

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПСИХОЛОГІЇ

Вікторія Оверчук, Наталія Корольова

АНАТОМІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Навчальний посібник для студентів
першого освітнього рівня «Бакалавр»
спеціальності С4 Психологія

Вінниця
2025

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Донецького національного університету імені Василя Стуса
(протокол № 3 від 31.10. 2025 року)*

Укладачі:

Вікторія ОВЕРЧУК, професор кафедри кризової та клінічної психології Навчально-наукового інституту психології Донецького національного університету імені Василя Стуса;

Наталія КОРОЛЬОВА, доцент кафедри загальної та соціальної психології Навчально-наукового інституту психології Донецького національного університету імені Василя Стуса.

Рецензенти:

Олег ВЛАСЕНКО, доктор медичних наук, професор, професор кафедри медико-біологічних основ, фізичного виховання і фізичної реабілітації Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

Наталія АФАНАСЬЄВА, доктор психологічних наук, професор, професор кафедри психології і соціології Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

А 643 **Анатомія центральної нервової системи: навчальний посібник для студентів першого освітнього рівня «Бакалавр» спеціальності С4 Психологія / уклад. В. А. Оверчук, Н. Д. Корольова. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2025. 168 с.**

Вивчення анатомії та психофізіології є необхідним для розуміння зв'язку психологічних процесів з тими чи іншими морфологічними структурами як у нормі, так в разі патології.

Навчальна дисципліна «Анатомія центральної нервової системи» слугує для створення у здобувачів вищої освіти необхідної основи наступного вивчення психології. Внаслідок його освоєння майбутні психологи повинні чітко зрозуміти існування зв'язку структури і функції, а також знати основні морфологічні субстрати, що відповідають за прояв психологічних явищ.

Навчальний посібник розроблений відповідно до силабусу дисципліни та рекомендований для здобувачів і викладачів спеціальності С4 Психологія.

УДК 159.91:[611:612.8](075.8)

© Оверчук В. А., 2025

© Корольова Н. Д., 2025

© ДонНУ імені Василя Стуса, 2025

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Вступ в анатомію та фізіологію ЦНС	6
1.1. Загальне поняття про анатомію та фізіологію людини	6
1.2. Історія розвитку анатомії та фізіології людини	7
1.3. Основні напрями розвитку анатомії та фізіології	15
1.4. Методи дослідження в анатомії та фізіології	16
1.5. Анатомо-фізіологічна термінологія	18
2. Загальне уявлення про будову та розвиток ЦНС	23
2.1. Загальний план будови ЦНС	23
2.2. Порожнини мозку і ліквор	27
2.3. Мозкові оболонки	28
2.4. Філогенез центральної нервової системи	28
2.5. Онтогенез центральної нервової системи	29
3. Найпоширеніші міфи про мозок	33
3.1. Теорія триєдиного мозку Пола Макліна	33
3.2. Використання 10 % мозку	37
3.3. Міф про функціональну асиметрію, старіння	39
4. Мікроструктура нервової тканини. Будова нервової клітини	41
4.1. Загальні принципи будови нервової тканини	41
4.1.1. Нейроцит	42
4.1.2. Нейроглія	46
4.2. Організація нервової клітини – нейрона	48
4.3. Будова синапса	49
5. Будова спинного та заднього відділу головного мозку	54
5.1. Будова спинного мозку. Сіра і біла речовина. Рефлекторні дуги спинного мозку	54
5.2. Провідні шляхи спинного мозку	60
5.3. Довгастий мозок. Міст	62
5.4. Мозочок. Загальний план будови: клітини та волокна мозочка	63
6. Будова середнього і проміжного мозку	68
6.1. Будова середнього мозку (дах і ніжки мозку)	68
6.2. Загальний план будови проміжного мозку. Таламус	69
6.3. Епіталамус і метаталамус	70
6.4. Гіпоталамус	71

7. Будова великих півкуль мозку	76
7.1. Загальний план будови кінцевого мозку.....	76
7.2. Стріопалідарна система	77
7.3. Мигдалеподібне тіло	78
7.4. Лімбічна система	79
7.5. Мозолисте тіло і шлуночки мозку	81
8. Кора великих півкуль.....	85
8.1. Загальний план будови кори великих півкуль	85
8.2. Функціональне значення окремих зон кори	88
8.3. Функції ЦНС	90
8.4. Вікові зміни кори великих півкуль.....	91
8.5. Кровопостачання головного мозку.....	91
9. Черепно-мозкові нерви	100
9.1. Загальна характеристика черепно-мозкових нервів	100
9.2. Детальна характеристика черепно-мозкових нервів	102
Перелік запитань для підготовки до екзамену	106
Підсумковий тестовий контроль.....	108
Список літератури	118
Додатки.....	120

ВСТУП

Важливим фактором в освітньому процесі бакалаврів за напрямом підготовки спеціальності С4 Психологія є створення професійно-орієнтованого комплексу дисциплін, які є основою формування професійних компетенцій. Суттєве значення в цьому переліку належить навчальним дисциплінам природничого циклу, серед яких анатомії та фізіології центральної нервової системи відводиться одне з найважливіших місць. Увібравши в себе сучасні дані функціональної нейроморфології, анатомія ЦНС формує спільну мову фахівців різних напрямів. «Анатомія центральної нервової системи» є морфофункціональною дисципліною, в якій значну увагу приділено розкриттю нерозривної єдності структури та функцій. Саме ця дисципліна є тією матеріальною базою, тим фундаментом, на якому можливе подальше освоєння дисциплін професійного циклу: «Вікова психологія», «Клінічна психологія», «Патопсихологія», «Кризова психологія», «Психологія особистості», «Спеціальна психологія», «Психологія здоров'я з основами психосоматики», «Акмеологія», «Психологічна реабілітація» та інші. Метою освоєння дисципліни здобувачами має стати формування системи знань, умінь та навичок про основні засади функціональної організації мозку, що лежать в основі вищої психічної діяльності та поведінки людини, а також готовність використання отриманих знань у подальшій професійній діяльності.

