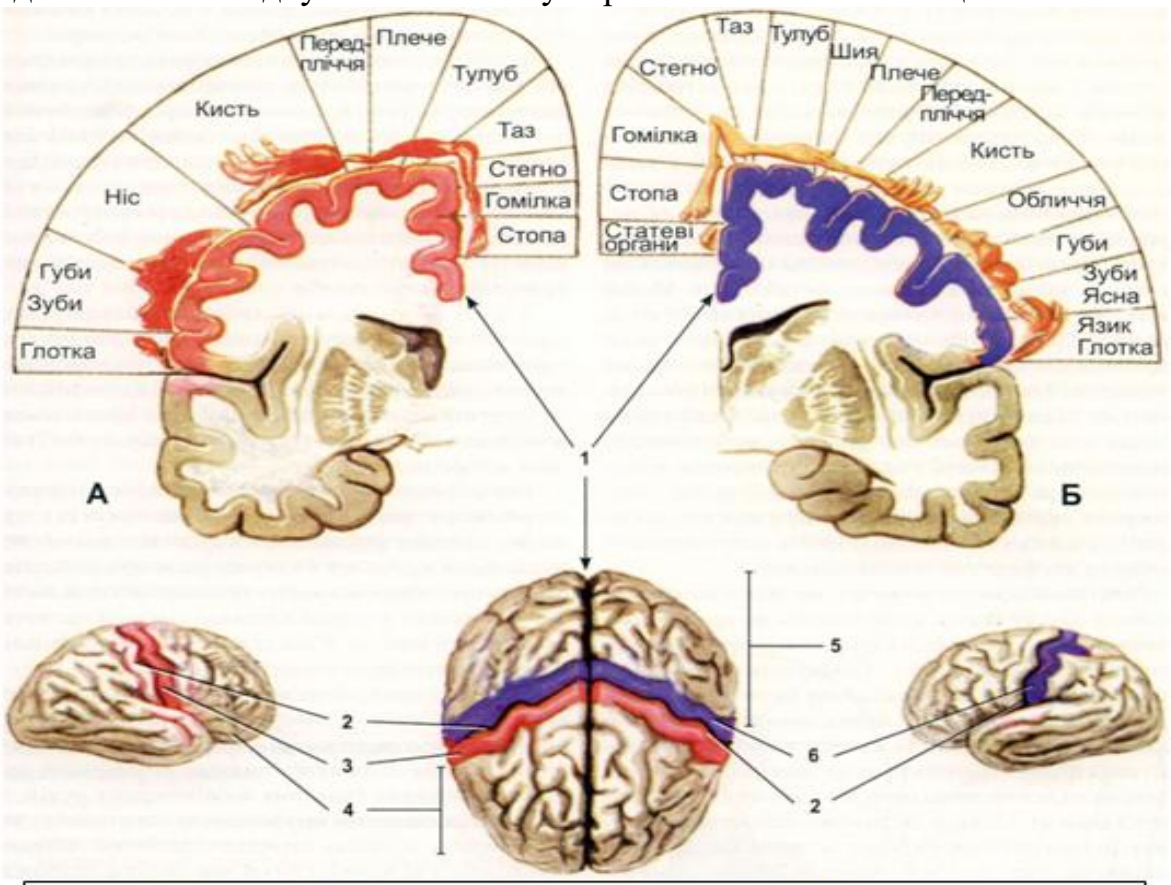


Схема цитоархітектоніки кори кінцевого мозку:
ліворуч – пошарова будова; праворуч – мікроморфологія та топографія гігантських пірамідних нейронів забарвлених за методом Гольджі

На основі цитоархітектонічного дослідження відділів кори головного мозку вивчені функціональні поля. Популярною є цитоархітектонічна карта німецького невролога Корбиніана Бродмана.

Кора великого мозку містить коркові центри аналізаторів. Поле шкірного аналізатора (больова, температурна, тактильна чутливість) розміщені в *постцентральній звивині* та корі *верхньої тім'яної часточки*. В постцентральній звивині протилежна половина тіла людини спроектована догори ногою, таким чином, що у верхній частині звивини розміщена проекція рецепторів нижньої кінцівки, а в нижній частині звивини – проекція рецепторів голови, верхніх частин тулуба і верхніх кінцівок. Кожна постцентральна звивина забезпечує іннервацію протилежної частини тіла, що є наслідком перехресту чутливих провідників в спинному та частково довгастому мозку. У людини в зв'язку з розвитком руки збільшилась кількість рецепторів в шкірі кисті, при цьому збільшились і ділянки кори, які відповідають рецепторам верхньої кінцівки порівняно з такими нижньої кінцівки. При зображенні представництв частин тіла в постцентральній звивині, як би вписуючи фігуру людини донизу головою в основі черепа, а ступнями догори - до верхнього

краю півкуль, виходить непропорційна фігура з величезним обличчям та рукою та невеликим тулубом і малою ногою. Така проекція названа на честь канадського нейрохірурга «людиною Пенфілда» або «чутливим гомункулусом». Вторинна зона шкірної чутливості, яка відповідає за більш складні тактильні відчуття міститься у верхній тім'яній часточці.



Проекція частин тіла на корковий кінець аналізатора загальної чутливості та рухового аналізатора: А – «руховий гомункулус», Б – «чутливий гомункулус»; 1 – повздовжня щілина великого мозку; 2 – центральна борозна; 3 – передцентральна звивина; 4 – лобова частка: 5 – тім'яна частка: 6 – заценгральна звивина

Поле рухового аналізатора міститься переважно в *передцентральній звивині* та *парацентральній часточці*. «Руховий гомункулус» спроектований в передцентральній звивині з протилежної частини тіла у вигляді половини людини догори ногою. В верхніх ділянках передцентральної звивини і парацентральній часточці знаходяться нейрони, які посилають імпульси до м'язів нижньої частини тулуба та нижніх кінцівок. Нижня частина передцентральної звивини має рухові центри, що відповідають за рухи частин обличчя. При цьому, права рухова область синхронізується з рухами лівої половини тіла, а ліва відповідно з правою. М'язи тулуба та глотки координуються центрами обох півкуль.

Повороти голови та очей в протилежний бік забезпечуються моторним полем в *середній лобовій звивині*, в премоторній області. Моторне поле мовної артикуляції є в задніх відділах *нижньої лобової звивини*. Моторне поле пов'язане зі співом міститься в центральних відділах *нижньої лобової звивини*.

В глибині *латеральної борозни* та на внутрішній поверхні *верхньої скроневої звивини* міститься поле слухового аналізатора. В первинних слухових

полях сприймаються високо- та низькочастотні звуки, а у вторинних – обробка слухових сигналів (в полі Верніке).

Поле зорового аналізатора міститься обабіч шпорної борозни потиличної частки. Тут знаходяться первинні і вторинні зорові поля. Вторинні зорові поля забезпечують зорову пам'ять, аналіз кольорів, здатність до орієнтації в новій обстановці. Поле нюхового аналізатора в області *гачка* та частково в *гіпокампальній звивині*. В *нижній скроневій частці*, в *гачку* та *гіпокампальній звивині* є центри смакового аналізатора.

Вища тім'яна асоціативна зона міститься *на межі потиличної, скроневої та тім'яної часток*. Тут поєднуються різні види відчуттів (зорових, слухових, смакових, пропріорецептивних, дотикових). Вища лобова асоціативна зона знаходиться в *ростральній частині верхньої, середньої, нижньої лобових звивин*. В цією зоною пов'язані вищі психічні функції (вибіркова цілеспрямованість поведінки, програмування рухових задач, співставлення поставленої мети з досягнутим результатом, пізнавальна діяльність, формування абстракцій, уваги, емоцій, пам'яті). Науковці припускають, що у вищій лобовій асоціативній зоні поєднуються та співвідносяться соматичні, вегетативні функції, формується інтелект.

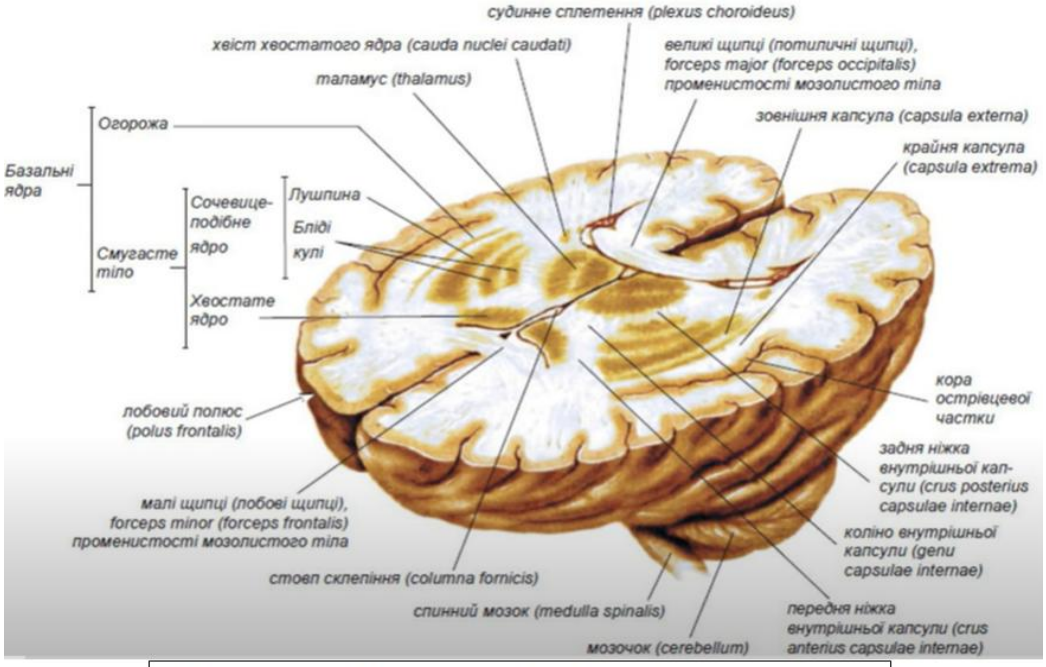
Базальні ядра представлені скупченнями сірої речовини в глибині нейронної маси півкуль. Ядра утворені тілами нейронів та є центрами, які забезпечують емоційні та вегетативні функції. До базальних ядер належать *смугасте* та *мигдалеподібне тіло*. До смугастого тіла входять: *хвостате ядро, сочевицеподібне ядро, огорожа*. Голівка хвостатого ядра формує латеральну стінку переднього рога бічного шлуночка, а хвіст закручується на верхню стінку нижнього рога бічного шлуночка. Сочевицеподібне ядро розміщене латеральніше від таламуса і хвостатого ядра. Прошарки білої речовини (мозкові пластинки) ділять *сочевицеподібне ядро* на частини: *лушпину, латеральну бліду кулю, медіальну бліду кулю*. *Бліда куля* належить до палеостріатума. *Хвостате ядро, лушпина* та *огорожа* входять до неостріатума. Базальні ядра розділені прошарками білої речовини, які називаються *капсулами*: *внутрішньою, зовнішньою* та *крайньою*. Від лушпини огорожа відділена *зовнішньою капсулою*. *Крайня капсула* міститься між огорожею та корою острівця. *Внутрішня капсула* знаходиться між голівкою хвостатого ядра, таламусом та блідою кулею сочевицеподібного ядра.

Частини смугастого тіла (хвостате ядро, лушпина, бліді кулі) мають гістологічну та філогенетичну відмінність, проте об'єднані функціонально. Для цього був введений термін *стріопалідарна система*, яка є основною екстрапірамідної системи, що відповідає за автоматичні рухи, тонус м'язів, деякі вегетативні реакції – теплорегуляцію, вуглеводний обмін.

Мигдалеподібне тіло належить до архестріатума та розміщене в товщі білої речовини скроневої частки півкуль. Мигдалеподібне тіло є одним з нюхових центрів.

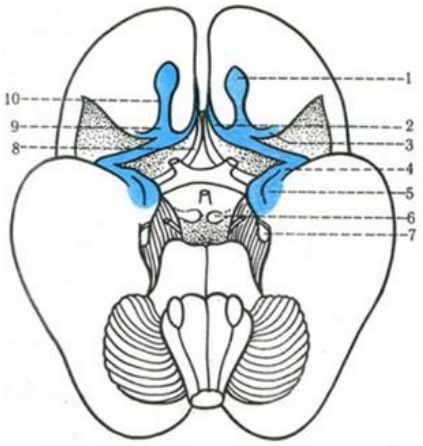
Мікроелектродні дослідження структур базальних гангліїв виявили їх участь в керування рухами. Зміна електричної активності нейронів блідої кулі впливають на рухи кінцівок. Активність в одній частині нейронів виявляється

при згинанні, а в іншій при розгинанні. Базальні ганглії мають відношення до генерації повільних плавних рухів. При ураженнях базальних гангліїв виникають зміни м'язового тонусу та різні види м'язових розладів. Для нормального функціонування базальних ядер необхідний достатній вплив дофамінової та ацетилхолінової систем.



Базальні ядра на горизонтальному розрізі головного мозку

Нюховий мозок об'єднує філогенетично найдавніші та морфологічно найглибші структури. У людини крім нюхової чутливості нюховий мозок бере участь в формуванні емоційних, статевих, захисних реакцій, мотивацій. Нюховий мозок складається з центральної та периферичної частин. До центральної частини належать: *звивина склепіння*, до якої входять *поясна звивина*, *перешийок*, *гіпокампальна звивина*; *гачок гіпокампа*, *зубчаста звивина*, *сірий покрив мозолистого тіла*, *гіпокамп*. До периферичної частини нюхового мозку належать: *нюхова цибулина*, *нюховий тракт*, *нюховий трикутник*, *латеральна* та *медіальна нюхові звивини*, *навколонюхова область*, *передня пронизана речовина*.



Нюховий мозок з прилеглими структурами
1 – нюхова цибулина, 2 – медіальна нюхова смужка, 3 – латеральна нюхова смужка, 4 – гачок гіпокампа, 5 – сосочкові тіла, 6 – гіпокампальна щілина, 7 – термінальна пластинка, 8 – нюхова область, 9 – нюховий трикутник, 10 – нюховий тракт

Склепіння міститься під мозолистим тілом і виконує функцію провідної системи нюхового мозку. Склепіння має вигляд вигнутого тяжа білої речовини, який майже повністю складається з повздовжніх волокон. Складовими

склепіння є: тіло, ніжка та стовп. Тіло зростається з прозорою перегородкою та нижньою поверхнею мозолистого тіла. Ніжки склепіння переходять торочку гіпокампа. Стовпи склепіння закінчуються в соскоподібних тілах гіпокампа. Більша частина нюхового мозку (поясна, зубчаста звивини, гіпокамп) входять до складу лімбічної системи.

Питання для обговорення

1. Загальний план будови кінцевого мозку: поверхні, полюси, відділи, борозни, закрутки.
2. Частки півкуль: топографія особливості будови.
3. Будова та функції нюхового мозку.
4. Цитоархітектоніка великих півкуль.
5. Функціональна структура кори головного мозку.
6. Базальні ядра півкуль: будова і функції.
7. Біла речовина півкуль головного мозку: внутрішня капсула, мозолисте тіло, склепіння.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. Використовуючи муляжі головного мозку, таблиці, вологі препарати визначте топографію кінцевого мозку. Знайдіть структури позначені на рисунку 1 «Схема будови кінцевого мозку». На муляжах визначте полюси (лобовий, потиличний, скроневий) великого мозку, поверхні півкуль (верхньобічну, при середню, нижню), розміщення сірої і білої речовини, мозолисте тіло, частки (лобову, тім'яну, скроневу, потиличну, острівцеву), щілини (повздовжню, поперечну) та міжчасточкові борозни (центральну (Роланда), бічну (Сильвія), тім'яно-потиличну).

Завдання 2. Використовуючи муляжі головного мозку, таблиці, вологі препарати по рисунку 2 визначте наступні структури: центральна борозна (2), передцентральна борозна (3), передцентральна звивина (4), зацентральна звивина (5), верхня лобова звивина (8), середня лобова звивина (9), нижня лобова звивина (10), верхня лобова борозна (11), бічна (Сільвієва) борозна (13), зацентральна борозна (17), верхня тім'яна часточка (18), нижня тім'яна часточка (19), внутрішньотім'яна борозна (20), надкрайова звивина (21), кутова звивина (22), верхня скронева звивина (25), середня скронева звивина (26), нижня скронева звивина (27), верхня скронева борозна (28), нижня скронева борозна (29).

Завдання 3. Використовуючи муляжі головного мозку, таблиці, вологі препарати по рисунку 3 визначте наступні структури: центральна борозна (2), прицентральна звивина (7), передклин (23), гачок (31), язикова звивина (32), побічна борозна (33), присередня потилично-скронева звивина (34), бічна потилично-скронева звивина (35), потилично-скронева борозна (36), острогова борозна (39), тім'яно-потилична борозна (40), клин (41), поясна звивина (42), мозолисте тіло (43), гіпокампальна борозна (44), зубчаста звивина (45), примежова звивина (46), принюхове поле (47).

Завдання 4. Використовуючи муляжі головного мозку, таблиці, вологі препарати по рисунку 4 визначте наступні структури: бічна борозна (13), нижня

скронева звивина (27), парагіпокампальна звивина (30), гачок (31), язикова звивина (32), побічна борозна (33), присередня потилично-скронева звивина (34), латеральна потилично-скронева звивина (35), потилично-скронева борозна (36), орбітальні звивини (49), пряма звивина (50), нюхова борозна (51), нюхова цибулина (52), пронизана речовина (нюхове поле) (53), гіпокампальна звивина (54), поздовжня щілина великого мозку (55).