У процесі вивчення дисципліни мають бути сформовані такі компетенції: знати структурно-функціональну організацію органів нервової системи на макро- та мікрорівнях, що лежать в основі психічних процесів, основні принципи структурно-функціональної організації головного мозку, які лежать в основі психічних процесів, анатомічні принципи організації сенсорних систем, етапи розвитку нервової системи, а також критичні та чутливі періоди розвитку ЦНС, принципи об'єднання окремих анатомічних утворень у функціональні системи: сенсорні, рухові, лімбічну, системи аферентних та еферентних провідних шляхів спинного та головного мозку, принципи організації ядерних та екранних структур мозку, структур ретикулярного типу, типи нейронів неокортексу та їх функціональне значення.

Виклад змісту науково-теоретичних матеріалів з анатомії та фізіології ЦНС здійснено авторським колективом з використанням досвіду апробації низки підручників, навчальних посібників, анатомічних атласів, методичних напрацювань за авторством І. М. Маруненко, О. Я. Беспалової, О. А. Козьолкіна, А. В. Ревенько, С. А. Медведкова та інших. Проте розроблення методичного матеріалу, вибір стилю, форми викладання навчальної інформації є авторським.

За структурою підручник складається з двох частин. Перша частина присвячена анатомії ЦНС, основним засадам функціональної організації ЦНС. Друга частина присвячена анатомо-фізіологічним особливостям нервової системи, в яку включені дані про нейрофізіологію, про діагностику ураження нервової системи, про пояснення природи основних психопатологічних та неврологічних синдромів.

1. ВСТУП В АНАТОМІЮ ТА ФІЗІОЛОГІЮ ЦНС

План

- 1.1. Загальне поняття про анатомію та фізіологію людини.
- 1.2. Історія розвитку анатомії та фізіології людини.
- 1.3. Основні напрями розвитку анатомії та фізіології.
- 1.4. Методи дослідження в анатомії і фізіології.
- 1.5. Анатомо-фізіологічна термінологія.

1.1. Загальне поняття про анатомію та фізіологію людини

Анатомія людини – це наука, яка вивчає форму і будову людського організму та органи й системи, які його складають. Анатомія вивчає зовнішні форми людського тіла, окремих його частин, органів, макро- і мікробудову. Будова органа нерозривно пов'язана з його функціями. В організмі немає структур, які б не виконували якої-небудь функції, і немає функцій, не пов'язаних із певною структурою. В основі вивчення анатомії лежить пізнання структури цілісного організму, який знаходиться в єдності з оточуючим середовищем. Назва анатомії походить від головного і найдавнішого методу, яким користувались і до цього часу користуються анатоми. *Anatemno* – у перекладі з грецької означає «розтинаю, розрізаю». Тривалий час розтин, препарування було єдиним методом пізнання будови тіла людини. Звідси походить *anatomia* (гр.) – мистецтво розчленування мертвої людини. Звичайно, сучасна анатомія користується усім арсеналом найновіших медичних і біологічних методів дослідження людини, проте препарування (або анатомування) є незамінним методом із навчальною метою.

Сучасна анатомія є частиною морфології, вона вивчає не тільки будову, але й намагається пояснити принципи і закономірності формування певних структур. Анатомія центральної нервової системи (ЦНС) є частиною анатомії людини. Знання анатомії ЦНС необхідне для розуміння зв'язку психічних процесів із певними анатомічними структурами як у нормі, так і у разі патології.

Фізіологія людини – це наука про функції живого організму як єдиного цілого, про процеси, які відбуваються в ньому і механізми його діяльності. Через дуже складну будову організму останній розглядається за системами, внаслідок чого анатомія називається систематичною. Розглядаючи організм за системами, ми штучно розділяємо його на частини, використовуючи аналітичний метод. Але в живому організмі окремі його частини існують не ізольовано, а взаємодіють між собою. Тому для розуміння будови організму загалом необхідно використовувати також і метод синтезу. Анатомія і фізіологія розглядають один і той самий об'єкт будови живого, але з різних позицій: анатомія – з погляду форми, організації живого, а фізіологія – з погляду функції, процесу в живому.

1.2. Історія розвитку анатомії та фізіології людини

Анатомія людини є однією з найдавніших природничих наук. Малюнки на скелях життєво важливих органів людини і тварини свідчать про те, що ще первісні люди знали будову тіла. У Стародавньому світі, особливо в Єгипті, завдяки муміфікації трупів добре знали розміщення органів.

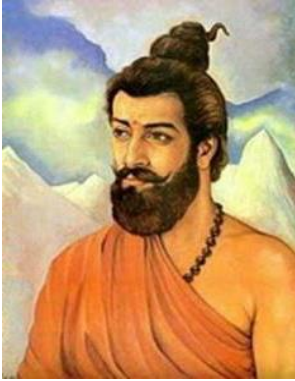


Рис. 1. Алкмеон
(V ст. до н. е.)

Перші анатомічні відомості, що дійшли до нас, належать до медицини Стародавнього Вавілоу й Стародавнього Єгипту (III–II тис. до н. е.).

Пізніше у Стародавній Греції виникають деякі реалістичні поняття про будову тіла людини. У збережених до нашого часу працях Алкмеона (прибл. 500 р. до н. е.), який вивчав будову тіла людини на розітнутих ним трупах людей, було вперше визнано, що головний мозок є центром психічної діяльності людини.



Рис. 2. Гіппократ
(IV ст. до н. е.)

Значний вплив на розвиток медицини і анатомії мали вчені Стародавньої Греції. Видатним представником грецької медицини й анатомії був Гіппократ (460–377 рр. до н. е.), який багато займався вивченням будови тіла людини і створив оригінальне вчення про конституцію людини відповідно до висловлених ним суджень про соки організму (*sanguis* – «кров», *phlegma* – «слиз», *chole* – «жовч» і *melaina chole* – «чорна жовч»). В основу будови організму він поставив 4 «соки»: кров, слиз, жовч і чорну жовч. Від переважання одного з цих соків, на його думку, залежить вид темпераменту людини: сангвінік, флегматик, холерик і меланхолік.

Це лягло в основу «гуморальної» (рідинної) теорії будови тіла.



Рис. 3. Арістотель (384–322 рр. до н. е.)
та Герофіл (335–280 рр. до н. е.)

У IV ст. до н. е. Арістотель створив відому працю із психології – трактат «Про душу».

Одним із центрів медичної науки й анатомії була давньоєгипетська Александрія. Творцем анатомії, який дав їй теперішню назву, був придворний лікар царя Птолемея Герофіл (прибл. 300 р. до н. е.). Він, розтинаючи трупи, описав головний мозок, його оболонки й венозні синуси, чітко розрізняв

нерви. Його співвітчизник Еразистрат (350–300 рр. до н. е.) вивчав нервові стовбури, уперше розділивши їх на рухові й чутливі.

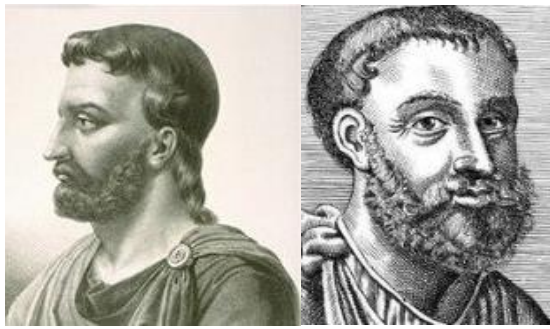


Рис. 4. Авл Корнелій Цельс і Клавдій Гален

У Стародавньому Римі найбільш яскравими представниками медицини були Цельс і Гален. Авл Корнелій Цельс (25 р. до н. е. – 50 р. н. е.) – автор восьми томного трактату «Про медицину», в якому він зібрав воедино всі відомі йому знання з анатомії та практичної медицини античного часу. Значний внесок у розвиток анатомії зробив римський лікар Клавдій Гален

(прибл. 130–200 рр. н. е.), який вперше ввів у науку метод вівісекції (живорозтинання) тварин і написав класичний трактат «Про частини людського тіла», в якому вперше дав анатомо-фізіологічне описання цілісного організму. Він є також оскільки засновником експериментальної медицини, оскільки проводив експерименти на тваринах.

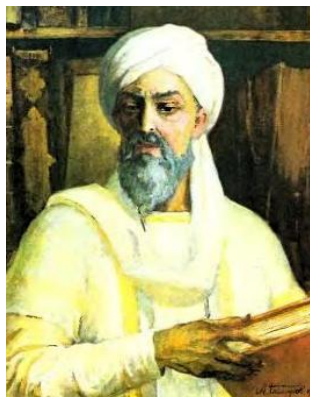


Рис. 5. Ібн Сіна (Авіценна)
(980–1037)

Розвиток і поширення християнства в Європі й ісламу на Близькому Сході спричинили тривалий занепад науки. Панування церкви в період розквіту феодалізму (V–XVI ст.) надало вченню Галена схоластичної спрямованості. У такій інтерпретації це вчення протягом цілого тисячоріччя залишалося незмінним або було навіть регресивною основою медичної освіти. Тільки в Середній Азії лікар і вчений Разес (850–923) із Багдада й особливо Алі Ібн-Сіна (Авіценна, 980–1037) з Таджикистану далі розвивали вчення Гіппократа, Герофіла, Еразистрата й Галена. У 1012–1024 рр. Авіценна в «Каноні лікарської

науки» дав опис нервів черепно-мозкових і спинномозкових, чутливих і рухових. Він вважав мозок місцем перебування душевної сили й джерелом її дії.



Рис. 6. Леонардо да Вінчі і Андреас Везалій

В епоху Відродження, яка ознаменувалася великими відкриттями в усіх галузях людського знання, незвичайно широкого розвитку й розквіту досягла наука про будову тіла людини, що знайшло своє найбільш яскраве відображення в безсмертній праці Андреаса Везалія (1514–1564) «De corporis humani fabrica» («Про будову людського тіла») (1543), де він дав докладний

опис симпатичних вузлів, гангліїв черевного сплетіння, вважаючи, що ці утворення здійснюють зв'язок внутрішніх органів із мозком; а також у працях його сучасників – геніального Леонардо да Вінчі (1452–1519), Габріеля Фаллопія (1523–1562)

і Бартоломео Євстахія (1510–1574). Ці великі сподвижники науки здійснили докладний опис основних компонентів людського організму, що є загальновизнаним і сьогодні. Андреас Везалій вивчав медицину в Сорбонському університеті і дуже швидко усвідомив наявність мізерності анатомічних знань, яких бракувало для практичної діяльності лікаря. Незважаючи на заборону розтинів трупів і реальну небезпеку з боку інквізиції, викопував таємно свіжопоховані трупи злочинців і на них проводив свої досліді, що дало йому можливість створити перший дійсно науковий атлас людського тіла. За свою діяльність А. Везалія переслідували єзуїти, він був відправлений на покаяння в Палестину, потрапив у катастрофу і помер на острові Занте в 1564 р.

Прихильники умоглядних висновків Галена вороже зустріли прогресивне перетворення анатомії Везалієм. Великого реформатора й прихильників нової течії в анатомічній науці усіляко переслідували. Самого Везалія зобов'язали поїхати для покаяння в Єрусалим. Один із послідовників нового напрямку в анатомії – Мігель Сервет (1509–1553) – був спалений на багатті як єретик.

Проте незабаром були зроблені нові блискучі відкриття з анатомії людини (Боталло, Фабрицій, Арранцій, Варолій, Баугін, Спігелій та ін.).