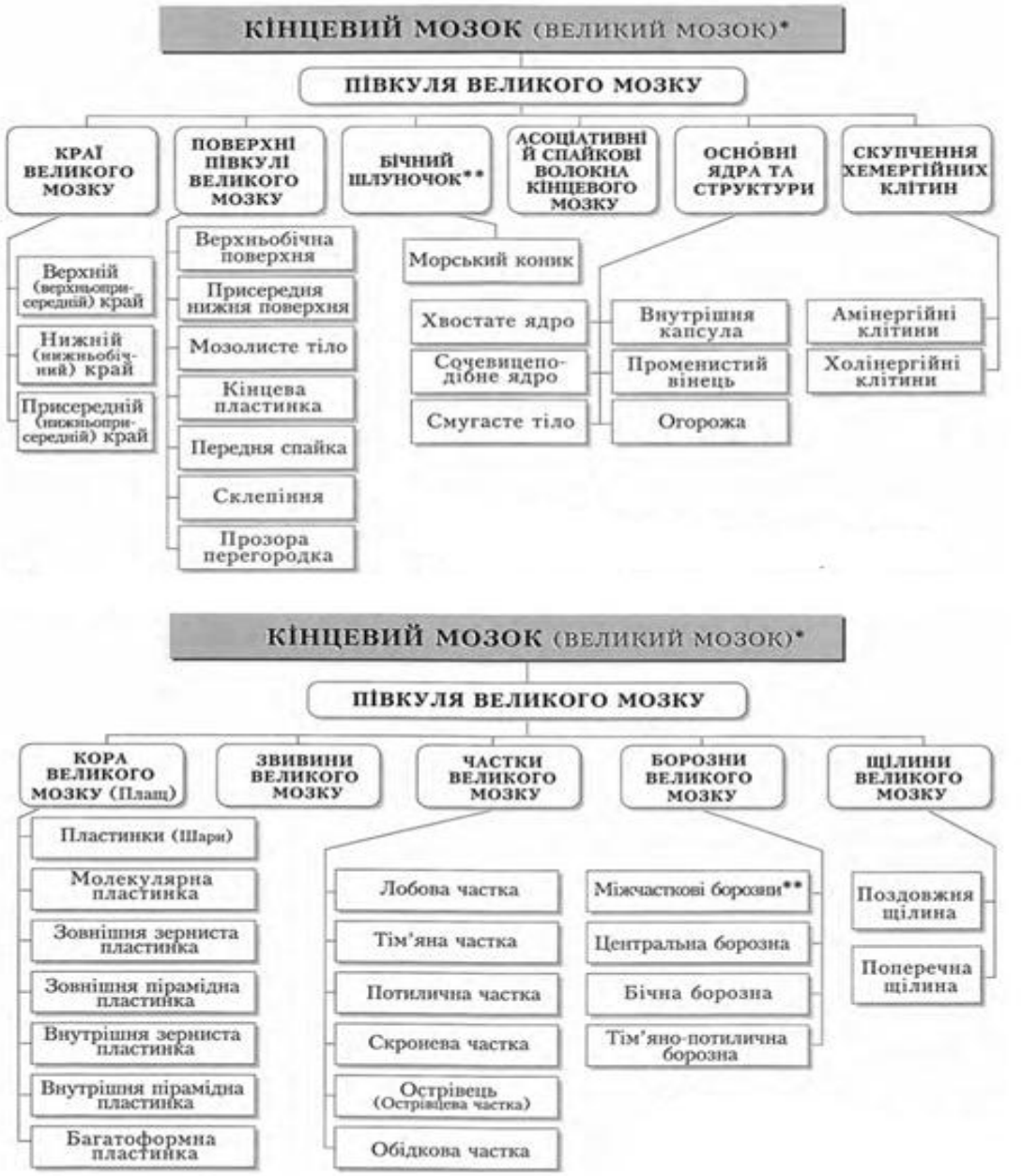


Рисунок 1. Схема будови кінцевого мозку (за джерелом 1).

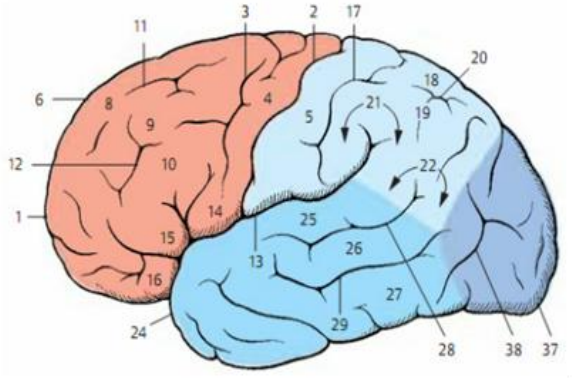


Рисунок 2. Бічна поверхня півкуль великого мозку

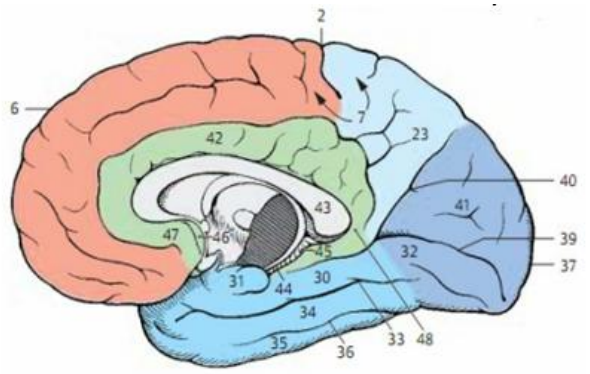


Рисунок 3. Присередня поверхня півкуль великого мозку

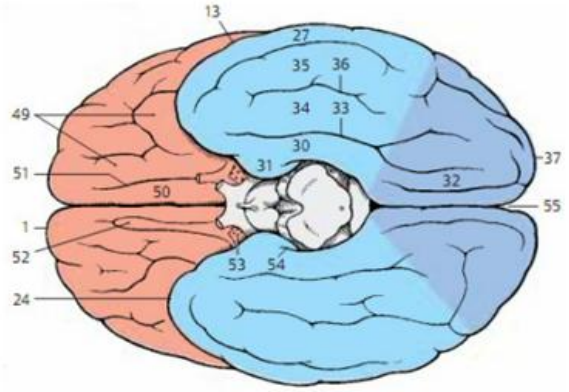


Рисунок 4. Нижня поверхня півкуль великого мозку

Завдання 5. Використовуючи муляжі головного мозку, таблиці, вологі препарати по рисунку 5 (через препарований IV мозковий шлуночок візуалізується ромбоподібна ямка) визначте наступні структури: голівку хвостатого ядра (1), лушпину (2), кора острівцевої частки (3), бліда куля (4), огорожа (5), хвіст хвостатого ядра (6), ядро медіального колінчастого тіла (7), нижній ріг бічного шлуночка (8), верхня мозочкова ніжка (9), середня мозочкова ніжка (10), нижня мозочкова ніжка (11), мозкові смужки (12), трикутник під'язикового нерва (13), трикутник блукаючого нерва (14), горб тонкого ядра (15), мозочок (16), верхній мозковий парус (17), блоковий нерв (18), таламус (19), червоне ядро (20), межова смужка таламуса (21), ядро гіпоталамуса (22), тіло хвостатого ядра (23), кора острівцевої частки (24), порожнина прозорої перегородки (25), передній ріг бічного шлуночка (26).

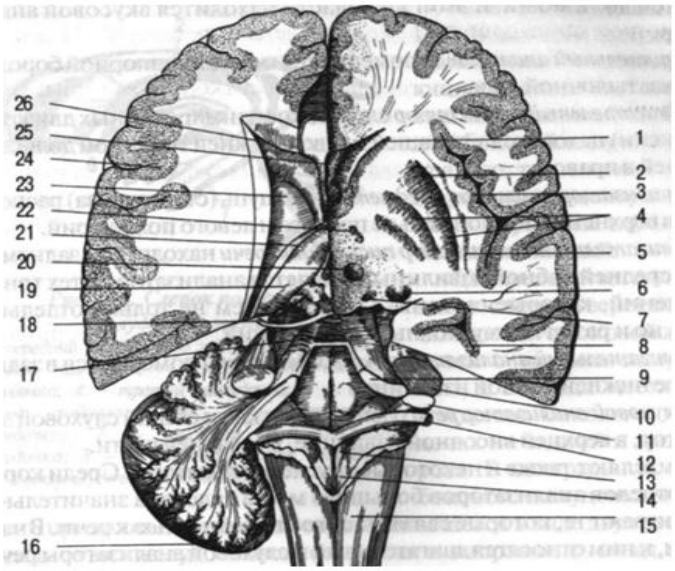
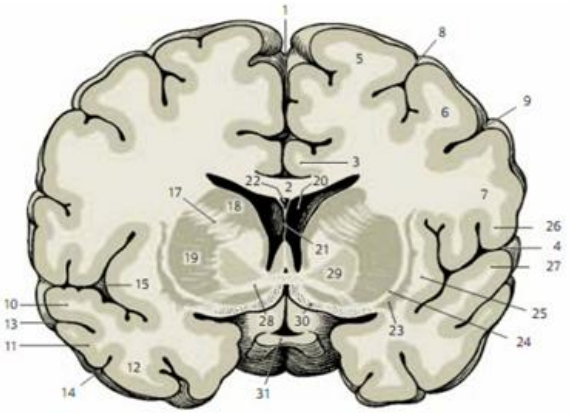


Рисунок 5. Півкулі великого мозку на різних рівнях горизонтального розрізу (праворуч – нижче рівня дна бічного шлуночка, ліворуч – над дном бічного шлуночка)

Завдання 6. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал визначте на рисунку 6 складові переднього мозку та структури, що до нього прилягають: поздовжня щілина великого мозку (1), мозолисте тіло (2), поясна звивина (3), бічна борозна (4), верхня лобова звивина (5), середня лобова звивина (6), нижня лобова звивина (7), верхня лобова борозна (8), нижня лобова борозна (9), верхня скронева борозна (10), середня скронева звивина (11), нижня скронева звивина (12), верхня скронева борозна (13), нижня скронева борозна (14), Сільвієва борозна (15), білі волокна внутрішньої капсули (17), хвостате ядро (18), лушпина (19), бічний шлуночок (20), прозора перегородка (21), огорожа (23), зовнішня капсула (24), крайня капсула (25), лобова покришка (26), скронева покришка (27),– передня спайка (28), бліда куля (29), нюхова кора (30). Поясніть функції зазначених структур переднього мозку.



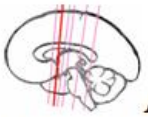


Рисунок 6. Поперечний розріз великих півкуль головного мозку.



Рисунок 7. Схема центрів кори великого мозку (за джерелом 1).

Завдання 7. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал, розгляньте схему центрів кори великого мозку (рис. 7) та позначте на рисунку 8 наступні структури: руховий аналізатор усної мови (I),

руховий аналізатор письмової мови (II), слуховий аналізатор усної мови (III), зоровий аналізатор письмової мови (IV). Коркові ядра: рухового аналізатора (1), аналізатора синхронного повороту голови та очей (2), аналізатора цілеспрямованих складних комбінованих рухів – праксії (3), статокінетичного аналізатора (4), інтерорецептивного аналізатора (5), аналізатора шкірної чутливості (6), аналізатора стереогнозії – пізнавання предметів на дотик (7), слухового аналізатора (8), проекція зорового аналізатора – шпорна борозна (9), проекція нюхового аналізатора – гачок (10), проекція смакового аналізатора – гачок (11).

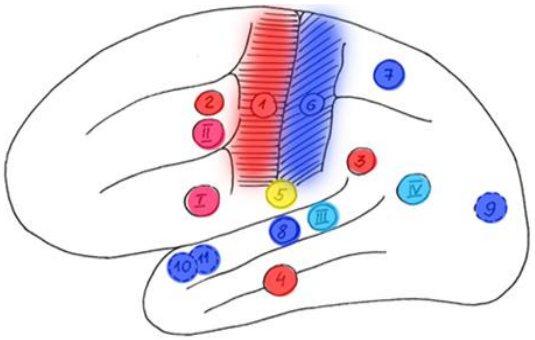


Рисунок 8. Функціональні центри півкуль великого мозку

Завдання 8. Використовуючи дані літератури, Internet-джерела, лекційний матеріал, рисунки 9, 10 з'ясуйте місця виходу черепних нервів, іннервацію та їх функціональну роль. Заповніть таблицю 1.



Рисунок 9. Схема функціонального призначення черепних нервів (за джерелом 1)

Таблиця 1

Черепно-мозкові нерви

Пара нервів	Назва	Топографія ядер	Місце виходу з ЦНС	Ділянка іннервації	Значення

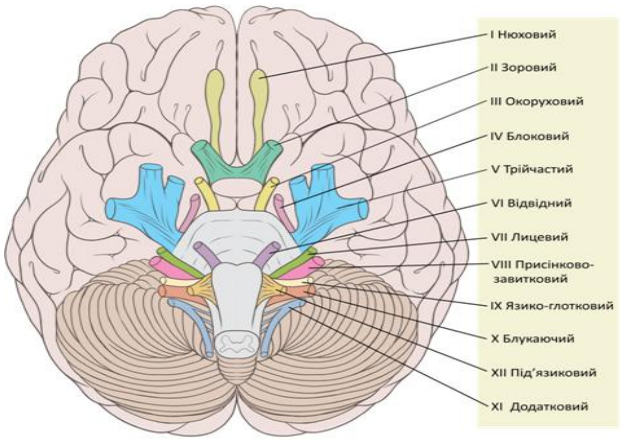


Рисунок 10. Місця виходу черепних нервів

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Філогенетичний та онтогенетичний розвиток кінцевого мозку.
2. Теорії еволюції головного мозку у людини.
3. Патологічні зміни будови і функцій кінцевого мозку.
4. Вікові особливості розвитку великих півкуль у людини.
5. Черепні нерви: локалізація, функції.
6. Скупчення хемергічних клітин головного мозку та їх роль в передачі інформації в межах нервової системи.

Це цікаво знати…

А ви знали, що площа поверхні неокортекса однієї півкулі у людини близько 220000 мм^2, товщина варіює від 1,3 до 4,5 мм. У глибині борозен міститься $^2/_3$ кори, а на поверхні - $^1/_3$. Об'єм кори складає 500 см^3. Кількість нейронів від 10-70 млрд. Засновником вчення про архітектоніку кори головного мозку був завідуючий кафедрою анатомії університету св. Володимира, директор анатомічного театру, анатом, гістолог, психіатр Володимир Олексійович Бец. В 1874 році вчений описав гігантські пірамідні нейрони первинної моторної кори, які отримали назву клітин Беца.

Німецький невролог Корбиніан Бродман (1909) поділив кору головного мозку на 52 цитоархітектонічні зони, названі полями Бродмана. Ці поля згруповані в 11 гістологічні регіони. Бродман виявив, що ділянки мають різну структуру і виконують різні функції. Так 41, 42 поля в скроневій частці є функціональними центрами слуху; 44, 45 поля відповідають за моторику мови; 1, 2, 3 поля постцентральної звивини складають соматосенсорну кору; 17, 18 поля потиличної частки утворюють зорову кору. На основі досліджень Бродмана Оскар Фогт описав понад 200 різних морфо-функціональних ділянок.

Симптомокомплекс при хворобі Паркінсона виникає за умови масових дегенеративних змін нейронів базальних гангліїв, особливо блідої кулі, а також

чорної речовини, що проявляється в комбінації тремору, ригідності та акінезії. При хореї виникають нехарактерні судомні рухи, які охоплюють різні групи м'язів, що пов'язано з порушеннями функцій базальних гангліїв, особливо з ураженням смугастого тіла.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Кінцевий мозок	telencéphalon
Великий мозок	cérebrum
Півкулі великого мозку	hemisphérium cérebri
Плащ	pallium
Поздовжня щілина великого мозку	fissúra longitudinális cérebri
Поперечна щілина великого мозку	fissúra transvérsa cérebri
Мозкові частки	lóbi cerebri
Мозкові борозни	súlci cerebri
Мозкові звивини (закрутки)	gýri cerebri
Лобова частка	lóbus frontális
Тім'яна частка	lóbus parietális
Скронева частка	lóbus temporális
Потилична частка	lóbus occipitális
Острівцева частка (острівець)	lóbus insuláris (ínsula)
Нюховий мозок	rhinencéphalon
Нюхова цибулина	búlbus olfactórius
Передня пронизана речовина	substántia perforáta antérior
Мигдалеподібне тіло	corpus amygdaloídeum
Кора великого мозку	córtex cérebri
Нова кора	neocórtex
Давня кора	paleocortex
Стародавня кора	archeocórtex
Середня кора	mesocórtex
Базальні ядра	núclei basáles
Смугасте тіло	córpus striátum
Хвостате ядро	núcleus caudátus
Сочевицеподібне ядро	núcleus lentifórmis
Бліда куля	glóbus pállidus
Огорожа	cláustrum
Мигдалеподібне тіло	córpus amygdaloídeum
Внутрішня капсула	cápsula intérna
Мозолисте тіло	córpus callósum
Склепіння	fórnix
Прозора перегородка	séptum pellúcidum
Гіппокамп	hippocámpus

Функціональна анатомія ЦНС: лімбічна система, шлуночки мозку, провідні шляхи.

Мета заняття: ознайомитись з морфологією складових лімбічної системи; виявити зв'язок різних відділів головного мозку через систему мозкових шлуночків; з'ясувати особливості ліквородинаміки; визначити аферентні та еферентні провідні шляхи центральної нервової системи та встановити їхню функціональну роль; засвоїти номенклатуру та вивчити латинські назви анатомічних структур до теми; ознайомитись з морфологічними та функціональними порушеннями структур лімбічної системи та ліквородинаміки.

Терміни та поняття: мозкові шлуночки, ліквор, ліквородинаміка, лімбічна система, коло Пейпеца, провідні шляхи головного і спинного мозку.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Поняття про лімбічну систему як складову нюхового мозку.
2. Шлуночки головного мозку та їх зв'язок з спинним мозком.
3. Поняття про ліквор та ліквородинаміку.
4. Провідні шляхи головного і спинного мозку.

Інформаційний матеріал

Лімбічна система являє морфо-функціональний комплекс структур кінцевого та проміжного мозку. До лімбічної системи належать структури півкуль кінцевого мозку, які розміщені на медіальній поверхні та контактують з мозолистим тілом і проміжним мозком. Від кінцевого мозку до лімбічної системи входить поясна та *зубчаста звивини*, *гіпокамп*, *прозора перегородка* і *мигдалеподібне тіло*. Від проміжного мозку до лімбічної системи належать *ядра повідців* (хабенулярні ядра), *таламус*, *гіпоталамус* та *сосочкові тіла*. Волокна, які об'єднують структури лімбічної системи формують *склепіння* кінцевого мозку, яке розташоване у вигляді арки від археокортекса до сосочкових тіл. За допомогою провідних зв'язків лімбічна система пов'язана з неокортексом та вегетативною нервовою системою. Функціонально лімбічна система забезпечує процеси пов'язані з пам'яттю та емоціями. Структури мигдалеподібного комплексу беруть участь в механізмах агресії, які коригуються гіпокампом. Крім того, лімбічна система є активатором формування харчової поведінки, пов'язана з активацією відчуття небезпеки. Широкий спектр реакцій, в формуванні яких бере участь лімбічна система, забезпечується гормонами гіпоталамусу. На функціонування організму лімбічна система впливає через сигнали вегетативної нервової системи, тому її іноді називають «вісцеральним мозком». Лімбічна система забезпечує формування емоційно-гормональної активності організму, яка не завжди підпорядкована розсудливій діяльності.