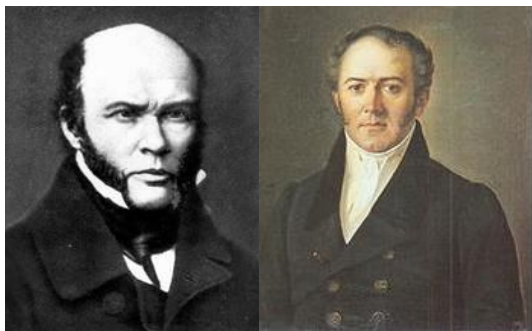
В епоху Відродження анатомія людини в основному завершила свій розвиток як описова наука. Філософське осмислення отриманих анатомічних фактів у той час або не здійснювалося зовсім, або робилося з позицій умоглядних ідеалістичних і близьких до них теорій. Значного поширення в XVI–XIX ст. набула, зокрема, натурфілософія, яка знову відродилася. Прихильники натурфілософських поглядів у біологічних науках (Окен, 1781–1851; Карус, 1789–1869 та ін.) внесли в науку чимало цінних і прогресивних для свого часу знань.

Намагання пов'язати анатомічні структури з психічною діяльністю народились у кінці XVIII ст. і знайшли своє втілення у науці – френології. Її засновник – австрійський анатом Франц Галь, який намагався довести безпосередній зв'язок між особливостями будови черепа та психічними особливостями людей. Проте згодом об'єктивні дослідження показали необґрунтованість френологічних тверджень.

Нові відкриття в області анатомії центральної нервової системи (ЦНС) були обумовлені удосконаленням мікроскопічної техніки.

Е. Гольджі та Рамон-і-Кахаль відкрили новий метод вивчення структур мозку – імпрегнацію сріблом, і це дало можливість виявити, що крім нейронів, у нервовій тканині існує група допоміжних клітин – нейрогліальних.

Згадуючи історію анатомічних досліджень ЦНС, необхідно зазначити, що видатний психолог Зигмунд Фройд починав свою кар'єру в медицині як дослідник анатомії нервової системи.



*Рис. 7. Ілля Буяльський
і Микола Пирогов*



*Рис. 8. Ч. Белл (1774–1842),
Ф. Мажанді*

Засновником анатомічної школи в Санкт-Петербурзі (1828) був хірург і анатом Ілля Буяльський. Він є автором монографії «Коротка загальна анатомія людського тіла», а його атлас «Анатомо-хірургічні таблиці» був нагороджений золотою медаллю. Засновником топографічно анатомії був М. Пирогов (1810–1881). Вся його діяльність була цілою епохою в розвитку медицини та психофізіології.

XVIII і перша половина XIX ст. – це період тріумфального розвитку не тільки анатомії як науки про будову тіла людини, але й морфології взагалі. Найбільше значення для анатомії нервової системи мали роботи: Ф. Біша (F. Bichat, Франція, 1801), який розділив життєві процеси в організмі на тваринні й органічні, вважаючи, що тваринне життя залежить від спинного мозку і є соматичним, у водночас як органічне підтримується сим-

патичною гангліонарною системою, а також вважав, що симпатичні вузли наділені самостійною діяльністю; Є. О. Мухіна (1804), який навів (1783–1855) експериментальні дані про дію подразників на органи чуття; І. Рейла (I. Real, Велика Британія, 1807), який ввів поняття «вегетативна нервова система»; Ч. Белла (Ch. Bell, Велика Британія, 1811) і Ф. Мажанді (F. Magendie, Франція, 1822), які відкрили порядок розподілу чутливих і рухових нервових волокон між дорсальними й вентральними корінцями спинного мозку (закон Белла-Мажанді); І. Мюллера (J. Muller, Німеччина), який видав у 1826 р. монографію «До порівняльної фізіології чуття зору» і в 1837 р. «Посібник з фізіології людини», де узагальнив роботи із сенсорної фізіології й проголосив «закон специфічних нервових енергій»; М. Голла й І. Мюллера (M. Goll, J. Muller, Німеччина), які сформулювали в 1832 р. вчення про рефлекс; Е. Вебера (E. Weber, Німеччина), який встановив у 1834 р. логарифмічну залежність між величиною подразника й викликуваним відчуттям; В. Еленберга й Г. Валентина (W. Elenberg, G. Valentin, Німеччина), які представили в 1833 і 1836 рр. перший мікроскопічний опис гангліонарної нервової клітини; І. Брате (I. Brachet, Франція), який видав у 1836 р. монографію про функції гангліонарної нервової системи, де стверджував, що ця система регулює діяльність внутрішніх органів, і описав її вплив на серце, легені, тонкий кишківник, органи виділення, органи чуття; Т. Шванна (Th. Schwann, Німеччина), який описав у 1838 р. будову оболонки нервового волокна (шваннівська оболонка); О. М. Філомафітського (1840, росія),

який розрізняв у симпатичному нерві властивості – чутливість, рухову й органічну силу; братів Е. Г. і Е. Веберів (Er. H. і Ed. Weber, Німеччина), які в 1845 р. виявили гальмуючий вплив блукаючого нерва на діяльність серця, і це було перше дослідження про гальмування (пригнічення) фізіологічних процесів.

Грандіозний перелом у науці відбувся в другій половині XIX ст. завдяки встановленню закону збереження енергії, створенню методики електричного подразнення та ін. Щодо цього особливо великі заслуги К. Бернара (С. Bernard, Франція), який у 1852 р. описав судинно-рухову функцію симпатичних нервів, а його концепція про значення сталості внутрішнього середовища організму надалі послужила основою для формування вчення про гомеостаз; Р. Вірхова (R. Virchow, Німеччина), який відкрив у 1856 р. нейроглію; Г. Гельмгольца (H. Helmholtz, Німеччина), який видав у 1856 р. «Посібник з фізіологічної оптики» і в 1862 р. – книгу «Вчення про слухові відчуття як фізіологічна основа теорії музики», а в 1863 р. обґрунтував резонансну теорію слуху.

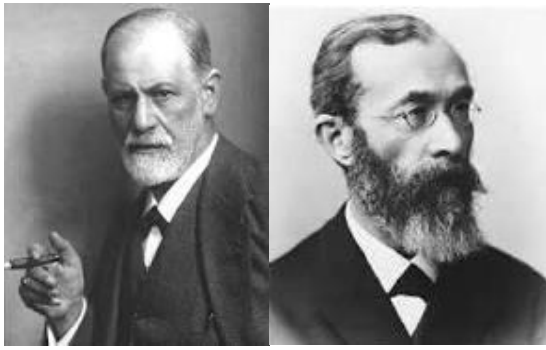
У 1857, 1864 рр. Г. Мейсснер і Л. Ауербах (G. Meissner, L. Auerbach, Німеччина) представили опис гістологічної будови підслизового й міжм'язового сплетіння стінки кишки, а М. Шіфф (M. Schiff, Німеччина) у 1858 р. описав спеціальні нерви регуляції харчування, що створювало ґрунт для наступного розвитку уявлень про трофічну функцію симпатичної нервової системи. Фізичні методи дослідження надали величезну допомогу під час вивчення органів чуття й умов сприйняття зовнішнього світу. К. Герінг (K. Hering, Німеччина) у 1862–1864 рр. створює теорію кольорового зору на основі праць зі сприйняття простору за допомогою зору. Е. Мах (E. Mach, Австрія) і І. Брейер (J. Breuer, Австрія) створюють теорію вестибулярного сприйняття. У 1865 р. О. Дейтерс (O. Deiters, Німеччина) описав відростки нейронів – аксон і дендрити.

Видатний фізіолог І. М. Сеченов у 1863 р. у праці «Рефлекси головного мозку» описав явище центрального гальмування й поширив принцип рефлекторної реакції на психічну діяльність та поведінку людини.

Нові методичні прийоми дали змогу вивчати функції нервів і нервових центрів. Так, у 1866 р. І. Ф. Ціон і К. Людвіг (K. Ludwig, Німеччина) відкрили в кролика нерв «депресор», подразнення центрального кінця якого викликає рефлекторне падіння кров'яного тиску й розширення кровоносних судин.

У 1869 р. Г. Фехнер (G. Fechner, Німеччина) повторив відкриття Е. Вебера, яке пізніше одержало назву основного психофізичного закону, або закону Вебера–Фехнера.

У 1874 р. В. Вундт (W. Wundt, Німеччина) заснував першу лабораторію експериментальної психології й увів психометрію – кількісний метод вивчення психіки, а в 1895 р. З. Фройд (Z. Freud, Австро-Угорщина) заклав основи психоаналізу.

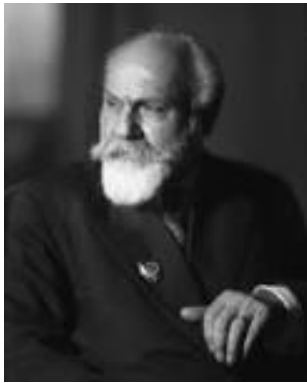


*Рис. 9. З. Фройд (1832–1920),
В. Вундт (1856–1939)*

П. Ерліх (P. Ehrlich, Німеччина) в 1885 р. уперше висловив думку про існування бар'єру між кров'ю й мозком. І. Р. Тарханов (1889) у праці «Про гальванічні явища в шкірі людини при подразненні органів чуття і різних форм психічної діяльності» описав шкірно-гальванічну реакцію.

У 1891 р. Г. Вальдейєр (H. Waldeyer, Німеччина) запропонував термін «нейрон», а в 1897 р. Ч. Шеррінгтон (Ch. Sherrington, Велика Британія) увів поняття «синапс».

Наприкінці XIX – на початку XX ст. У. Гаскеллом і Дж. Ленгі були закладені основи сучасних уявлень про автономну нервову систему. Вони розділили її на симпатичну, парасимпатичну й метасимпатичну. Вчені установили також



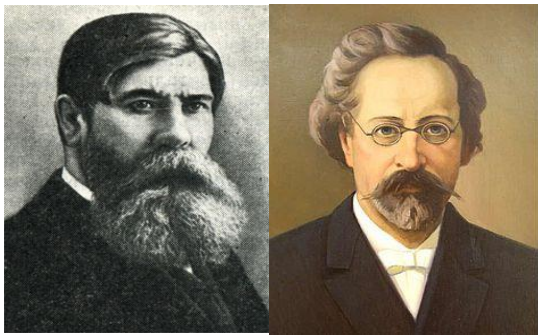
*Рис. 10. Л. А. Орбелі
(1882–1958)*

двонейронну структуру симпатичних і парасимпатичних нервів і розділили усі вегетативні нервові волокна на пре- і постгангліонарні. Серйозне виправлення в уявленнях про автономну нервову систему вніс Л. А. Орбелі (1923), виявивши, що подразнення симпатичних нервів підвищує працездатність стомлених скелетних м'язів. Надалі Л. А. Орбелі розвинув теорію про адаптаційно-трофічні функції симпатичної нервової системи, згідно з якою цей відділ нервової системи забезпечує пристосування організму до поточних потреб, підготовляючи рефлекторний апарат до виконання його функцій.

Упродовж XIX і XX ст. в Україні були медичні факультети лише в Харківському (заснований у 1805 р.), Київському (1841), Одеському (1900), Дніпропетровському (1916) університетах.

У середині XIX ст. київський анатом В. Бец (1834–1894) відкрив у V шарі кори головного мозку гігантські пірамідальні клітини (клітини Беца) та виявив різницю в клітинному складі різних ділянок кори головного мозку. Цими дослідженнями він заклав підвалини вчення про цитоархітекτονіку кори головного мозку.

У XX ст. почався новий етап у дослідженні нервової системи. Багато відкриттів було зроблено у визначенні функціонального значення різних ділянок кори великих півкуль головного мозку у здійсненні різних видів діяльності. Завдання цих досліджень І. П. Павлов сформулював як «приурочення динаміки до структури». Цю проблему експериментально вивчали німецький морфолог О. Фогт, невролог В. М. Бехтерєв, американський психолог К. С. Лешлі й багато інших.