Лімбічна система та структури, пов'язані з нею
1 – гіпоталамус, 2 – прозора перегородка 3 – таламус, 4 – поясна звивина, 5 – склепіння, 6 – сосочкове тіло, 7 – гіпокамп, 8 – мигдалина, 9 – нюхова цибулина, 10 – нюховий тракт

Не менш важливою функцією лімбічної системи є участь в формуванні механізмів пам’яті. Гіпокамп долучається до утворення короткочасної пам’яті, а структури неокортекса – довготривалої. Активація елементів пам’яті, пов’язаних з життєвим досвідом, з неокортекса відбувається за допомогою лімбічної системи через використання емоційно-гормонального підкріплення мозку. З неокортексом взаємодіють як підкіркові структури лімбічної системи, так і структури плаща великого мозку. Ефекторні структури лімбічної системи забезпечують керування вісцеральною моторикою, руховою активністю при вираженні емоцій, а також гормональне підкріплення організму. При подразненні ядер лімбічної системи відбуваються зміни в процесах кровообігу, дихання, травлення, сечовипорожнення, в проявах сексуальності. Мінливість функціонального стану ядер лімбічної системи є причиною змін настрою від радості та задоволення до страху і гніву. Крайні прояви емоцій виражаються зрушеннями системи кровообігу, дихання та іншими вегетативними реакціями. В гіпокампі та пов’язаних з ним структурах знаходяться на збереженні пам’ятні сліди перенесених раніше подій, що обумовлені активацією довготривалої пам’яті.

Важливими компонентами лімбічної системи є гіпокамп та мигдалеподібний комплекс, які безпосередньо пов’язані з гіпоталамусом. Гіпокамп містить поліфункціональні нейрони, з чим пов’язана їхня здатність до реакцій на різні сенсорні подразнення тривалими реакціями, за значного розповсюдження збудження, що охоплює більшу половину клітин. Від археокортекса імпульси спрямовані до гіпокампа та мигдалеподібного комплексу, тому емоційні прояви і психічні реакції підпорядковані новій корі. Цей зв'язок двобічний, сигнали від ядер лімбічної системи до центрів кори надають емоційного ефекту відповідним мовним та руховим реакціям.

Між складовими лімбічної системи є як прості двобічні зв'язки, так і складні колові шляхи. Через такі кола може відбуватися тривала рециркуляція імпульсів з залученням інших структур мозку. Прикладом складних зв’язків є коло Пейпеца (гіпокамп → сосочкові тіла → передні ядра таламуса → кора поясної звивини → парагіпокампова звивина → гіпокамп). Коло Пейпеца бере участь в формуванні пам'яті і процесів навчання. Коло мигдалеподібного комплексу регулює агресивно-оборонні, харчові і сексуальні форми поведінки (мигдалеподібне тіло → гіпоталамус → лімбічна область середнього мозку → мигдалеподібне тіло).

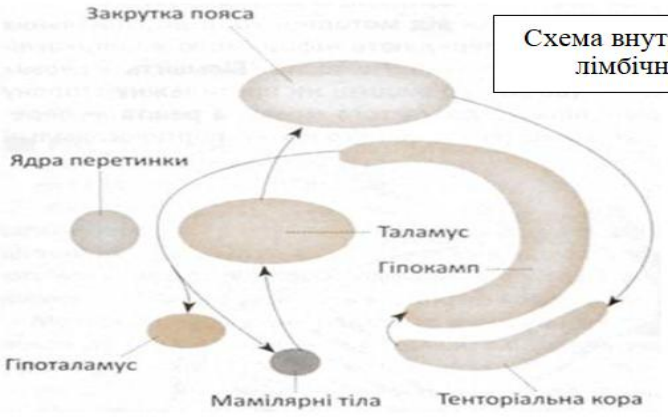


Схема внутрішніх зв’язків лімбічної системи

Відділи головного мозку пов'язані між собою порожнинами – шлуночками мозку. *IV шлуночок* є порожниною заднього та довгастого мозку та має форму намету, що основою обернений вперед, а вершиною – назад та догори. Ростральним кінцем він поєднаний з III шлуночком через водопровід Сильвія. В каудальній частині переходить в центральний канал спинного мозку. Дно IV шлуночка представлене ромбоподібною ямкою, на задній поверхні довгастого мозку та моста. Верхні краї ромбоподібної ямки утворені передніми ніжками мозочка. Її нижні краї утворені задніми мозочковими ніжками. В медіальні площині по поверхні ромбоподібної ямки є серединна борозна, латерально від якої є парне підвищення – горбки лицьового нерва. В нижніх відділах ромбоподібної ямки на рівні довгастого мозку серединне підвищення переходить в трикутник під'язичного нерва, латерально від якого проходить трикутник блукаючого нерва. В бічних полях ромбоподібної ямки є вестибулярні поля, під якими знаходяться ядра присінково-завиткового нерва. Від них починаються мозкові стрічки, які переходять на протилежну сторону та з'єднуються з слуховою медіальною оливою, де здійснюється порівняння величини слухових сигналів від вух та формується розуміння джерела звука.

Черепно-мозкові нерви проектуються на дно IV шлуночка. *Трійчастий нерв* (V пара) має чотири ядра: рухове, мостове, спинномозкового шляху, середньомозкового шляху. *Відвідний нерв* (VI пара) має рухове ядро. *Лицьовий нерв* (VII пара) представлений в ромбоподібній ямці трьома ядрами: руховим, одинокого шляху, верхнім слиновидільним. *Присінково-завитковий нерв* (VIII пара) має 4 вестибулярних та 2 завиткових ядра. *Язикоглотковий нерв* (IX пара) містить 3 ядра: подвійне, одинокого шляху, нижнє слиновидільне. *Блукаючий нерв* (X пара) має 3 ядра: подвійне, одинокого шляху, заднє вегетативне. *Додатковий нерв* (XI пара) має рухове ядро. *Під'язиковий нерв* (XII пара) містить рухове ядро.

Покрив IV шлуночка нависає над ромбоподібною ямкою у вигляді *верхнього* і *нижнього мозкового парусів*. Каудальна ділянка нижнього мозкового паруса називається *засувка*. Судинна тканина в порожнині IV шлуночка формує *ворсинчасте сплетіння*, від яких відходять три отвори (серединний – отвір Маженді та два бічних – Люшка). IV шлуночок заповнений ліквором. З'єднання IV шлуночка з підпавутинним простором обмежується ворсинчастим судинним сплетінням.

III мозковий шлуночок з його судинними сплетіннями є структурою проміжного мозку та розміщений між правим та лівим таламусами. III шлуночок сполучається з бічними мозковими шлуночками через міжшлуночкові (Монроєві) отвори, а з IV шлуночком – через водопровід мозку (Сильвіїв). Від одного отвору до іншого проходить гіпоталамічна борозенка,що є межею між таламусом та гіпоталамусом. По нижній стінці III шлуночка проходять зорові шляхи з хіазмою. Верхня стінка має дуплікатору м'якої судинної оболонки, що формує судинний прошарок з судинним сплетінням, капіляри якого синтезують ліквор, що заповнює порожнину шлуночка.

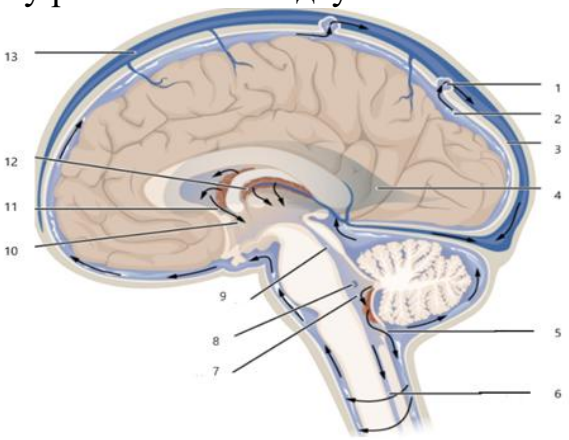
Бічні шлуночки знаходяться всередині півкуль великого мозку і мають по три роги: передній, задній та нижній. Ділянка бічного шлуночка, яка розміщена

ростральніше Монроєва отвору називається переднім рогом, медіальна стінка якого утворена прозорою перегородкою, латеральна і вентральна стінки є поверхнею хвостатого ядра, в свою чергу, дорсальна – мозолистим тілом.



Шлуночки головного мозку

Центральну частину бічного шлуночка утворює простір від Монроєва отвору до місця його поділу на нижній і задній роги. Задній ріг входить в потиличну частку великих півкуль, верхня і бічна стінки якого утворені мозолистим тілом, а нижня і медіальна – вип'ячуванням білої речовини потиличної частки в порожнину заднього рога. Нижній ріг є порожниною скроневої частки, внутрішня стінка якого сформована вип'ячуванням морського коника, а верхня стінки – хвостом хвостатого ядра. Прозора перегородка утворює медіальні стінки бічних шлуночків, між якими є щілина, що заповнена ліквором. Судинне плетиво розподілене нерівномірно: починається від Монроєва отвору і прямує до нижнього рогу, в передньому і задньому рогах взагалі відсутнє.



Рух ліквору в ЦНС
1 – грануляції павутинної оболонки, 2 – підпавутинний простір, 3 – тверда мозкова оболонка, 4 – правий бічний шлуночок, 5 – середня апертура, 6 – центральний канал, 7 – четвертий шлуночок, 8 – бічна апертура, 9 – водопровід мозку, 10 – третій шлуночок, 11 – міжшлуночковий отвір, 12 – судинне плетиво, 13 – верхній сагітальний синус

Ліквор є прозорою, безколірною рідиною слабко лужної реакції. Об'єм рідини складає від 80 до 200 мл, оновлюється декілька разів на добу. За хімічним складом схожий з сироваткою крові: до 90% вода, електроліти, неорганічний фосфор , амінокислоти, білки, вуглеводи, сечовина, тощо. Процес ліквороообігу складається з трьох етапів: продукції ліквору, циркуляції та відтоку. Однією з головних функцій ліквору є підтримання електролітного балансу і водно-мінерального обміну. Цереброспінальна рідина виконує функцію механічного захисту, бере участь в регуляції осмотичного тиску, утворює рідке середовище, яке необхідне для функціонування мозку, підтримує хімічний склад позаклітинного простору для фізіологічного перебігу нервових процесів та проведення нервових імпульсів. Ліквор утворюється шляхом фільтрації з крові води та електролітів через судинні плетива. Основна маса

рідини утворюється з бічних шлуночків. Судинні плетива в порожнині мозку утворюються з судинної оболонки, яка протискує епітеліальний покрив мозку. Всмоктування води, амінокислот, деяких йонів з ліквору в паренхіму мозку відбувається по епендимі мозку. Основний відтік цереброспінальної рідини спрямований каудально з бічних та ІІІ шлуночків. Це відбувається за рахунок того, що у ростральних відділах системи шлуночків більший тиск оскільки швидкість утворення ліквору вища. Цереброспінальна рідина виходить з шлуночків мозку через отвори Лушки та Мажанді і потрапляє в субарахноїдальний простір. В зоні венозних синусів субарахноїдального простору ліквор через грануляції павутинної оболонки всмоктується в венозну кров за градієнтом концентрації. Частина цереброспінальної рідини всмоктується венулами сплетінь м'якої мозкової оболонки, а звідти відтік спрямовується у венозні синуси та сегментарні вени.

Провідні шляхи нервової системи представлені ланками нейронів, що утворюють пучки нервових волокон для проведення нервових імпульсів від рецепторів в ЦНС та зворотному напрямі. В ядрах переключається імпульси і на рівні тіл нейронів здійснюється обробка інформації. В синапсах сигнали трансформуються і після ядер спинного та головного мозку інформація надходить до центрів кори. Відповідно напряму руху нервового сигналу виділяють аферентні та еферентні провідні шляхи, які забезпечують єдність структур організму та узгоджують їхню діяльність. Функціонально провідні шляхи ЦНС поділяються на *асоціативні* (довгі і короткі), *комісуральні*, *проекційні* (висхідні – інтерорецептивні, екстерорецептивні, пропріорецептивні та низхідні – пірамідні та екстрапірамідні).



Схема провідних шляхів ЦНС (за джерелом 1)

Питання для обговорення

1. Морфологічна та функціональна характеристика лімбічної системи.
2. Морфологічні особливості та функціональний взаємозв'язок шлуночків головного мозку.
3. Аферентні проекційні екстероцептивні провідні шляхи.
4. Аферентні пропріоцептивні та інтероцептивні провідні шляхи.
5. Еферентні рухові провідні шляхи. Пірамідні провідні шляхи.
6. Екстрапірамідні провідні шляхи.
7. Морфо-функціональні порушення лімбічної системи.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. На фіксованих препаратах мозку (вологі препарати головного мозку людини), муляжах та моделях головного мозку знайдіть структури, що мають відношення до лімбічної системи. На рисунку 1 «Схема лімбічної системи» знайдіть і підпишіть наступні структури: нюхова цибулина, мигдалина, ніжка гіпокампа, сосочкові тіла, переднє таламічне ядро, склепіння, епіфіз, повідець, мозолисте тіло, прозора перегородка.

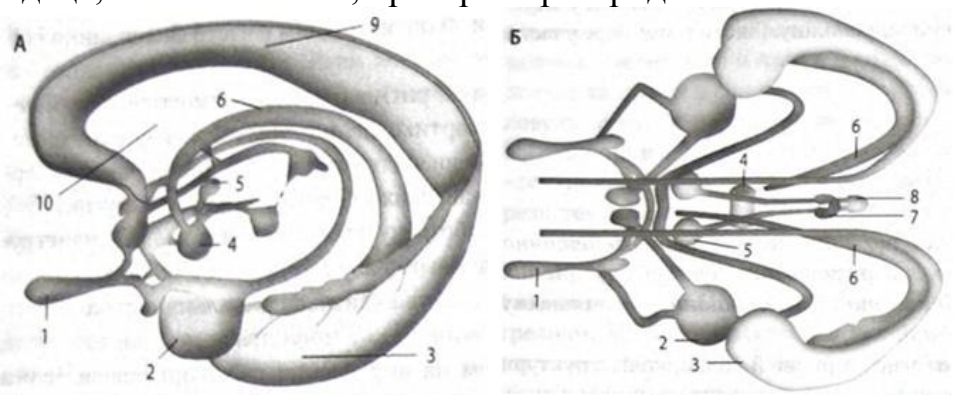


Рисунок 1. Схема будови лімбічної системи (за Л. О. Бадаляном, 1975)
А – сагітальний розріз, Б – горизонтальний розріз

Завдання 2. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела заповніть таблицю 1 «Значення структур лімбічної системи».

Таблиця 1

Значення структур лімбічної системи

Структура лімбічної системи	*Функціональна роль*
Нюхові цибулини	
Нюхові тракти	
Мигдалина	
Гіпокамп	
Закрутка гіпокампу	
Поясна закрутка	
Склепіння	
Сосочкові тіла	
Прозора перегородка	

Завдання 3. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела, розгляньте рисунок 3 і позначте напрям руху ліквору від головного до спинного мозку. Знайдіть на рисунку серп великого мозку (1),

поздовжню щілину великого мозку (2), міжоболонковий підпавутинний простір – простір Дюре (3), судинне сплетіння бічного шлуночка (4), латеральну борозну – Сильвієву борозну (5), апертури четвертого шлуночка (6), під павутинне сплетіння спинного мозку (7), четвертий шлуночок (8), водопровід середнього мозку – Сильвіїв водопровід (9), третій шлуночок (10), бічний шлуночок (11), верхній сагітальний синус (12), кровоносні судини (13), грануляції павутинної оболонки – грануляції Пахіоні (14).

Завдання 4. Розгляньте рисунок 2 та поясніть взаємозв'язок спинного і головного мозку.