*Рис. 11. Володимир Бе́ц
і Володимир Бехте́рев*

Велике значення в розробці цієї проблеми мав розвиток нейрохірургії, завдяки чому стало можливим застосовувати методику електричного подразнення різних ділянок кори головного мозку під час хірургічних операцій, які проводять у людини під місцевою анестезією, коли збережена свідомість і пацієнт може повідомити про свої відчуття. Уперше такі спостереження були проведені американським нейрохірургом Г. Кушингом

у 1909 р., потім канадськими ученими О. Фестером, У. Пенфілдом і Т. Расмуссеном. За допомогою локального електричного подразнення та електрофізіологічної методики була визначена топографічна (картографічна) організація різних функціональних зон кори головного мозку, а саме первинні сенсорні, моторні та асоціативні ділянки, що відповідають за зір, слух, соматосенсорні відчуття та рухи.



*Рис. 12. І. П. Павлов
(1849–1936)*

Найважливішими досягненнями стали створення вчення про вищу нервову діяльність, вчення про медіатори. Значні досягнення були отримані завдяки використанню електроніки, що дало можливість провести детальний аналіз електричних явищ, які протікають у центральній і периферичній нервових системах.

Величезне значення для дослідження нервової системи мало відкриття в 1902 р. видатним російським ученим І. П. Павловим умовних рефлексів і створення в 1923 р. іншим російським фізіологом О. О. Ухтомським вчення про домінанту.

У ХХ ст. було розкрито функціональне значення центрів проміжного мозку й ретикулярної формації мозкового стовбура. Великими досягненнями на початку ХХ ст. стали створення в 1905 р. А. Біне й Т. Сімоном (А. Binet, Th. Simon, Франція) першого тесту для оцінки інтелекту (згодом IQ – «коефіцієнт інтелектуальності»); одержання в 1906 р. К. Гольджі (С. Golgi, Італія) і С. Рамон-і-Кахалем (S. Ramon i Cajal, Іспанія) Нобелівської премії за доведення клітинної будови нервової системи, в 1911 р. А. Гульстрандом (А. Gullstraiid, Швеція) Нобелівської премії за відкриття механізму акомодатії, в 1914 р. Р. Барані (R. Barany, Австрія) Нобелівської премії з електроніки, що дало можливість провести детальний аналіз електричних явищ, які протікають у центральній і периферичній нервових системах; а також опис у 1909 р. К. Бродманом (К. Brodmann, Німеччина) у корі великих півкуль головного мозку 11 ділянок, які включають у себе 52 цитоархітектонічні поля.



Рис. 13. А. Біне
(1857–1911)

Нова глава нейробіології, вчення про координацію рухових функцій, була створена в першій чверті XX ст. класичними дослідженнями голландського фізіолога Р. Магнуса (R. Magnus, Нідерланди, 1924) і його співробітників. Вони відкрили велику групу рефлексів, за допомогою яких досягається розподіл тону мускулатури й можливість підтримки певного положення тіла в просторі. Детально було з'ясовано функціональне значення у здійсненні досліджуваних реакцій центрів проміжного, середнього й довгастого мозку. У такий спосіб Р. Магнус відкрив раніше невідомі функції центрів мозкового стовбура. Вся сукупність експериментальних даних викладена в його монографії «Установка тіла» (1924).

Дослідження з фізіології органів чуття у першій половині XX ст. проводилися переважно у 2 напрямках: психофізіологічному, що складався у словесному звіті випробуваного про відчуття, які виникають у нього під впливом різних світлових, звукових, хімічних, теплових або механічних подразнень; фізіологічному й електрофізіологічному, за яких ефекти подразнення органів чуття виявляють за рефлексними реакціями або за імпульсами, які реєструються в аферентних нервах, що відходять від тих або інших рецепторів.



Рис. 14. Е. Д. Едріан
(1889–1977)

Електрофізіологічні дослідження рецепторів у широких масштабах почали практикуватися лише з другої половини 20-х рр. після класичних робіт фізіолога Е. Д. Едріана (E. D. Adrian, Велика Британія). Він довів, що за умови посилення подразнення, яке діє на рецептори, частішають імпульси, котрі надходять у центральну нервову систему. Загальним майже для всіх органів чуття є феномен адаптації рецепторів до довгостроково діючого подразнення. Х. Хартлайн (H. Hartline, США, 1938) виявив, що в деяких волокнах зорового нерва імпульси виникають тільки під час вмикання світла, в інших – під час його вимикання, у третіх – під час і вмикання, і вимикання. На цій основі був зроблений висновок про наявність трьох груп фоторецепторів, що по-різному реагують на світлове подразнення. У 1935–1936 рр. біохімік Дж. Уолд (G. Wald, США) вивчив хімічні перетворення зорового пурпуру (родопсину) і показав, що він являє собою сполуку похідного вітаміну А – ретинолу – з білком опсином.

У 20–30-ті рр. XX ст. було введено поняття про інтра- і екстраверсію, а в основу типологій характерів покладена домінуюча психічна функція індивіда (К. Юнг, Швейцарія, 1921); поняття про статичні й статокінетичні рефлексії стовбура мозку (Р. Магнус і А. де Клейн, Нідерланди, 1924); були зареєстровані електричні процеси

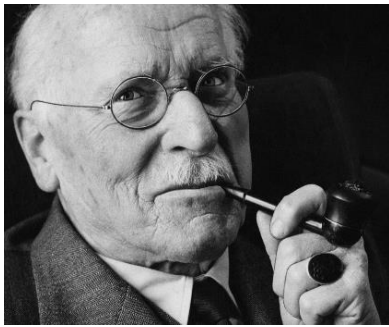


Рис. 15. К. Г. Юнг
(1875–1961)

в мозку людини (Г. Бергер, Німеччина, 1929); було введено поняття про гістогематичні бар'єри (Л. С. Штерн, 1929); були описані функції «кола Папеса», яке включає в себе гіпокамп, сосочкові тіла, частину таламуса, кору поясної звивини та інші структури мозку (J. Papez, США, 1937); виявлена правильна просторова проєкція скелетних м'язів на рухову ділянку кори великих півкуль головного мозку (У. Пенфілд, Канада, 1938); розроблена камера Скіннера для вироблення інструментальних рефлексів у пацюків (Б. Скіннер,

США, 1938). Нобелівською премією були відзначені праці Ч. Шеррінгтона й Е. Едріана (Ch. Sherrington, E. Adrian, Велика Британія) в 1932 р. за відкриття ролі рецепторів нервів, передачі інформації у вигляді електричних імпульсів, О. Леві (O. Loewi, Австрія) і Г. Дейла (H. Dale, Велика Британія) в 1936 р. за відкриття механізму синаптичної передачі, й К. Хейманса (C. Neumans, Бельгія) в 1938 р. за відкриття ролі синусного й аортального механізмів у регуляції дихання.

Сьогодні центр анатомічних досліджень нервової системи із макросвіту перемістився в мікросвіт. Сьогодення анатомії характеризується значними відкриттями, які відбуваються в ділянці мікроскопії (електронної) на рівні не тільки окремих клітин, але і їх органел та окремих біомакромолекул.

1.3. Основні напрями розвитку анатомії та фізіології

Основними сучасними напрямками розвитку анатомії є:

- **вікова анатомія** – вивчає вікові зміни органів та систем організму. Старіння населення планети викликало до життя науку, яка дістала назву геронтологія, основною проблемою якої є остеопороз, який набирає характеру пандемії. Остеопороз зазвичай у переважній більшості ускладнюється переломом кісток кінцівок, що приводить до інвалідності та погіршення якості життя пацієнтів;
- **порівняльна анатомія** – вивчає і порівнює будову тварин різних класів і людини;
- **топографічна анатомія** – вивчає локалізацію (розміщення) органів у певних ділянках тіла;
- **функціональна анатомія** – вивчає структуру у зв'язку із її функцією;
- **динамічна анатомія** – вивчає будову опорно-рухового апарату щодо динаміки рухів;
- **антропологія** – вивчає будову тіла в історичному аспекті;
- **екологічна анатомія** – вивчає вплив чинників зовнішнього середовища на будову тіла людини;
- **описова анатомія** – вивчає структуру тіла людини.

Основними напрямками досліджень фізіології людини є:

- **загальна фізіологія** – вивчає основні закономірності всієї живої матерії на молекулярному та клітинному рівнях, її реакції на вплив зовнішнього середовища, специфічні особливості, що відрізняють живі об'єкти від неживої природи;
- **фізіологія вищої нервової діяльності** – вивчає закономірності функціонування вищих відділів центральної нервової системи (кори великих півкуль головного мозку і найближчої підгірки), які забезпечують акти поведінки тварин і людини та взаємодію їх із зовнішнім середовищем і становлять матеріальні основи відчуття, сприймання, мислення, пам'яті;
- **нейрофізіологія** – вивчає функції нервової системи, розкриває структурно-функціональну організацію різних відділів нервової системи, центральні механізми регуляції функцій організму, з'ясовує основні принципи кодування й передачі сигналів від рецепторів до центральної нервової системи, оброблення інформації на різних рівнях цієї системи та загальних закономірностей перебігу нервових процесів;
- **фізіологія вісцеральних систем** – вивчає властивості окремих тканин і органів, а також закономірності їх об'єднання в функціональні системи;
- **порівняльна фізіологія** – досліджує особливості розвитку фізіологічних функцій тваринних організмів у їх еволюційному (філогенез) та індивідуальному (онтогенез) розвитку;
- **вікова фізіологія** – вивчає закономірності та провідні механізми процесу старіння живих організмів;
- **спеціальна фізіологія** – вивчає загальні й окремі закономірності життєдіяльності організмів, насамперед людини, відповідно до специфічних умов її діяльності. Завдяки цьому у спеціальній фізіології виділяють екологічну фізіологію, фізіологію праці, спорту, психофізіологію, космічну, авіаційну, підводну тощо;
- **фізіологічна кібернетика** – вивчає структурну й функціональну організацію біологічних систем, а також закономірності одержання, перетворення і використання в них інформації.

1.4. Методи дослідження в анатомії та фізіології

Усі анатомічні методи можна поділити на **макроскопічні**, які вивчають весь організм загалом, та **мікроскопічні**, які вивчають тканини і клітини за допомогою мікроскопічної техніки.

Макроскопічні та мікроскопічні дослідження проводяться завдяки поєднанню різних методичних підходів, які дають змогу вивчати різні аспекти морфологічних утворень у нервовій системі. Отже, можна виділити відповідний комплекс макроскопічних та мікроскопічних методів дослідження в ЦНС.

Методами дослідження, що застосовуються у фізіології, є спостереження, експеримент, моделювання.

Спостереження – це метод дослідження функцій та структур організму без втручання в його діяльність.

Експеримент – це метод дослідження функцій організму та його структур із втручанням в їх діяльність – створення певних умов. *Експерименти поділяють на гострі та хронічні.*

Гострі експерименти передбачають дослідження функцій на ізольованих клітинах, органах, тканинах, а також у цілісному організмі тварин, які перебувають під наркозом.

Хронічні експерименти були введені у фізіологію Р. Гейденгайном та І. П. Павловим, які запропонували і розробили методики проведення на тваринах оперативних втручань, що дають змогу досліджувати функції тривалий час в умовах, наближених до фізіологічних.

Моделювання – це метод дослідження функцій за допомогою програм, що описують діяльність систем організму, або пристроїв, які імітують діяльність системи і мають однакові з нею вхідні та вихідні показники.

Макроскопічні методи дослідження поділяються на:

Посмертні:

1. *Розтин:*

- препарування;
- рентгенографія із введенням контрастних речовин.

2. *Рентгенографія:*

- відбитки з окремих структур головного мозку.

Прижиттєві:

1. *Інвазивні:*

- рентгенографія із введенням контрастних речовин.

2. *Неінвазивні:*

- рентгенографія;
- рентгенівська томографія;
- ядерно-магнітно-резонансна томографія;
- позитронно-емісійна томографія.