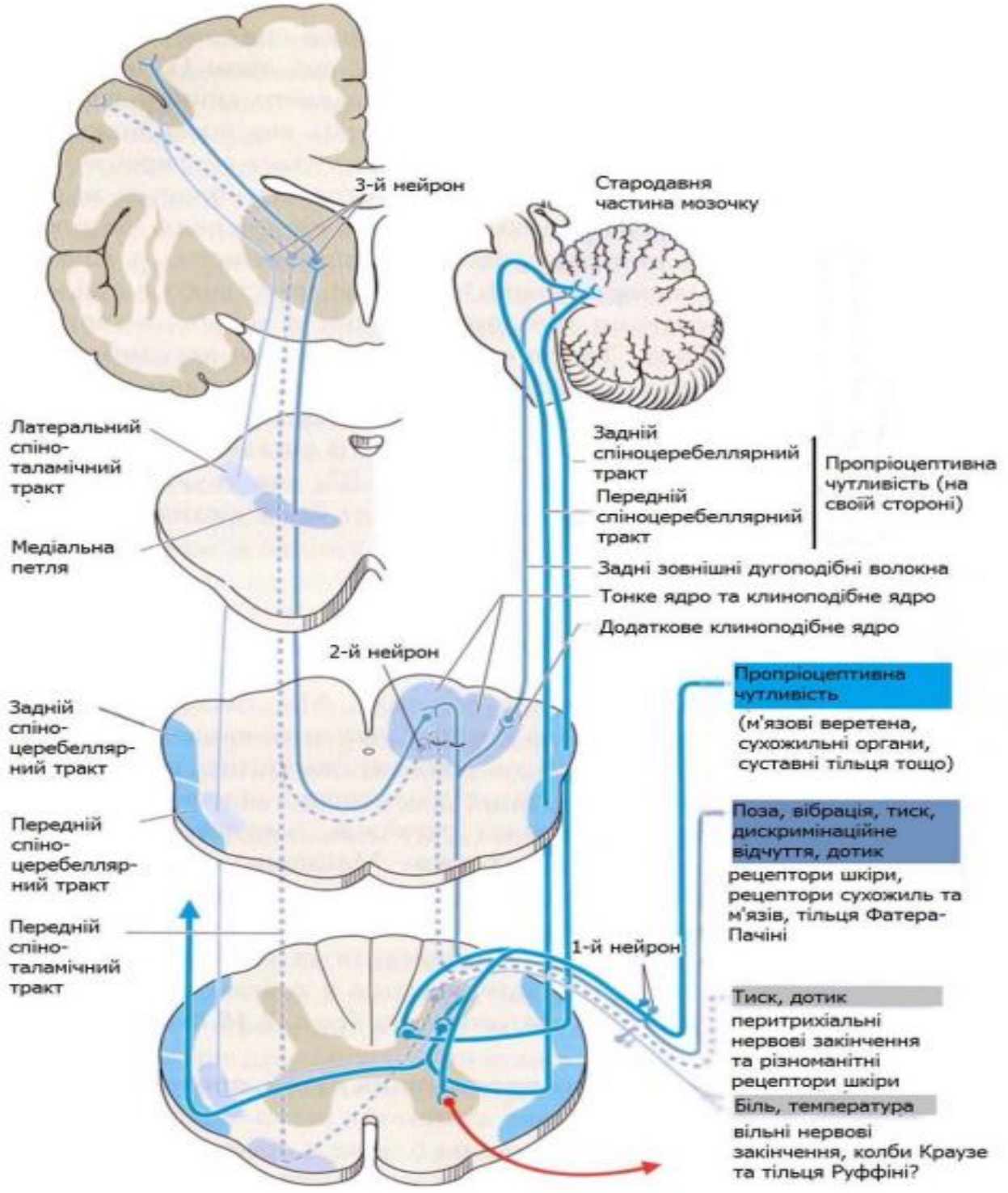


Рисунок 2. Основні висхідні волокна спинного мозку з наступним розміщенням в головному мозку і мозочку

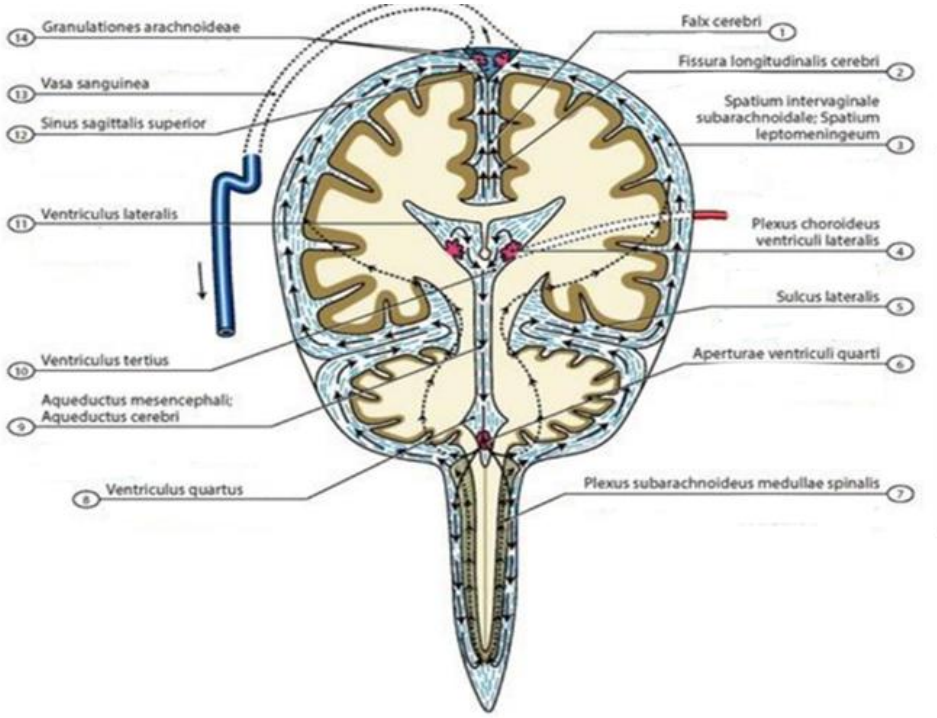


Рисунок 3
Схема шляхів відтоку спинномозкової рідини з шлуночків головного мозку (фронтальний розріз). Стрілками показаний напрям

Завдання 4. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела заповніть таблицю 2.

Таблиця 2

Провідні шляхи головного та спинного мозку

Провідні шляхи	Перший нейрон	Другий нейрон	Біла речовина в межах ЦНС	Третій нейрон	Коркове представництво

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Будова шлуночків головного мозку та їх функціональна роль.
2. Аферентні провідні шляхи головного і спинного мозку.
3. Еферентні провідні шляхи головного і спинного мозку.
4. Морфо-функціональні порушення провідних шляхів внаслідок механічних травм та їхні наслідки.
5. Патологічні зміни лімбічної системи.

Це цікаво знати…

Спинномозкова рідина збільшується з віком. Зміни в лікворній системі супроводжують неврологічні та нейрохірургічні захворювання: гідроцефалію, пухлини мозку, субарахноїдальні кісти, тощо. При порушенні секреції, резорбції, руху цереброспінальної рідини виникають ліквородинамічні порушення. Такі розлади можуть бути причиною гіпертензії, гіпотензії, головних болів внаслідок нерівномірної внутрішньочерепної дистензії, яка

супроводжується надмірним тонусом судин та оболонок головного мозку. Для уникнення ліквородинамічних розладів важливо вести здоровий спосіб життя, займатися плаванням, бігом, дотримуватись режиму дня та сну, раціонально харчуватись, не мати шкідливих звичок.

Метод комп'ютерної томографії, який заснований на використанні рентгенівських фотонів для отримання зображення за допомогою цифрової реконструкції, дозволяє виявити зміни ліквородинаміки, що супутні травматичним ушкодженням. Більш інформативним методом візуалізації ліквор них просторів є магнітно-резонансна томографія, що дозволяє оцінити зміни розмірів ліквор них просторів, турбулентний потік ліквору, виявити тонкі мембрани в субарахноїдальних просторах та цистернах, оцінити прохідність ліквор них структур.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Четвертий шлуночок	ventrículus quártus
Третій шлуночок	ventrículus tértius
Бічний шлуночок	ventrículus laterális
Лімбічна частка	lóbus límbicus
Поясна борозна	súlcus cínguli
Поясна звивина	gýrus cínguli
Смужкова звивина	gýrus fascioláris
Парагіпокампова звивина	gýrus parahippocampális
Гіпокампова борозна	súlcus hippocampális
Гачок	úncus
Зубчаста звивина	gýrus dentátus
Торочково-зубчаста борозна	súlcus fimbriodentátus
Торочки гіпокампа	fímbria hippocámpi
Побічна борозна	sulcus collaterális
Нюхова борозна	sulcus rhinális

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

Зорова та слухова сенсорні системи

Мета заняття: ознайомитись з морфологією органів зору та слуху; з'ясувати особливості будови та функцій зорової та слухової сенсорних систем; виявити значення додаткових органів ока, роль оптичної та світлосприймаючої систем ока; визначити аферентні провідні шляхи зорового та слухового аналізатора і встановити їхню функціональну роль; повторити топографію та визначити механізми дії коркових центрів зорового та слухового аналізаторів; засвоїти номенклатуру та вивчити латинські назви анатомічних структур до теми.

Терміни та поняття: органи чуття, сенсорна система, аналізатор, відділи аналізаторів, оптична система ока, світлосприймаюча система ока, камери ока, додаткові структури ока, очні м'язи, сльозовий апарат, зорова вісь, оболонки ока, присінково-завитковий орган, відділи вуха, слухові кісточки, кістковий та перетинчастий лабіринти, шляхи передачі звукової хвилі, перилімфа, ендолімфа.

ЗМІСТ ТЕМИ

1. Поняття органи чуття, сенсорні системи, аналізатори.
2. Морфо-функціональні особливості органів зору та зорового аналізатора.
3. Морфо-функціональні особливості органів слуху та слухового аналізатора.
4. Онто- та філогенетичні особливості формування зорової та слухової сенсорних систем.
5. Вікові зміни зорової і слухової сенсорних систем.
6. Патології органів зору і слуху.

Інформаційний матеріал

Органами чуття є утворення, які забезпечують сприйняття подразнень та перетворення їхньої енергії на нервовий імпульс. Вони містять периферичні кінці аналізаторів і попереджають несприятливі впливи середовища на рецептори. *Аналізатори* (*сенсорні системи*) представлені нервовими елементами різних рівнів, здатних сприймати подразнення, трансформувати енергію подразника в нервовий імпульс та кодувати інформацію, транспортувати її до коркових представництв в ЦНС, з подальшим аналізом та перетворенням на відчуття. Аналізатори складаються з відділів: периферичного (рецептори), провідного (нерви), центрального (коркове представництво). Рецепторний апарат представлений пропріорецепторами (подразнюються від впливів на кістки, сухожилки, зв'язки, м'язи), екстерорецепторами (загального характеру – термічні, больові, вібраційні, тиску, дотику та спеціального характеру – хімічні, світлові, звукові), інтерорецепторами (сприймають подразнення від внутрішніх органів, залоз, судин). Розрізняють наступні *органи чуття*: зору, присінково-завитковий орган, нюху, смаку, тактильний, больової та температурної чутливості, руху. Також виділяють такі *аналізатори*: зоровий, слуховий, присінків, нюховий, смаковий, шкірний.

Орган зору є складовою зорового аналізатора. В функціональному відношенні в органі зору виділяють: *формоутворюючу систему* (зовнішня

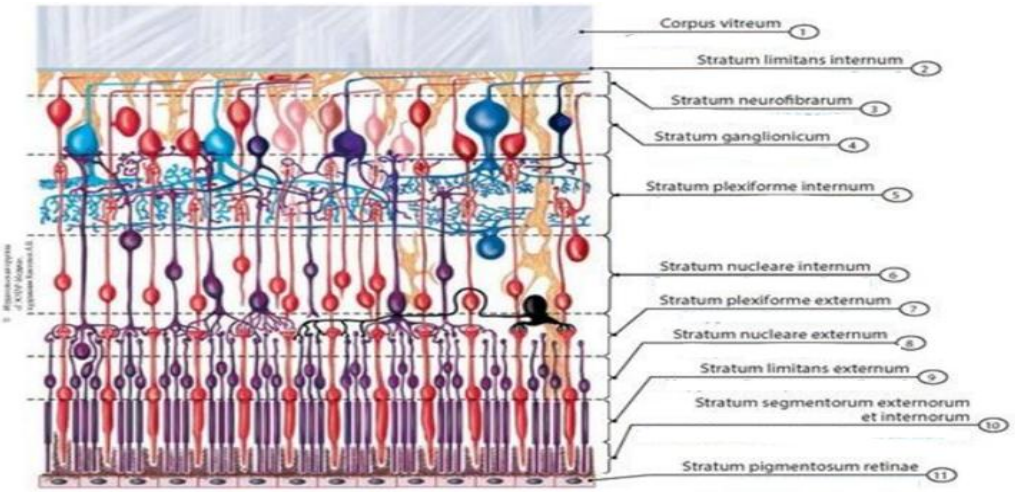
оболонка ока, водяниста волога), *оптичну систему* (рогівка, водяниста волога, кришталик,склисте тіло), *рецепторну систему* (сітківка), *трофічну систему* (кровоносні судини, чутливі нерви та закінчення, а також структури, які забезпечують синтез та відведення внутрішньоочної вологи). Очне яблуко оточене жировим тілом очної ямки, зовнішніми м'язами очного яблука, очноямковою фасцією. Очне яблуко має передній та задній полюси та дві осі: анатомічну (з'єднує два полюси), зорову (від переднього полюса до центральної ямки сітківки). Також в очному яблуці виділяють *капсулу* (оболонки волокниста, судинна, внутрішня) і *ядро* (внутрішнє середовище).

Фіброзна оболонка утворює *склеру* і *рогівку* очного яблука, здійснює захисну та формоутворюючу функцію, побудована з колагенових і незначної кількості еластичних волокон. Місце переходу рогівки в склеру заглиблюється у колову борозну склери, від якої починається *лімб*. Рогівка має 5 шарів (епітеліальний, передня межова мембрана, сполучнотканинна строма, задня межова мембрана, задній епітелій). Рогівка має високу заломлюючу здатність (43 діоптрії, коефіцієнт заломлення світла 1,376) та значну тактильну чутливість, що забезпечує рогівковий рефлекс. Живлення рогівки відбувається за рахунок водянистої вологи передньої камери, сліз та дифузії поживних речовин з судин лімба. Склера складається з щільної сполучної тканини, майже без судин та рецепторів. До поверхні склери кріпляться шість м'язів ока – прямі (4) та косі (2). Склера на межі з рогівкою містить венозний синус склери – канал Шлема, заповнений венозною кров'ю. Частина білкової оболонки, де проходять пучки волокон зорового нерва, має назву решітчастої пластинки.

Судинна оболонка прилягає до внутрішньої поверхні склери, багата на судини та пігменти. З склерою міцно зрощується в області лімба та у місці виходу зорового нерва. Складовими судинної оболонки є: *райдужка, війкове тіло, власне судинна оболонка*. Ворсинчаста (власне судинна) оболонка міститься під склерою і складається з судинної, надворсинчастої та ворсинчасто-капілярної пластинок. Надворсинчаста пластинка містить чисельні канали з кровоносними, лімфатичними судинами та нервами. Судини проникають в очне яблуко в області заднього полюса. Між склерою та судинною оболонкою є щілиноподібний (перихороїдальний) простір. Війкове тіло є потовщеною частиною судинної оболонки, що знаходиться позаду райдужки в зоні переходу рогівки в склеру. На відстані 2 мм від лімба попереду війкове тіло зростається з війчастим краєм райдужки, а позаду – з власне судинною оболонкою. Складовими війкового тіла є: війкове коло (задня частина), війковий вінець (передня частина) з війковими відростками. Війкові відростки розміщені радіально та містять кровоносні судини. Війкове коло переходить у ворсинчасту оболонку і містить війковий м'яз (циліарний) з гладких волокон. Ці волокна розходяться меридіанно, циркулярно, радіально. Радіальні волокна переплетені між меридіанними і циркулярними і при скорочення наближують їх. Еластичні волокна між м'язовими волокнами забезпечують розправлення війкового м'яза при його розслабленні. Війковий м'яз іннервуються парасимпатичними волокнами окорухового нерва і відіграє роль при акомодації за рахунок зміни кривизни кришталика. Скорочення

війкового м’яза викликає зсування ворсинчастої оболонки вперед та збільшує опуклість кришталика. Наслідком цього є зменшення фокусної відстані ока. Райдужка є передньою частиною судинної оболонки з отвором в центрі – зіницею. Діаметр зіниці змінюється в межах від 2 до 8 мм. М’яз звужував зіниці – сфінктер – представлений пучками непосмугованих волокон які розміщені циркулярно. М’яз, який забезпечує розширення зіниці – дилятатор – має радіальне розміщення пучків волокон. Райдужка має два краї: зіничний та війковий. Війковий край зростається з війковим тілом та склерою через гребінчасту зв’язку райдужки, яка заповнює райдужно-рогівковий кут. Простори цього кута розміщені між тяжами гребінчастої зв’язки, через які в канал Шлема відтікає внутрішньоочна рідина. Передня поверхня райдужки має радіальні складки. Тут же є зовнішнє велике і внутрішнє мале кільце райдужки. Задня поверхня райдужки вкриває пігментний епітелій. Чим більше пігменту в меланоцитах, тим темніший колір очей. Райдужка має дві артерії, розміщені по колу, які здійснюють живлення м’язів, крім того вони виконують опорну функцію.

Сітківка є внутрішньою оболонкою очного яблука та має наступні складові: *зорову* та *сліпу*. Сліпа сітківка війкова частина приростає з середини до війкового тіла, а райдужкова частина сітківки – до райдужки. Зорова частина сітківки прилягає до власне судинної оболонки. Зубчастий край слугує межею між зоровою і сліпою частиною сітківки. Зорова частина сітківки містить фоторецепторні клітини, які перетворюють енергію світла у нервовий імпульс: колбочки (забезпечують кольоровий, хроматиновий зір) та палички (забезпечують скотопічний, ахроматиновий зір). Диск зорового нерва має сліпу пляму з відсутніми фоторецепторами. Жовта пляма з центральною ямкою розміщена латерально від диску зорового нерва та є місцем найкращого бачення, оскільки містить лише колбочки. Гістотопограма дозволяє побачити на зоровій частині багатошарову будову сітківки.



Будова сітківки ока (джерело KingMed.info)
1 – склисте тіло, 2 – внутрішній межовий шар, 3 – нервововолокнистий шар, 4 – гангліонарний шар, 5 – внутрішній переплетений шар, 6 – внутрішній ядерний шар, 7 – зовнішній переплетений шар, 8 – зовнішній ядерний шар, 9 – зовнішній межовий шар, 10 – шар зовнішніх і внутрішніх сегментів, 11 – пігментна частина сітківки

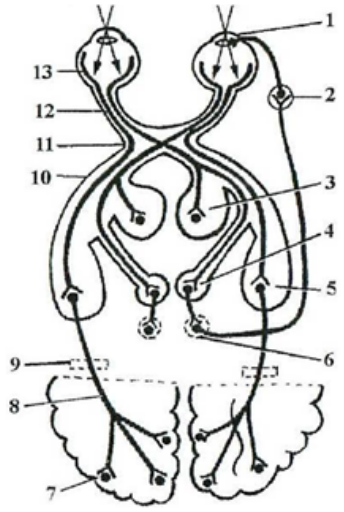
Найбільш глибокий *пігментний шар* є і в зоровій, і сліпій частині сітківки та в ембріогенезі має походження від зовнішньої частини очного келиха. Пігментний шар віддзеркалює частину світла, яке пройшло через нервовий шар без активації фоторецепторів, що надає ефективності механізму світлопоглинання. *Пігментний епітелій* пов'язаний з судинною оболонкою, іноді при деяких захворюваннях відшаровується від епітеліального шару. Внутрішній шар сітківки походить від внутрішньої частини очного келиха та називається *нервовим шаром*. До нього входять: *шар зовнішніх та внутрішніх сегментів, зовнішній межовий, зовнішній ядерний, зовнішній переплетений, внутрішній ядерний, внутрішній переплетений, нервововолокнистий, внутрішній межовий шари*. Колбочки (120 млн.) та палички (7 млн.) займають дев'ятий шар та пов'язані з біполярними нейронами п'ятого шару. З кожною біполярною клітиною пов'язані три-чотири палички та одна колбочка. Мультиполярні гангліозні клітини приймають сигнали від біполярних клітин. Аксони гангліозних клітин знаходяться на поверхні сітківки та надалі формують зоровий нерв. Оскільки в межах сітківки вони не мають мієлінової оболонки, то забезпечують проходження світла до фоторецепторних клітин. При проходження фотонів через дев'ять шарів сітківки відбуваються біохімічні перетворення родопсину та виникає нервовий сигнал. При еметропії (в нормі) зорові зображення фокусуються в області жовтої плями перевернутими. В корі мозку зоровий образ ще раз перевертається і ми його бачимо реальним. За міопії відбувається фокусування перед сітківкою, а за гіперментропії – за сітківкою. Сітківка має складну систему кровопостачання. Артерії беруть початок від центральної артерії сітківки. Венозна кров потрапляє в центральну вену сітківки.

Заломлення світлових променів відбувається через структури *ядра очного яблука*, куди входять три камери. Передня камера знаходиться між рогівкою та райдужкою, містить водянисту вологу, що забезпечує живлення кришталика та рогівки і є оптичним середовищем ока. Задня камера знаходиться між райдужкою та склистим тілом, містить водянисту вологу та кришталик. Зазадня камера містить склисте тіло. Водяниста волога утворюється через ультрафільтрацію крові крізь стінку війчастих відростків та судин війчастого тіла. Надалі рідина надходить в задню камеру, а крізь зіницю – в передню камеру. Циркуляція здійснюється за градієнтом тиску. На периферії кришталика є простір у вигляді колової щілини – Петитів канал, куди й надходить рідина з задньої камери. З каналу при акомодації кришталика рідина крізь війкове тіло входить в навколосудинний простір, а потім в периневрaльний простір навколо зорового нерва, після чого тече в міжоболонковий субарахноїдальний простір. Незначна кількість внутрішньоочної рідини і синтезується і реабсорбується війковими відростками війкового тіла. Відтік водянистої вологи з передньої камери відбувається з рогівково-райдужкового кута у Фонтанові простори, а звідти в канал Шлема і передні війкові та вортикозні вени. Між кількістю рідини, яка утворюється і відтікає існує баланс, що забезпечує підтримання внутрішньоочного тиску – 25-27 мм.рт.ст.

Кришталик є подвійно випуклою лінзою, яка не містить судин. Він розміщений позаду райдужки перед склистим тілом. Речовина кришталика пронизана радіальними волокнами з епітеліальних клітин. Від війкового пояску в кришталик входять його волокна, за допомогою чого він знаходиться в підвішеному стані. Війковий поясок проходить від війкового тіла до екватору кришталика, вплітаючись в його капсулу. Війковий м'яз кріпиться в місці переходу склери в рогівку і через війковий поясок (циліарну зв'язку) – до кришталика. При розслабленні зв'язки кришталика він стає випуклим і його заломлююча здатність зростає. Заломлююча здатність кришталика складає ~ 20 D. Склисте тіло є драглистою речовиною, вкритою мембраною, в склистій ямці якого міститься кришталик.

М'язи очного яблука формують окоруховий апарат. Виділяють верхній, нижній, латеральний і медіальний прямі м'язи, а також верхній та нижній косі м'язи. За виключенням нижнього косого м'яза решта починаються з спільного сухожилкового кільця, яке фіксується до окістя в області зорового нерва. Прямі м'язи обертають око кожен в свій бік. Верхній косий м'яз забезпечує рух донизу та латерально, а нижній – догори та латерально.

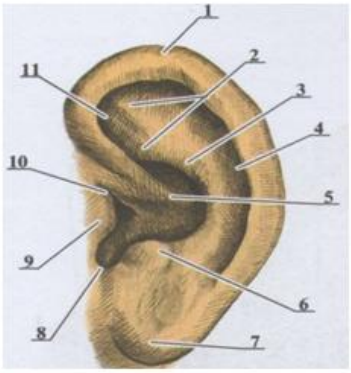
Зоровий шлях забезпечує проходження світлових імпульсів від фоторецепторних клітин до нейронів коркового представництва.



Провідний шлях зорового аналізатора:
- Фоторецептори дев'ятого шару сітківки
- Периферичні відростки біполярних клітин (1 нейрони)
- Центральні відростки біполярних клітин, що закінчуються на мультиполярних клітинах (2 нейрони)
- Аксони мультиполярних клітин утворюють зорові нерви
- Зоровий перехрест, де перехрещуються 2/3 медіальних нервових волокон. 1/3 волокон спрямована в зоровий тракт без перехрестя
- В зорових нервах і трактах волокна від верхніх полів сітківки проходять у верхній частині, а від нижніх полів сітківки - у нижній частині
- Зоровий тракт проводить сигнали до підкоркових центрів зору (3 нейрони)
- Верхні горбки тектуму середнього мозку
- Задньомедіальні ядра таламуса та латеральні колінчасті тіла
- Задня ніжка внутрішньої капсули
- Шпорна борозна потиличної частки (4 нейрони)

Присінково-завитковий орган складається з зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха. Цей орган сприймає не лише звуки, а й напрям земного тяжіння та прискорення нашого тіла. Структури цього органу мають спільність ембріогенезу, проте ми будемо розглядати окремо орган слуху та орган рівноваги. Зовнішнє вухо, як орган слуху, виконує функцію вловлювання звуку, середнє вухо є частиною яка передає звук, а завитка внутрішнього вуха є звукосприймаючою частиною. До складу зовнішнього вуха входить *вушна раковина* та *зовнішній слуховий прохід*. В основі вушної раковини еластичний хрящ, що вкритий ззовні шкірою, у нижній частині та *вушній часточці* він відсутній, а між складками шкіри є жир. Середина вушної раковини містить

завиток з *протизавитком*, а виступ перед зовнішнім слуховим отвором зветься *козелком*. Внутрішній рельєф вушної раковини має індивідуальну мінливість. Зовнішній слуховий прохід (довжиною 3,5 см) включає *перетинчасто-хрящовий відділ* та *кістковий відділ*. Перший має хрящову пластинку з двома вертикальними щілинами, закритими фіброзною тканиною. Другий відділ, що складає 2/3 довжини проходу міститься в скроневій кістці. Ці відділи поєднані коловою зв'язкою. Шкіра зовнішнього слухового проходу містить волосся, сальні та сіркові залози.



Будова вушної раковини
1 – завиток, 2 – протизавиток, 3 – ніжки протизавика, 4 – човен, 5 – ніжка завитка, 6 – протикозелок, 7 – вушна часточка, 8 – міжкозелкова вирізка, 9 – козелок, 10 – зовнішній слуховий прохід, 11 – трикутна ямка

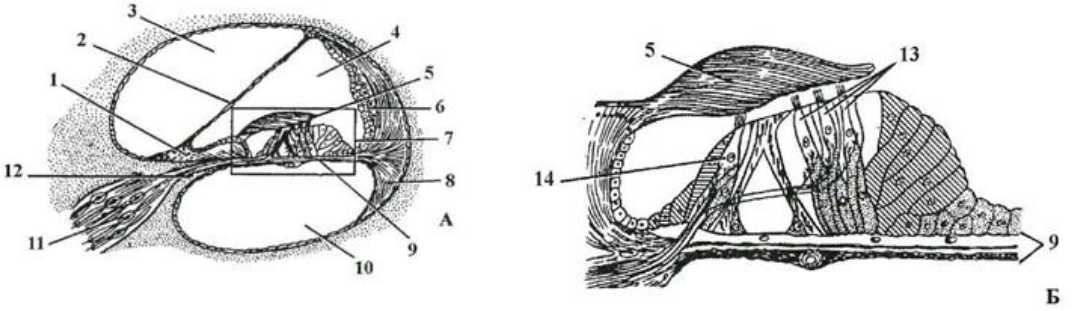
Барабанна перетинка є межею між зовнішнім та середнім вухом. Оскільки передня стінка зовнішнього слухового проходу довше задньої, то барабанна перетинка повернута вперед та досередини. Барабанна перетинка має 3 шари: зовнішній (подовження шкіри), середній (сполучнотканинний з периферичними радіальними та центральними циркулярними волокнами), внутрішній (слизовий). Кріпиться барабанна перетинка до скроневої кістки за допомогою волокнисто-хрящового кільця. Зсередини перетинка зрощена з ручкою *молоточка*, який відтягує її лійкоподібно до середини. Незначна частина барабанної перетинки не має сполучнотканинного шару і називається ненатягнутою частиною, решта – натягнутою. При штучному освітлення перетинка має перламутрово-сірий колір з блиском.

Середнє вухо складається з *барабанної порожнини*, *слухової* (євстахієвої) *труби*, *соскоподібного відростка*. Барабанна порожнина міститься в основі піраміди скроневої кістки, має форму куба. Задня стінка порожнини межує з соскоподібним відростком, тут є пірамідне підвищення, від якого починається стременний м'яз. Медіальна стінка називається лабіринтною, на ній знаходиться підвищення (мис), де закінчується м'яз, який натягує барабанну перетинку. Догори та назад від мису міститься *вікно присінка – овальний отвір*, що прикритий основою *стремінця*. Донизу та назад від мису міститься *кругле вікно завитки*, яке закрите вторинною барабанною перетинкою. Барабанна порожнина містить три слухові кісточки (молоточок, коваделко, стремінце), які вкриті слизовою оболонкою та поєднані між собою суглобами. М'язовий апарат барабанної порожнини має два м'язи: *стременний*, та той, що *натягує барабанну перетинку*. Перший зміщує слухові кісточки в напрямі барабанної перетинки, а другий – зміщує слухові кісточки від барабанної перетинки, натягуючи її. Слухова труба поєднує барабанну порожнину з зовнішнім середовищем в області носоглотки. Глотковий отвір труби на рівні нижньої носової раковини. Слухова труба (довжина 3,5 см) утворена кістковою

частиною (1/3) та перетинчасто-хрящовою (2/3). Слизова оболонка труби вистелена війчастим циліндричним епітелієм, з рухом війок у бік глотки. В спокої просвіт перетинчасто-хрящової частини майже закритий, а під час ковтання при скороченні м'язів відбувається піднімання м'якого піднебіння і слухова труба відкривається. Таким чином повітря надходить у трубу та вентилює її.

Внутрішнє вухо залягає в піраміді скроневої кістки, де вирізняють *кістковий* та *перетинчастий лабіринти*. Кістковий лабіринт складається з 3-х відділів: *присінка* (середнього), *завитки* (переднього), *півколових каналів* (заднього). Присінок є спільною частиною органа слуху і рівноваги, завитка належить до органа слуху, а півколові канали – до органу рівноваги, разом входячи до присінково-завиткового органу. Кістковий лабіринт заповнений *перилімфою*, а перетинчастий, що міститься в середині кісткового – *ендолімфою*. Перилімфа пов'язана з підпавутинним простором через водопровід завитки та біохімічно схожа з ліквором. Ендолімфа синтезується епітелієм судинної смужки. Резорбція ендолімфи відбувається в ендолімфатичному мішечку. Присінок міститься між барабанною порожниною і внутрішнім слуховим проходом. Латеральна стінка присінка містить *овальне* та *кругле вікна*. Медіальна стінка присінка містить водопровід з ендолімфатичною протокою.

Завитка являє *кістковий спіральний канал* в 2,5 оберти навколо *кісткового стрижня*, від якого відходить *кісткова спіральна пластинка*. Від вільного краю кісткової спіральної пластинки до протилежної стінки кісткової завитки проходить *спіральна мембрана*, що утворює *перетинчасту завитку*. Кісткова спіральна пластинка та спіральна мембрана розділяють канал завитки на поверхи: зверху міститься *сходи присінку*, а знизу – *барабанні сходи*. На верхівці завитка сходи з'єднані гелікотремою (отвором). В розрізі від основи до верхівки завитка має трикутну форму, де виділяють *вестибулярну, зовнішню* та *барабанну стінки*. Барабанна стінка спрямована до барабанної мембрани, що є продовженням кісткової спіральної пластинки та має назву – *основної пластинки*, на якій і міститься *спіральний* (Кортіїв) орган.



Будова органа слуху (внутрішнє вухо)

А – поперечний розпил завитки, Б – будова спірального органу; 1 – край завитки, 2 – присінкова (Рейснерова) мембрана, 3 – присінкові сходи, 4 – завиткова протока, 5 – текторіальна мембрана, 6 – судинна смужка, 7 – спіральний орган, 8 – спіральна зв'язка, 9 – основна (спіральна) мембрана, 10 – барабанні сходи, 11- слуховий ганглій, 12 – спіральна кісткова пластинка, 13 – зовнішні волоскові клітини, 14 - внутрішні волоскові клітини

Спіральний орган містить зовнішні та внутрішні чутливі клітини, простір між якими заповнений *кортилімфою*, що живить його. Над спіральним органом є покривна мембрана, в яку проникають волоски чутливих клітин. Коливання базилярної мембрани викликає рух волосків, внаслідок чого перетворюється механічна енергія в електричний імпульс.

Розберемо фізіологічний механізм проведення звуків та їх трансформації. Вушна раковина вловлює звукові коливання, які через зовнішній слуховий прохід надходять до барабанної перетинки, при цьому викликаючи її коливання. Барабанна перетинка вгинається до середини разом з молоточком, що через суглоби призводе в дію коваделко та стремінце. Останнє втискається у вікно присінка, що викликає переміщення там перилімфи. Коливання перилімфи рухаються до сходів присінка, гелікотреми, а потім спускаються через перилімфу барабанних сходів до вторинної барабанної перетинки, а звідти - до барабанної порожнини. Коливання перилімфи передаються на стінки перетинчастого лабіринту, що в свою чергу, викликає коливання ендолімфи та базальної мембрани. Чутливі волоски спірального органа подразнюються коливаннями ендолімфи і базальної мембрани, які трансформують механічну енергію в нервовий електричний імпульс. З волоскових клітин нервовий імпульс передається на периферичні відростки перших нейронів, які розміщені в спіральних вузлах завитки спірального каналу її стрижня. Центральні відростки перших нейронів утворюють завиткову частину VIII пари черепно-мозкових нервів. Надалі нервовий імпульс спрямований через внутрішній слуховий прохід до вентрального і дорсального завиткових ядер, які містяться у вестибулярному полі ромбоподібної ямки. Тут є тіла других нейронів, де аксони вентрального ядра переходять на протилежний бік, формуючи трапециподібне тіло. Переважна їх частина закінчується в дорсальному ядрі трапециподібного тіла протилежного і свого боку. Аксони дорсального ядра представлені на поверхні ромбоподібної ямки мозковими смужками четвертого шлуночка, які спрямовані до медіальної борозни ромбоподібної ямки. На протилежній стороні ямки волокна формують слухову петлю, у складі якої доходять до підкіркових центрів слуху: задніх горбків чотирьохгорбкового тіла та присередніх колінчастих тіл.



Шляхи слухового аналізатора (за джерелом 1)

Підкоркові центри слуху містять тіла третіх нейронів. В покрівлі середнього мозку бере початок покрівельно-спинномозковий шлях екстрапірамідної системи, що транспортує нервовий імпульс до передніх рогів спинного мозку. А аксони колінчастих тіл спрямовані до коркових центрів слухової сенсорної системи у верхній скроневій закрутці.

Питання для обговорення

1. Будова очного яблука та допоміжних структур ока.
2. Будова зорової сенсорної системи та її значення для сприйняття середовища існування.
3. Функціональна роль периферійного, провідного та коркового відділів зорового аналізатора. Формування зорового сприйняття.
4. Морфологія органа слуху.
5. Функціональні особливості периферійного, провідного та коркового відділів слухового аналізатора. Шляхи проходження звукової хвилі.
6. Патологічні зміни будови і функцій органів зору та слуху.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. На фіксованих препаратах або моделях очного яблука людини (ссавця) знайдіть структури, що позначені на рисунку 1 «Будова органа зору» та заповніть таблицю 1 «Морфо-функціональна характеристика органа зору».

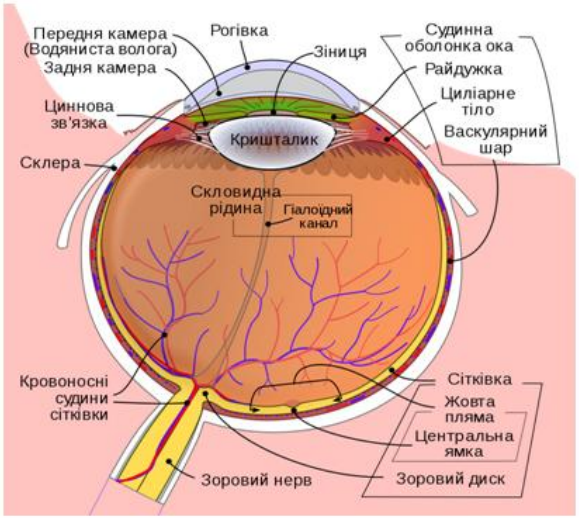


Рисунок 1.
Будова органа зору

Таблиця 1.

Морфо-функціональна характеристика органа зору

Назва структурного елемента	Будова	Функції

Завдання 2. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела розгляньте рисунок 2 і поясніть явище акомодації. Які порушення зору можуть виникати при порушенні акомодації?

Завдання 3. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела розгляньте рисунок 3 та поясніть явище рефракції. За рахунок чого воно відбувається? Чи змінюється рефракція ока з віком?

Завдання 4. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела ознайомтесь з нервовим шляхом зорової сенсорної системи: *фоторецептори сітківки ока; трьохнейронний кондуктор: сітківка ока містить 1-й та 2-й нейрони; зоровий нерв; хіазма; зоровий шлях; 3-й нейрон в межах ЦНС (в подушці зорового горба, в латеральних колінчастих тілах проміжного мозку, в верхніх горбиках чотирьохгорбкового тіла середнього мозку). Від зорового горба та латеральних колінчастих тіл до кори шпорної борозни потиличної частки великих півкуль (корковий кінець зорового аналізатора). Від верхніх горбків чотирьохгорбкового тіла середнього мозку до ядра окорухового нерва; по покришко-спинномозковому шляху до передніх рогів спинного мозку.* Зарисуйте схему шляху зорового аналізатора та зіничного рефлексу.

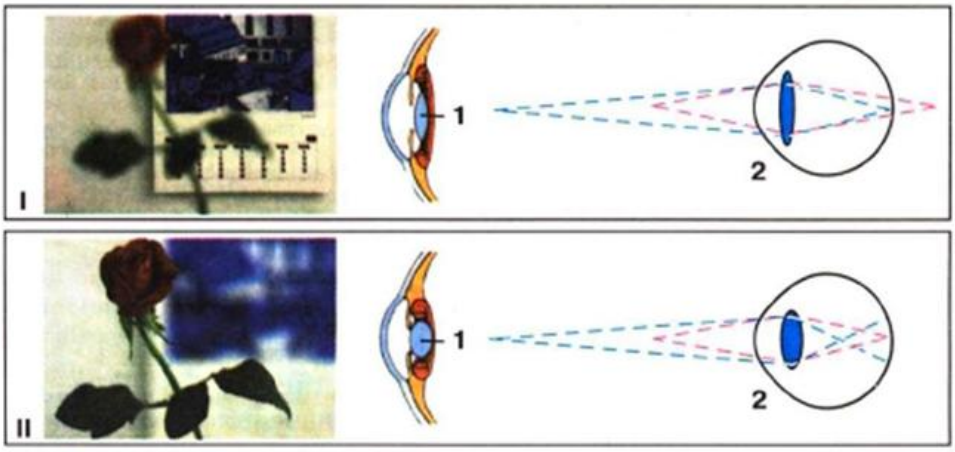


Рисунок 2. Зміна структур очного яблука при акомодації.

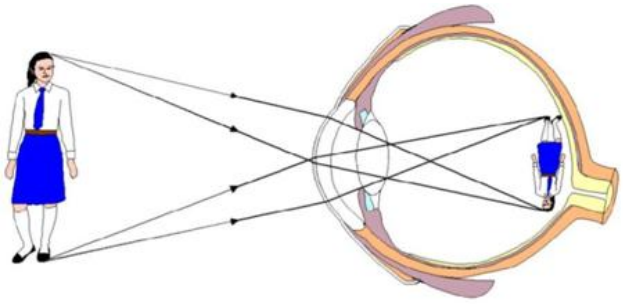


Рисунок 3. Заломлення променів світла в оптичній системі ока

Завдання 5. Розгляньте рисунки 4, 5. Зробіть схематичні рисунки в робочому зошиті та позначте структури під номерами.

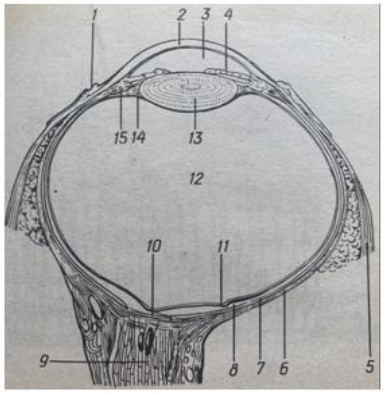


Рисунок 4. Схема будови органа зору.

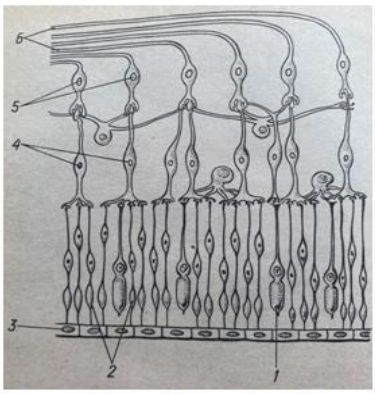
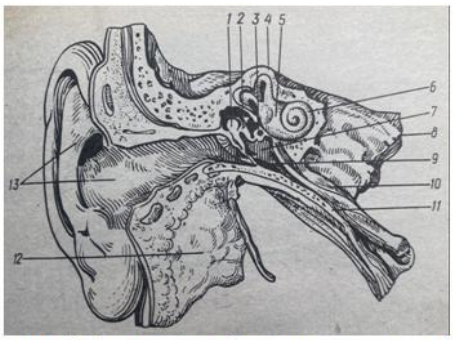


Рисунок 5. Схема будови сітківки ока.

Завдання 6. На моделях, муляжах і таблицях ознайомтесь з будовою органа слуху. Розгляньте рисунки 6, 7. Зробіть схематичні рисунки в робочому зошиті та позначте структури під номерами.



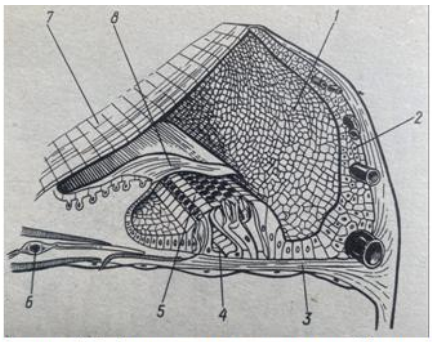


Рисунок 6. Будова присінково-завиткового органу. *Рисунок 7.* Будова перетинчастої завитки.

Завдання 7. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела заповніть таблицю 2 «Морфо-функціональна характеристика органа слуху». Поясніть будову звукопровідного і звукосприймаючого апарату.

Таблиця 2.

Морфо-функціональна характеристика органа слуху

Назва структурного елемента	Будова	Функції

Завдання 8. Розгляньте гістологічний препарат «Спіральний орган миші» та порівняйте з рисунком 7. Зробіть висновки.

Завдання 9. Розгляньте гістологічний препарат «Розтин задньої стінки очного яблука собаки» та порівняйте з рисунком 4, 5. Зробіть висновки.

Завдання 10. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела ознайомтесь з нервовим шляхом слухової сенсорної системи: *рецептори спірального органу завитки; трьохнейронний кондуктор: 1-й нейрон – спіральний вузол, 2-й нейрон – міст Варолія (ядра VIII пари ЧМН), 3-й нейрон – медіальні колінчасті тіла проміжного мозку та нижні горбки чотирьохгорбкового тіла середнього мозку; корковий кінець аналізатора – верхня скронева закрутка великих півкуль. Зв'язок від нижніх горбків чотирьохгорбкового тіла середнього мозку через рухові ядра середнього мозку, мосту, довгастого мозку до передніх рогів спинного мозку*. Зарисуйте схему шляху слухового аналізатора.

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Фізіологія зорового сприйняття.
2. Фізіологія слухового сприйняття.

3. Онто- та філогенетичні особливості формування зорової сенсорної системи.
4. Онто- та філогенетичні особливості формування слухової сенсорної системи.
5. Геронтологічні зміни зорової і слухової сенсорних систем.
6. Патології органів зору і слуху.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Органи чуття	organa sensuum
Орган зору	órganum vísus
Присінково-завитковий орган	organum vestibulocochleare
Очне яблуко	búlbus óculi
Склера (білкова оболонка)	scléra
Рогівка	córnea
Судинна оболонка очного яблука	túnica vasculósa búlbi
Райдужка	íris
Сітківка	rétina
Жовта пляма	mácula lútea
Центральна ямка	fóvea centrális
Диск зорового нерва	díscus nervus óptici
Передня камера	cámera antérior
Задня камера	cámera postérior
Кришталик	lens
Склисте тіло	córpus vítreum
Сльозна залоза	glándula lacrimális
Зоровий нерв	nervus ópticus
Зоровий шлях	tráctus ópticus
Зовнішнє вухо	áuris extérna
Вушна раковина	aurícula
Зовнішній слуховий хід	meátus acústicus extérnus
Середнє вухо	auris média
Барабанна порожнина	cávitas týmpani
Барабанна перетинка	membrána tympánica
Слухові кісточки	ossícula auditória
Слухова труба	túba auditória
Внутрішнє вухо	áuris intérna
Кістковий лабіринт	labyrínthus ósseus
Присінок	vestíbulum
Півколові канали	canáles semicirculáres
Завитка	cóchlea
Присінкові сходи	scála vestíbuli
Барабанні сходи	scála týmpani
Гелікотрема	helicotréma
Перетинчастий лабіринт	labyrínthus membranáceus
Перилімфа	perilýmpha
Ендолімфа	endolýmpha
Спіральний орган	órganum spirále
Завитковий нерв	nervus cochlearis

Це цікаво знати…

Помутніння рогівки формує більмо, а порушення її кривизни викликає спотворення проекції зображення на сітківку і викликає астигматизм.

Відсутність пігменту меланіну викликає альбінізм і райдужка набуває червонуватий відтінок з-за того, що відбувається просвічування судин.

Підвищення внутрішньоочного тиску викликає формування глаукоми, а його зниження – до погіршення зору.

При тромбозі центральної артерії сітківки, після відсутності надання медичної допомоги в перші пару годин, виникає повна сліпота на око.

У новонароджених слухова труба коротша та ширша, розміщена горизонтальніше, ніж у дорослих. При зригуванні після їжі її залишки можуть потрапляти в барабанну порожнину, що є причиною більш частого запалення середнього вуха у дітей.

Функціональна анатомія вестибулярного апарата, нюхової, смакової та шкірної сенсорних систем

Мета заняття: ознайомитись з морфологією вестибулярного апарату, органів нюху і смаку, соматосенсорними органами; з'ясувати особливості будови та функцій гравітаційної, нюхової та смакової сенсорних систем; вивчити механізми сприйняття положення тіла в просторі, лінійних та колових прискорень, формування смакових, нюхових та шкірних відчуттів; визначити аферентні провідні шляхи гравітаційного, нюхового, смакового та шкірного аналізаторів і встановити їхню функціональну роль; повторити топографію та визначити функціональні механізми нюхових, смакових, рухових коркових центрів; засвоїти номенклатуру та вивчити латинські назви анатомічних структур до теми.

Терміни та поняття: орган рівноваги, орган нюху, орган смаку; гравітаційна, нюхова та смакова сенсорні системи; півколові канали, присінки, нюхова цибулина, смакові сосочки, провідні шляхи, коркові центри, рецептори шкіри, соматосенсорні зони.

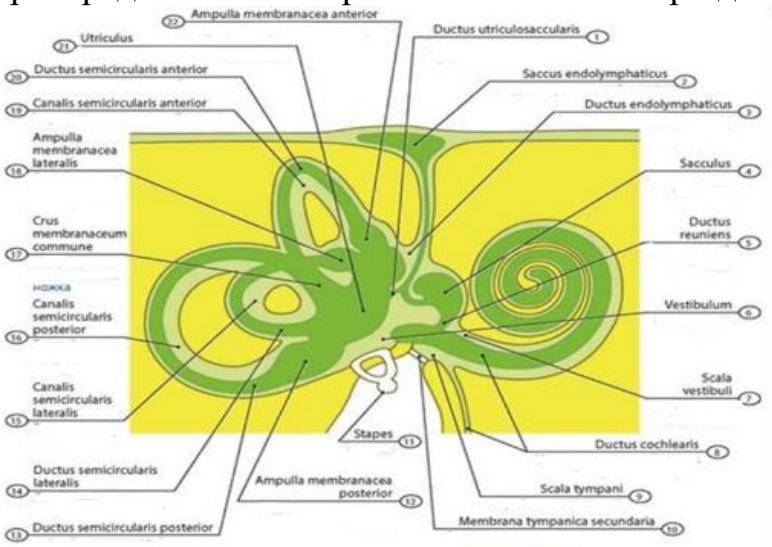
ЗМІСТ ТЕМИ

1. Будова та функції внутрішнього вуха: присінок та півколові канали (задній, бічний та передній).
2. Морфо-функціональні особливості проток внутрішнього вуха.
3. Будова та функції отолітового апарата.
4. Рецепторні зони вестибулярного апарата.
5. Морфо-функціональні особливості нюхової сенсорної системи.
6. Морфо-функціональні особливості смакової сенсорної системи.
7. Різноманітність і механізми шкірного сприйняття.
8. Онто- та філогенетичні особливості формування органа рівноваги, смаку, нюху.
9. Вікові зміни гравітаційної, нюхової та смакової сенсорних систем.
10. Патології органів рівноваги, нюху і смаку.

Інформаційний матеріал

В попередній темі ми вже з'ясували, що *кістковий лабіринт* внутрішнього вуха, щодо вестибулярного апарату, містить *присінок* та *півколові протоки*. Присінок в кістковому лабіринті займає центральне місце, де бічна стінка присінка повернута в барабанну порожнину, медіальна стінка межує з внутрішнім слуховим проходом. *Сферичний закуток* має округлу форму і знаходиться на медіальній стінці, ближче до завитки. *Еліптичний закуток* має овальну форму та з'єднується з півколовими каналами. *Гребінь присінка* розділяє сферичний та еліптичний закутки. Між собою мішечки поєднані *протокою еліптичного і сферичного мішечків*, яка переходить в *ендолімфатичну протоку*. Нижче сферичного закутка розміщений *завитковий закуток*, де починається завиткова протока органу слуху. *Водопровід присінка* закінчується на задній поверхні піраміди скроневої кістки *зовнішньою апертурою водопроводу присінка*. Латеральна стінка присінка містить два *вікна*: *присінка* і *завитки*, від яких починаються стремінце та вторинна барабанна перетинка органа слуху. Медіальна стінка містить *внутрішню апертуру водопровода присінка*. З півколовими каналами присінок поєднується

трьома ампулярними та двома простими отворами. *Решітчасті плями* присередньої стінки присінка містять отвори для волокон пристінкового нерва.



Будова присінкового органу (джерело KingMed.info)

1-протока еліптичного та сферичного мішечків, 2-ендолімфатичний мішечок, 3-ендолімфатична протока, 4-сферичний мішечок, 5-з'єднувальна протока Гензена, 6-присінок, 7-сходи присінка, 8-завитківа протока Рейсснера-Левенберга, 9-барабанні сходи, 10-вторинна барабанна перетинка, 11- стремінце, 12-задня перетинчаста ампула, 13-задня півколова протока, 14-латеральна півколова протока,15-латеральний півколовий канал, 16-задній півколовий канал, 17-спільна перетинчаста ніжка, 18-латеральна перетинчаста ампула, 19-передній півколовий канал, 20-передня півколова протока, 21-еліптичний мішечок, 22-передня перетинчаста ампула

Сферичний (*мішечок*) та еліптичний (*маточка*) мішечки містять *отолітовий апарат* з плямами сферичного (*мішечка*) та еліптичного (*маточки*) мішечків. Плями у вигляді підвищень складаються з нейроепітелію, що містить чутливі опірні та волоскові клітини, які занурені в драглисту отолітову мембрану. Поверхня мембрани містить кристали фосфату та карбонату кальцію – *отоліти*. Рецептори волоскових клітин мають зв'язок з дендритами аферентних нейронів вестибулярних нервів у складі VIII пари черепних нервів. Подразнення чутливих клітин відбувається під впливом механічного тиску.

Кісткові півколові канали розміщені в трьох взаємно перпендикулярних площинах. Виділяють передній, задній та бічний півколові протоки. Півколові протоки мають вигнуту частину та ніжки. Ампулярні перетинчасті ніжки закінчуються перетинчастою ампулою, крім того є ще прості перетинчасті ніжки. Останні ніжки переднього та заднього півколових протоків з'єднуються з утворенням спільної перетинчастої ніжки. Саме тому три півколових протоки відкриваються в еліптичний мішечок п'ятьма отворами. Перетинчастий лабіринт відображає риси кісткового лабіринту. Перилімфатичний простір є проміжком між кістковим та перетинчастим лабіринтом та заповнений перилімфою. Всередині перетинчастого лабіринту міститься ендолімфа. Внутрішня поверхня ампул містить ампулярні гребінці. Поверхні гребінців, за принципом поверхні плям мішечків, мають чутливі волоскові клітини, занурені в драглисту речовину та формують ампулярний купол. При кутових прискореннях з током ендолімфи зміщується ампулярний купол. Внаслідок цього зміщення подразнюються волоскові клітини і утворюється рецепторний потенціал у вестибулярному нерві. Отже, до рецепторних зон органа рівноваги

та гравітації належать: плями сферичного та еліптичного мішечків та ампулярні гребінці в кожній ампулі трьох перетинчастих проток півколових каналів.

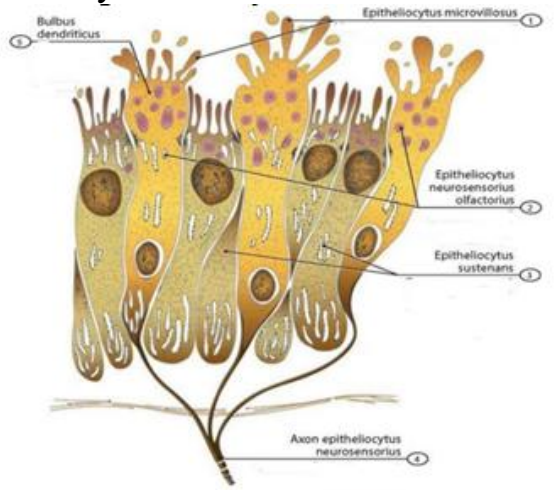
Щодо циркуляції рідин у внутрішньому вусі, то ендолімфа утворюється в судинній смужці Кортієва органа, відтікає з порожнин перетинчастого лабіринту до ендолімфатичної протоки, яка спрямована до водопроводу присінка, а звідти – в ендолімфатичний мішок та між оболонкові простори головного мозку. Перилімфа відтікає по перилімфатичній протоці в субарахноїдальний простір головного мозку. Перилімфатична протока міститься в канальці (водопроводі) завитки, який починається внутрішнім отвором на початку барабанних сходів.

Вестибулярний аналізатор відіграє важливу роль в забезпеченні рівноваги при руховій активності та орієнтування організму в просторі. Від рецепторів ампулярних гребінців та отолітових апаратів внутрішнього вуха сигнали надходять до *присінково-завиткового нерва* (перші нейрони). Надалі імпульси проходять до *мостово-мозочкового кута* та занурюються у речовину моста до *вестибулярних ядер* (другі нейрони). Аксони клітин *ядер Дейтерса* та *Швальбе* переходять на протилежний бік та утворюють *присінково-таламічний шлях*. Аксони присінково-таламічного шляху прямують до таламуса у складі *бульбарно-таламічного тракту* і закінчуються в *центральних ядрах зорового горба* (треті нейрони). Аксони цих ядер спрямовані через *задню ніжку внутрішньої капсули* в *корковій частині* вестибулярного аналізатора, що знаходиться в *середній* та *нижній скроневій звивині* (четверті нейрони).

Важливим є те, що аксони вестибулярних ядер формують також *присінково-спинномозковий шлях* від *ядер Дейтерса* та *Роллера*, які проходять в покрівлі моста та довгастого мозку. В спинному мозку вони тягнуться на межі *бічного* та *латерального канатиків* і посегментно закінчуються на *рухових ядрах передніх рогів*. *Присінково-мозочковий шлях* починається від *ядер Бехтерева, Дейтерса, Швальбе* і через *нижні ніжки* доходе до *кори черв'яка мозочка*. Деякі *аксони ядра Дейтерса* спрямовані своїм боком, а деякі протилежним, у складі *повздовжнього медіального пучка*. Деякі аксони центральних ядер зорового горба спрямовані до *медіальних ядер таламуса*, де містяться чутливі інтеграційні центри екстрапірамідної системи. Ці центри забезпечують вроджені реакції регуляції тонусу мускулатури при впливах на статокінетичний аналізатор.

Орган нюху розміщений в слизовій оболонці верхньої носової раковини та частині перегородки носа, яка до неї прилягає. Орган містить *нюхові клітини*, рецептори яких сприймають запах речовини, що розчиняються у водяних парах носової порожнини та секреті залоз слизової епітеліальної оболонки. Центральні відростки нюхових клітин утворюють тонкі нервові стовбури, що входять до складу *нюхового нерва*, а ті, в свою чергу, спрямовуються в порожнину черепа до *нюхової цибулини*. Від цибулини починається *нюховий тракт*, волокна якого через підкіркові центри спрямовані до кори *парагіпокампальної звивини*, де і відбувається аналіз нюхових сигналів та формування відповідних відчуттів. Нюховий аналізатор забезпечує контроль повітря, яке вдихається та їжі, що споживає людина. Проведення сигналів через

нюховий тракт забезпечує формування відповідних реакцій. Нюхові рецептори представлені розгалуженими відростками біполярних клітин (перші нейрони), як зазначалося в слизовій носа. Периферійні відростки біполярних клітин, так звані нюхові цибулини порожнини носа, переходять в булавоподібні рецептори, кожен з яких містить від 10 до 15 нюхових волосків, що занурені в слизову оболонку. Нюхові залози носа синтезують слиз, який оточує нюхові цибулини.

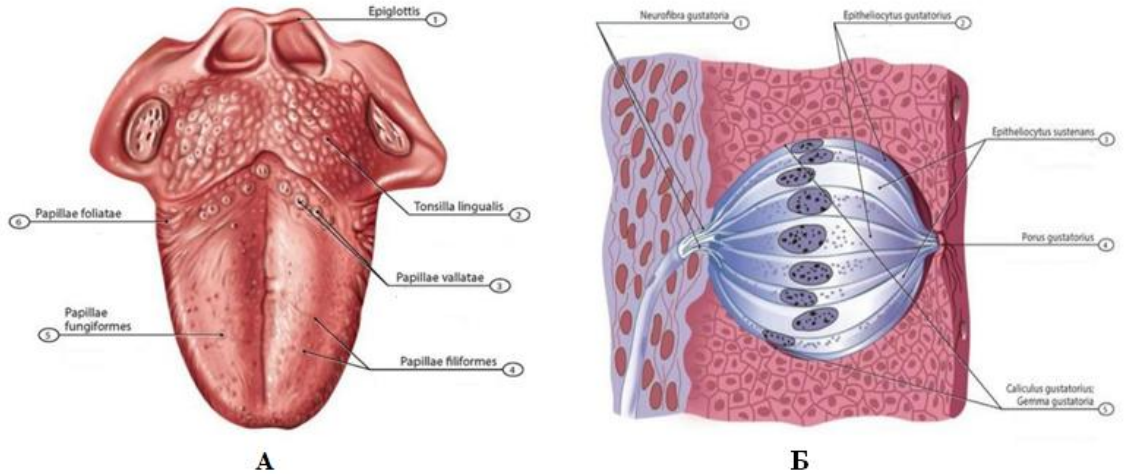


Будова слизової нюхового епітелію (джерело KingMed.info)
1-мікроворсинчастий епітеліоцит, 2-нюховий секреторний епітеліоцит, 3-підтримуючий епітеліоцит, 4-аксон нейросекреторного епітелію, 5-цибулина дендрита (нюхова булава)

При взаємодії молекул пахучих речовин з ворсинками епітелію енергія хімічних зв'язків речовини видозмінюється в електричну. Нервові імпульси по нюховому нерву доходять до *мітральних клітин нюхової цибулини* (2 нейрони). Аксони цих клітин у складі нюхового тракту доходять до нюхового трикутника та поділяються на три стрічки: медіальну, проміжну, латеральну. *Медіальна стрічка* спрямована до передньої спайки мозку в нюховий тракт протилежного боку до мітральних клітин латеральної нюхової цибулини навпроти. *Проміжна стрічка* спрямована до нейронів нюхового трикутника, передньої пронизаної речовини та нейронів прозорої перетинки частково по своєму боці, а частково по протилежному. *Латеральна стрічка* іде до гачка і парагіпокампальної закрутки, що є *проекційним центром нюху*. Слід звернути увагу на те, що нюхові шляхи первинно спрямовані до центрів кори великих півкуль, а лише згодом – до підкіркових нюхових центрів. Від проекційного нюхового центру сигнали надходять до соскоподібних тіл та передніх таламічних ядер (*підкіркові центри нюху*). З проекційними волокнами пов'язані парагіпокампальна закрутка, гачок та соскоподібні тіла, які ідуть у складі склепіння. В свою чергу, соскоподібні тіла та передні таламічні ядра між собою поєднані сосочково-таламічним пучком. Також сосочкові тіла пов'язані з верхніми горбками середнього мозку через сосочково-покрівельний пучок. На сильні запахи людина здійснює безумовнорухові дії тулубом, кінцівками, головою, очима оскільки від верхніх горбків чотирьохгорбкового тіла середнього мозку починається покришково-спинномозковий шлях та покришково-ядерний шлях. Незначна частина волокон передніх таламічних ядер проходе до медіальних ядер таламуса, що є чутливим інтеграційним центром екстрапірамідальної системи, та виконує такі важливі функції як зміна тонусу мускулатури, емоцій, рухових актів у відповідь на нюхові сигнали.

Орган смаку представлений смаковими бруньками в сосочках язика, за виключенням ниткоподібних та конічних, а також поодинокими чашечками

слизової щік, губ, м’якого піднебіння, задньої стінки глотки та надгортанного хряща. Смакові клітини містять мікроворсинки, що функціонально належать до хеморецепторів. Смакові бруньки в центрі мають пору, через яку потрапляє смакова речовина, що розчинена в слині. В ямку смакової бруньки обернені клітини з мікроворсинками. Смакові бруньки функціонально різняться, за сприйняттям смаків: кінчик язика сприймає солодкі подразнення, бічні поверхні – кислі смаки, корінь язика – гіркі, а солоні – сприймаються бруньками всієї поверхні язика.



Будова органа смаку (джерело KingMed.info)

А – смакові сосочки язика: 1-надгортанник, 2-язикова мигдалина, 3-жолобкуваті сосочки, 4-ниткоподібні сосочки, 5-грибоподібні сосочки, 6-листоподібні сосочки; Б – схема смакової бруньки: 1-смакове нервове волокно, 2-смаковий епітеліоцит (клітини Швальбе), 3-підтримуючий епітеліоцит, 4-смакова пора, 5-смакова брунька (тільце Швальбе)

В мікроворсинках смакових клітин хімічні сигнали трансформуються в нервові, звідки надходять до аферентних вузлів черепних нервів (перший нейрон). Морфологічно ці нейрони є псевдоуніполярними, а самі ганглії входять до складу лицьового, язикоглоткового та блукаючого нервів. Барабанна струна лицьового нерва іннервує слизову передньої частини язика; гілки язикоглоткового нерва – слизову задньої поверхні язика, м’якого піднебіння та частини зіву; гілка блукаючого нерва (гортанний нерв) – слизову надгортанника. Тіла перших нейронів містяться у ганглії колінця (лицьовий нерв), нижніх гангліях (язикоглотковий та блукаючий нерви). Відростки перших нейронів зазначених нервів спрямовують нервові імпульси до ядра одинокого шляху довгастого мозку, де містяться другі нейрони. Їхні аксони передають сигнали до третіх нейронів базальних ядер таламуса, а ті, в свою чергу, спрямовують імпульс до коркових представництв – внутрішньої капсули мозку, гіпокампальної звивини і гачка гіпокампа. Слід зауважити, що частина аксонів нейронів одинокого шляху переходить на протилежний бік у складі ядерно-таламічного шляху, а частина аксонів базальних ядер таламуса (чутливий інтеграційний центр) входить до екстрапірамідальної системи, яка на дію смакових сигналів бере участь у зміні тонусу м’язів.

В довгастому мозку спостерігається зв'язок між ядрами одинокого шляху та руховими ядрами, що забезпечують процеси ковтання і жування, тому неприємні смаки у людини здатні викликати блювотний рефлекс, центр якого

розміщений також у цьому відділі стовбура мозку. Отже, смакова сенсорна система інформує про хімічний склад їжі; забезпечує рефлекторні впливи на процеси слиновиділення, екскреції шлункового, підшлункового, кишкового соків. Смаковий аналізатор впливає на формування емоцій при споживанні їжі.

Ще одним органом чуття в організмі людини є *соматосенсорні органи*. Ці органи входять до складу шкіри та опорно-рухового апарату. Численні нервові утворення шкіри, м'язів, сухожиль, зв'язок, окістя забезпечують сприйняття температурних больових, дотикових, пропріорецептивних сигналів та перетворення їх на нервові імпульси.



Екстерорецептори шкіри

Екстерорецептори шкіри глибоко спеціалізовані. Вільні нервові закінчення сприймають больові сигнали, колби Краузе – холодові, а нервові закінчення Руффіні – теплові подразнення, на тактильні подразнення реагують тільця Мейснера, на тиск - тільця Фатера-Пачіні та Гольджи-Маццоні.

Пропріорецептори м'язів, сухожиль, зв'язок, капсул суглобів, окістя отримують сигнали про положення тіла в просторі, тонус м'язів, відчуття ваги, тиск та вібрацію. Такі пропріорецептори являють собою м'язові веретена.

Проведення нервових імпульсів ноцирецепції, температурної та тактильної чутливості від зони тулуба, кінцівок, шиї відбувається через гангліо-спинно-таламічно-кірковий шлях. Перші нейрони містяться у вузлах спинних нервів, до яких інформація надходить по периферичним відросткам псевдоуніполярних нейронів. До спинного мозку сигнали проходять по центральним відросткам псевдоуніполярних клітин до власних ядер задніх рогів, що є другими нейронами провідного шляху. Аксони цих нейронів проходять на два-три сегменти догори, а в зоні білої спайки переходять на протилежний бік. З цієї ділянки починається чітке розмежування проведення сигналів: ноци- та термочутливість передається латерально-спинно-таламічним трактом, а тактильні сигнали – переднім спинно-таламчним шляхом. В довгастому мозку два останніх шляхи поєднуються і формують спинно-таламічний тракт. Він проводить нервові сигнали через покрівлю середнього мозку до вентральних ядер таламуса. Треті нейрони вентролатеральних таламічних ядер спрямовують аксони у складі таламо-коркового шляху через задню ніжку внутрішньої капсули мозку до четвертої пластинки зацентральної закрутки кори великого мозку, де міститься корковий центр загальної чутливості. Медіальні ядра таламуса, які є чутливими інтеграційними осередками екстрапірамідної системи, отримують нервові сигнали від аксонів вентролатеральних ядер. Ці медіальні ядра беруть участь в формуванні

вроджених рефлексів регуляції тонусу м'язів у відповідь на екстерорецептивну чутливість.

Гангліо-ядерно-таламо-кірковий тракт – є шляхом загальної чутливості ділянок обличчя. Сигнали від екстерорецепторів шкіри та пропріорецепторів м'язів обличчя проходять гілками трійчастого нерва до його гангліїв, де є перші нейрони. Від трійчастого вузла по центральним відросткам уніполярних нейронів імпульси надходять до моста Варолія, де в аферентних ядрах трійчастого нерва містяться другі нейрони чутливого провідного шляху. При утворенні ядерно-таламічного шляху аксони трійчастого нерва переходять на протилежний бік стовбура мозку. Незначна частина аксонів трійчастого нерва спрямована до кори мозочка та формує ядерно-мозочковий шлях. Через покрівлю середнього мозку аксони ядерно-таламічного шляху доходять до вентролатеральних ядер таламуса, де містяться треті нейрони провідного шляху. Зазначені аксони таламуса спрямовані до внутрішньої капсули мозку, а звідти – по таламічно-кірковому шляху – доходять до зацентральної закрутки кори півкуль (центр загальної чутливості) та до передцентральної закрутки (моторний центр), де знаходяться четверті нейрони.

Питання для обговорення

1. Морфо-функціональні особливості присінка, півколових каналів, ампул та проток вестибулярного апарата.
2. Будова органу нюху та механізм сприйняття запахів.
3. Будова органу смаку та механізм сприйняття смаків.
4. Функціональні особливості периферійного, провідного та коркового відділів вестибулярного, смакового та нюхового аналізаторів.
5. Патологічні зміни будови і функцій органів рівноваги, нюху та смаку.
6. Структура та функції соматосенсорних органів.

Завдання для аудиторної роботи

Завдання 1. На фіксованих препаратах або моделях внутрішнього вуха людини (ссавця) знайдіть структури, що позначені на рисунку 1 «Перетинчастий лабіринт» та заповніть таблицю 1 «Морфо-функціональна характеристика вестибулярного апарата».

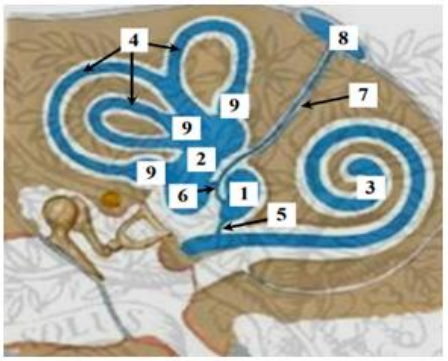


Рисунок 1. Схема кісткового та перетинчастого лабіринтів

Таблиця 1.

Морфо-функціональна характеристика органа вестибулярного апарата

Назва структурного елемента	Будова	Функції

Завдання 2. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела розгляньте рисунок 2 і підпишіть складові чутливих плям сферичного та еліптичного мішечків. Поясніть фізіологічний механізм їхньої роботи.

Завдання 3. Поясніть, чому при подразненні вестибулярного апарату можливі прояви блювоти та інших вегетативних реакцій. Відповідь обґрунтуйте.

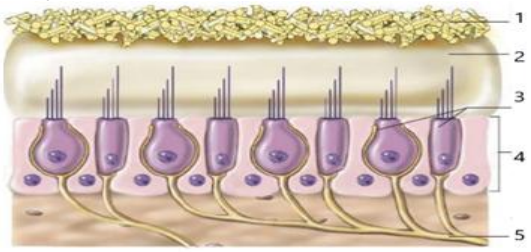


Рисунок 2. Будова чутливих плям мішечків вестибулярного апарату

Завдання 4. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела розгляньте рисунки 1, 2, 3 і поясніть фізіологічний механізм роботи вестибулярного апарату.

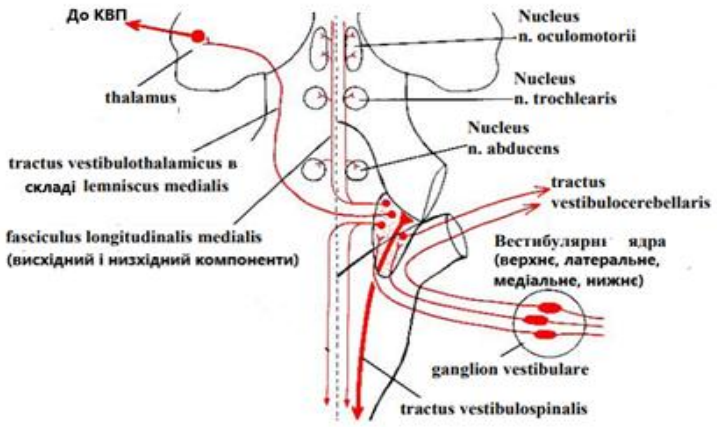


Рисунок 3. Схема провідних шляхів вестибулярного апарата.

Завдання 5. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела ознайомтесь з провідними шляхами нюхової сенсорної системи. Позначте на рисунку структури, залучені до проведення та аналізу нюхових сигналів: *соскоподібне тіло, склепіння, таламус, зубчаста звивина, парагіпокампальна звивина, гачок, нюхова область верхньої носової раковини (мембрани Шнейдера), нюховий нерв, нюхова цибулина (вузол Морганьї), нюховий тракт, підмозолисте поле, поясна закрутка, мозолисте тіло.* Зарисуйте схему шляху нюхового аналізатора, встановіть послідовність структур та поясніть напрямок стрілок на рисунку.

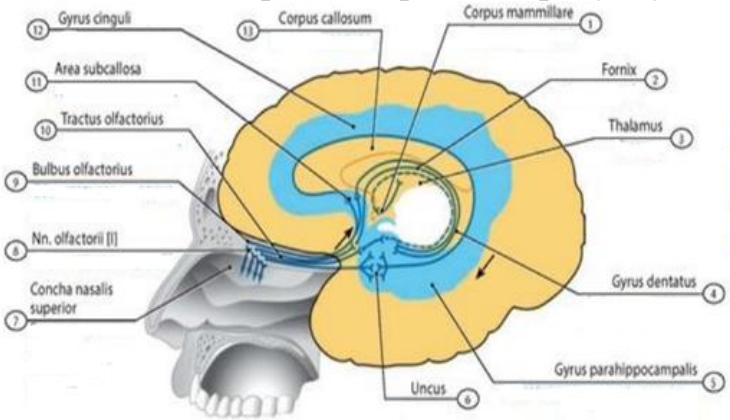


Рисунок 4. Провідні шляхи нюхового аналізатора (джерело KingMed.info)

Завдання 6. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела ознайомтесь з провідними шляхами смакової сенсорної системи. Позначте на рисунку структури, залучені до проведення та аналізу смакових сигналів: *поєднувальні нервові волокна ядра одинокого шляху і таламуса, ядро одинокого шляху, смакові волокна язикоглоткового нерва, смакові волокна у складі верхнього гортанного нерва (блукаючий нерв), смакові волокна барабанної струни, спинка язика, гачок, таламус, поєднувальні нервові волокна таламуса і гачка.* Зарисуйте схему шляху смакового аналізатора, встановіть послідовність структур та поясніть напрямок стрілок на рисунку.

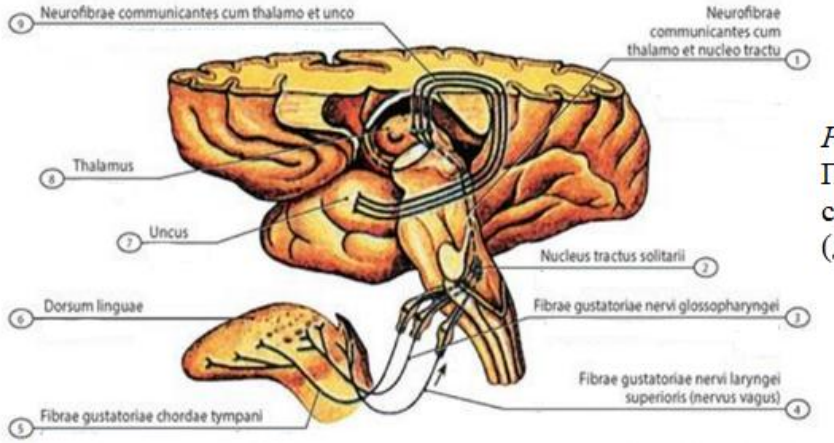


Рисунок 5. Провідний шлях смакового аналізатора (джерело KingMed.info)

Завдання 7. Розгляньте вологий препарат «Язик людини» за допомогою лупи. Знайдіть розміщені в слизовій оболонці складові смакового аналізатора. Зробіть висновки.

Завдання 8. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела заповніть таблицю 2 «Морфо-функціональна характеристика соматосенсорної системи». Поясніть залежність функцій від особливостей будови складових соматосенсорних утворень.

Таблиця 2.

Морфо-функціональна характеристика соматосенсорної системи

Назва структурного елемента	Будова	Функції

Завдання 9. Розгляньте фіксований гістологічний препарат вертикального зрізу шкіри пальця людини, забарвленого гематоксиліном та еозином, і порівняйте з зображенням таблиці «Будова шкіри». Поясніть значення рецепторного апарату шкіри. Зробіть висновки.

Завдання 10. Використовуючи дані літератури, лекційний матеріал та Internet-джерела ознайомтесь з схемою нервових шляхів шкірної чутливості (рис. 6). Зарисуйте схему в робочому зошиті. Зробіть висновки.



Рисунок 6. Схема провідних шляхів шкірного аналізатора (за джерелом 1)

Завдання для позааудиторної самостійної роботи

Завдання 1. Оберіть тему реферативного повідомлення і підготуйте на наступне заняття.

Завдання 2. Підготуйте презентацію за обраною темою.

Латинська термінологія за змістом теми

Українська назва	*Латинська назва*
Присінок внутрішнього вуха	vestibulum auris interna
Півколові канали	canales semicirculares
Передній півколовий канал	canalis semicircularis anterior
Задній півколовий канал	canalis semicircularis posterior
Бічний півколовий канал	canalis semicircularis lateralis
Передня кісткова ампула	ampulla ossea anterior
Задня кісткова ампула	ampulla ossea posterior
Бічна кісткова ампула	ampulla ossea lateralis
Ампулярні кісткові ніжки	crura ossea ampullaria
Присінковий лабіринт	labyrinthus vestibularis
Мішечок	sacculus
Маточка	utriculus
Півколові протоки	ductus semicirculares
Маточково-мішечкова протока	ductus utriculosaccularis
Ендолімфатична протока	ductus endolymphaticus
Присінковий нерв	nervus vestibularis
Органи нюху	órganum olfactórium
Нюхова частина слизової оболонки носа	pars olfactória túnicae mucósae násі
Нюхові залози	glándulae olfactóriae
Нюхові нервові волокна	neurofíbrae olfactóriae
Нюховий нерв	nervus olfactorius
Нюхова цибулина	búlbus olfactórius
Нюховий шлях	tráctus olfactórius
Нюховий трикутник	trigónum olfactórium
Медіальна та латеральна нюхові стрічки	stríae olfactóriae mediális et laterális
Медіальна та латеральна нюхові закрутки	gýri olfactóriae mediális et laterális
Передня пронизана речовина	substántia perforáta antérior
Мигдалеподібні тіла	corpus amygdaloídeum
Соскоподібні тіла	córpora mamillária
Звивина морського коника	gýrus hyppocámpi
Гачок гіпокампа	úncus hyppocámpi
Орган смаку	órganum gustatórium
Смакові бруньки	gémmae gustatóriae
Верхній гортанний нерв	nervus larýngeus supérior

Теми реферативних повідомлень та презентацій

1. Фізіологічні механізми діяльності гравітаційної системи.
2. Фізіологія сприйняття запахів.
3. Фізіологія сприйняття смаків.
4. Онто- та філогенетичні особливості формування вестибулярного апарату.

5. Онто- та філогенетичні особливості формування нюхової сенсорної системи.
6. Онто- та філогенетичні особливості формування смакової сенсорної системи.
7. Геронтологічні зміни гравітаційної, нюхової та смакової сенсорних систем.
8. Патології органів рівноваги, смаку і нюху.

Це цікаво знати…

При пересуванні у міському, морському, повітряному транспорті, катанні на гойдалках у людини виникають вегетативні реакції у вигляді уповільнення пульсу, падіння артеріального тиску, нудоти, блювання, збліднення шкіри, похолодання кінцівок, посилення потовиділення та ін. Такі реакції обумовлені тим, що частина аксонів нейронів ядра Дейтерса вступають до складу заднього поздовжнього пучка і закінчуються на клітинах заднього гіпоталамічного ядра, яке забезпечує зв'язок органу рівноваги з вегетативними ядрами черепних нервів (III, VII, IX, X пар).

Під час обертання піддослідного на кріслі Барані виникає горизонтальний ністагм (мимовільні коливальні рухи очних яблук у горизонтальній площині). Це обумовлено тим, що частина аксонів нейронів ядра Дейтерса прямують у складі медіального поздовжнього пучка своєї та протилежної сторін і закінчуються на клітинах проміжного ядра та ядра задньої спайки. Зазначені ядра ретикулярної формації середнього мозку забезпечують зв'язок органу рівноваги з ядрами черепних нервів (III, IV, VI пар), що іннервують зовнішні м'язи очного яблука та м'язи шиї.

Оскільки сигнали по нюховому шляху спочатку надходять до центрів кори великих півкуль головного мозку, а лише згодом – в підкіркові центри, внаслідок цього сильні запахи ми відчуваємо і через час на них виникає безумовнорефлекторна рухова реакція, екскреція сліз, слизу в носовій порожнині.

Джерела інформації

1. Аносов І.П. Анатомія людини у схемах / І.П. Аносов, В.Х. Хаматов. – К : Вища школа, 2002. – 191 с.: іл.
2. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи / О. Д. Боярчук – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. – 395 с.
3. Годлевский Л.М. Физиология сенсорных систем / Л.М. Годлевский, Б.А. Лобасюк / Одесса: ХГЭУ, 2002. – 44с.
4. Головацький А.С. Анатомія людини / А.С. Головацький, В.Г. Черкасов, Я.І. Федонюк, М.Р. Сапін – Вінниця: Нова книга, 2006 – Т. 3 – 376 с.
5. Головацький А.С., Черкасов В.Г., Сапін М.Р. та ін.. Анатомія людини: підручник. Т2 / А.С. Головацький, В.Г. Черкасов, М.Р. Сапін, А.І. Парахін - Вінниця, «Нова книга», 2019. – 456 с.
6. Горго Ю.П. Основи психофізіології: навчальний посібник / Ю.П. Горго, Г.М. Чайченко – Херсон: Персей, 2002. – 248 с.
7. Гриньків М. Я. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу «Анатомія людини» / М. Я. Гриньків, Ф.В. Музик, А.В. Малицький, С.М. Маєвська, А.В. Дунец – Львів: "СПОЛОМ", 2008. – 75с.
8. Кравченко В.І. Методичні рекомендації до практичних занять з спецкурсу «Психофізіологія» / В.І. Кравченко, А. О. Чернінський, М.Ю. Макарчук – К. : ООО "Геопринт", 2010 – 74 с.
9. Кравчук С. Ю. Анатомія людини / С. Ю. Кравчук – Чернівці, 2007. – 600 с.: іл.
10. Ковешніков В.Г. Анатомія людини / В.Г. Ковешніков, І.І. Бобрик, А.С. Головацький та ін.; за ред. В.Г.Ковешнікова – Луганськ: Віртуальна реальність, 2008. – Т.3. – 400 с.
11. Ковешніков В.Г. Нервова система. Органи чуття / В.Г. Ковешніков, В.З Сікора, В.С. Пикалюк та ін. – Луганськ: Віртуальна реальність, 2008. – 108 с.
12. Комісова Т. Є. Вікова анатомія та фізіологія людини: навчальний посібник / Т. Є. Комісова, А. В. Мамотенко, Л. П. Коваленко, І. А. Іонов, О. О. Катеринич, Г. І. Сахацький. – Х. : ФОП Петров В. В., 2021. – 112 с.
13. Коляденко Г.І. Анатомі людини / Г.І. Коляденко. - К: Либідь, 2004. – 370 с.
14. Маруненко І.М. Психофізіологія : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. М. Маруненко. – К. : Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2013. – 408 с.
15. Маруненко І.М. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи: навчальний посібник / І. М. Маруненко, Є. О. Неведомська, Г. І. Волковська – К. : «Центр учбової літератури», 2012. – 184 с.
16. Маруненко І.М., Неведомська Є.О. Функції лімбічної системи у процесах навчання і пам’яті / Ірина Михайлівна Маруненко, Євгенія Олексіївна Неведомська // Біологія і хімія в рідній школі. – №5. – 2015. – С. 5 – 7.
17. Міжнародна анатомічна номенклатура / за редакцією І.І.Бобрика, В.Г.Ковешнікова. – Київ: Здоров’я, 2001. – 328 с.

18. Неттер Ф. Атлас анатомії людини / Ф. Неттер ; за ред. Ю.Б. Чайковського ; пер.з англ. А.А. Цегельского. – Львів : Наутілус, 2004. – 592с.

19. Свиридов О.І. Анатомія людини. / О.І.Свиридов. – Київ: Вища школа, 2000. – 399с. 10.

20. Черкасов В.Г. Функціональна анатомія периферійної нервової системи / В.Г. Черкасов. – Київ, 2005. – 136 с.

21. Черкасов В.Г. Анатомія людини: підручник. Т3 / В.Г. Черкасов, А.С. Головацький, М.Р. Сапін, А.І. Парахін -Вінниця, «Нова книга», 2019. – 376 с.

22. Федонюк Я.І. Анатомія та фізіологія з патологією / Я. І. Федонюк, К. О. Волков, В. Д. Волошин та ін. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2018. – 676 с.

23. Федонюк Я.І. Анатомія людини з клінічним аспектом / Я. І. Федонюк, В. Г. Ковєшніков, В. С. Пикалюк та ін. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2009. – 920 с.

24. Федонюк Я.І. Основи медичних знань та долікарської допомоги. / Я. І. Федонюк, В. С. Грушко, О. М. Довгань та ін. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2012. – 728 с.

25. Федонюк Я.І. Функціональна анатомія / Я. І. Федонюк, Б. М. Мицкан, С. Л. Попель та ін. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2007. – 552 с.

26. Физиология человека Т.1 / Под ред. Р. Шмидта, Г Тевса. – М.: Мир, 2005. – 323 с.

27. Физиология человека Т.2 / Под ред. Р. Шмидта, Г Тевса. – М.: Мир, 2005. – 314 с.

28. Черкасов В.Г. Функціональна анатомія периферійної нервової системи / В.Г.Черкасов. – Київ, 2005. – 136 с.

29. Чернінський А. О. Анатомія і еволюція нервової системи / А. О. Чернінський, В.І. Кравченко, В.І. Комаренко – К. : ТОВ "РА "АМТ", 2012 – 108 с.

30. Чернінський А. О. Анатомія і фізіологія нервової системи / А. О. Чернінський, В.І. Кравченко, В.І. Комаренко – К. : ТОВ "РА "АМТ", 2013 – 139 с.

31. Чернінський А. О., Крижановський С. А., Зима І. Г. Методичні рекомендації до практикуму "Електрофізіологія головного мозку людини" - К.: Видавець В.С.Мартинюк, 2011- 52с.

32. Чорнокульський С.Т. Анатомія центральної нервової системи та органи чуттів: Навчально-методичний посібник з анатомії людини / С.Т. Чорнокульський – К.: Книга-плюс, 2019. – 160с., іл. 151.

33. Цигикало О.В. Анатомія людини / О.В. Цигикало – Чернівці, 2011 – 253 с.

34. Anatomy at a Glance: atlas / O. Faiz, D. Moffat. - Oxford : Blackwell Science, 2002. - 177 p.

35. The Human Body: An Introduction to Structure and Function / Adolf Faller, Michael Schuenke, Gabriele Schunke. - [S. l.] : Thieme, 2004. - 708 p

36. Fedoriuk M.P., Cherninskyi A.O., Maximyuk O.P., Isaev D.S., Bogovyk R.I., Venhreniuk A.V., Boyko O.M., Krishtal O.O. Inhibition of brain asics affects

hippocampal theta-rhythm and openfield behavior in rats // Fiziol. Zh. 2019; 65(1): 15-19.

37. Guidance for practical classes on Human Anatomy. Y.Reminetskyy, Yaroslav I.Fedonyuk, Volodymyr D.Voloshyn. - Ternopil, Ukrmedknyha. - 2003, 203 p.

38. Handbook of Human Anatomy. Borys Y. Reminetskyy, Illia Y. Herasymiuk, Larysa Y. Fedonyuk, Volodymyr D. Voloshyn. - Ternopil, Ukrmedknyha. - 2018, 224 p.

39. Haines D. E. Neuroanatomy (MRI and CT) / D. E. Haines. - 6 ed. - [S. l.] : Lippincott Williams & Wilkins, 2000. - 300 p.

40. Human Anatomy: textbook / Cherkasov V.G., Herasymiuk I.Ye., Holovatskyi A.S., Kovalchuk O.I., Reminetskyy B.Ya. - Vinnytsia: Nova Knyha, 2018. - 464 p.

41. Linninger, A.A. Cerebrospinal fluid mechanics and its coupling to cerebrovascular dynamics / A.A. Linninger [et al.] // Annual Review of Fluid Mechanics. – 2016. – T. 48. – P. 219–257.

42. Storozhuk M, Cherninskyi A, Maximyuk O, Isaev D, Krishtal O. Acid-Sensing Ion Channels: Focus on Physiological and Some Pathological Roles in the Brain. Curr Neuropharmacol. 2021;19(9):1570-1589.

43. Rose, F.C. Cerebral localization in antiquity / F.C. Rose // Journal of the history of the neurosciences. – 2009. – Vol. 18. – № 3. – P. 239–247.

44. Witelson S.F. Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum // Brain. – 1989. – 112.

Інформаційні ресурси

1. Атлас анатомії спинного мозку. Режим доступу: http://www.funnyanatomy.in.ua/B

2. Атлас анатомії головного мозку. Режим доступу: http://www.anatomy.tj/brain.php

3. Гайворонский И. В. Нормальная анатомия человека [Электронный ресурс] : учеб. для мед. вузов в 2 т./ И. В.Гайворонский. - 7-е изд., испр. и доп.- СПб. : СпецЛит, 2011.- Т. 2. - 423 с. : ил. Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785299003543.

4. Гайворонский И.В. Функциональная анатомия нервной системы [Электронный ресурс] : учеб. пособие./ И. В.Гайворонский А.И. Гйворонский, Г.И. Нечипорук - 8-е изд., испр. и доп.- СПб. : СпецЛит, 2016.- - 341 с. : ил. Режим доступа: https://speclit.su/image/catalog/978-5-299-00813-5/978-5-299-00813-5.pdf

5. Загальна фізіологія сенсорних систем. Режим доступу: http://www.bio.bsu.by/phha/18/18_text.html

6. Вікові особливості і гігієна зорового аналізатора / Електронний ресурс // http://eprints.zu.edu.ua/5394/1.pdf

7. Розвиток нервової системи / Електронний ресурс // http://studentam.net.ua/content/view/4386/123/

ЗМІСТ

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ…… 3

Основи неврології. Розвиток нервової системи …… 3

Функціональна анатомія ЦНС: спинний мозок……. 10

Функціональна анатомія ЦНС: довгастий та задній мозок…….. 18

Функціональна анатомія ЦНС: середній мозок……. 27

Функціональна анатомія переднього мозку……... 33

Функціональна анатомія кінцевого мозку…….. 41

Функціональна анатомія ЦНС: лімбічна система, шлуночки мозку, провідні шляхи…… 55

ФУНКЦІОНАЛЬНА АНАТОМІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ…… 64

Зорова та слухова сенсорні системи…… 64

Функціональна анатомія вестибулярного апарата, нюхової, смакової та шкірної сенсорних систем…… 77

Джерела інформації…….. 88

Зміст…… 91

Навчальне видання

Лебединець Наталія Віталіївна
Гозак Світлана Вікторівна

Функціональна анатомія нервової та сенсорних систем

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК: ПРАКТИКУМ



Підписано до друку 23.12.2024 р. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times.
Умов.друк.арк. 5,35. Облік.видав.арк. 4,98
Зам. № 137
Віддруковано з оригіналів.

Видавництво Українського державного університету
імені Михайла Драгоманова.
01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9
Свідоцтво про реєстрацію ДК 7896 від 25.07.2023.
(044) 239-30-26.