Мікроскопічні методи дослідження поділяються на:

1. **Оптична мікроскопія** (забарвлення зрізів нервової тканини, чутливих до):

- хімічного складу клітини;
- активності ферментів клітини;
- антигенного складу клітини.

2. **Електронна мікроскопія** (застосовується для аналізу молекулярних і надмолекулярних структур клітин ЦНС):

- класична електронна мікроскопія;
- атомно-силова електронна мікроскопія.

Через те, що завданням анатомічного дослідження з психологічного боку є виявлення зв'язків анатомічних структур із психічними процесами, до методів дослідження морфології (структури) ЦНС можна віднести деякі фізіологічні, як-от: перерізка нервів і провідних шляхів, подразнення ділянок ЦНС, руйнування ділянок ЦНС, енцефалографія.

1.5. Анатомо-фізіологічна термінологія

З метою правильної уяви про структури головного і спинного мозку необхідно знати деякі елементи анатомічної та фізіологічної номенклатури.

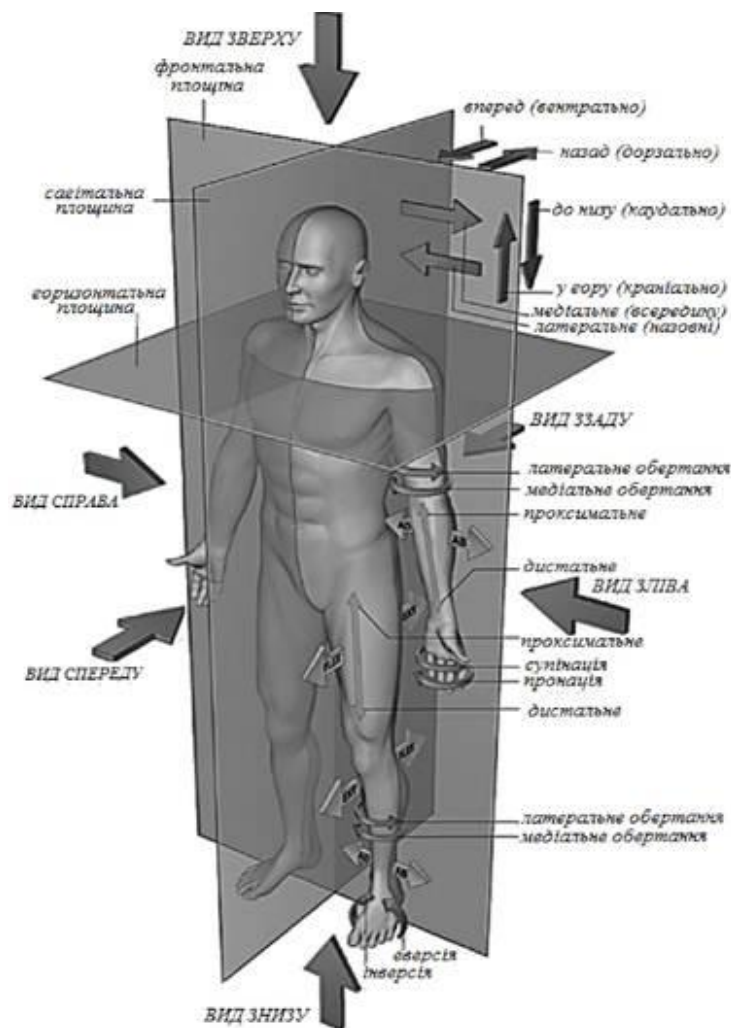


Рис. 16. Площини тіла людини

Вертикальні площини:

- **фронтальна площина** – проводиться вертикально, але паралельно площині лоба і під прямим кутом до сагітальної площини; ця площина поділяє тіло людини на передню (вентральна) і задню (дорзальна) половини;
- **сагітальна площина** (передньо-задня) – це площина, проведена вертикально спереду назад, поділяє тіло на праву та ліву частини; сагітальна площина,

що проходить через середину тіла людини і поділяє його на 2 симетричні половини (праву та ліву), називається серединною або медіальною.

Горизонтальна площина – поділяє тіло людини на верхній (головний або краніальний) та нижній (хвостовий або каудальний) відділи; проводиться перпендикулярно до перших двох площин паралельно до опорної поверхні.

Усі площини розташовуються взаємно перпендикулярно. Внаслідок їх перетину утворюються осі симетрії – **1 вертикальна та 2 горизонтальні:**

- **вертикальна вісь** – це вісь, проведена вздовж тіла зверху вниз або знизу вверху, вона з'єднує верхні та нижні точки тіла або його частини; утворюється під час перетину сагітальної та фронтальної площин, має 2 напрямки – верхній, або краніальний, та нижній, або каудальний;

- **горизонтальні осі:**

- **фронтальна, або поперечна** – утворюється під час перетину фронтальної та горизонтальної площин, вона проведена вздовж чола справа наліво або зліва направо, з'єднує симетричні точки правої та лівої половини тіла, має 2 напрямки: правий і лівий; але по фронтальній осі може бути ще медіальний напрямок, який характеризує положення органу ближче до серединної площини, і латеральний, який характеризує положення органу далі від серединної площини, а також серединний, який вказує на положення органу в серединній площині;

- **сагітальна вісь** – утворюється під час перетину горизонтальної та сагітальної площин, проведена в напрямку стрілки спереду назад, або ззаду наперед, з'єднує симетричні точки передньої та задньої половини тіла або його частин, має 2 напрямки – передній, або вентральний, та задній, або дорсальний.

Для визначення положення органу у просторі використовують також терміни: медіальний (*medialis*), серединний (*medianus*), середній (*medius*), передній (*anterior*), латеральний (*lateralis*), проміжний (*intermedius*), задній (*posterior*), вентральний, черевний (*ventralis*), дорсальний, спинний (*dorsalis*), краніальний, черепний (*cranialis*), каудальний, хвостовий (*caudalis*), проксимальний, ближчий до тулуба (*proximalis*), дистальний, периферичний, віддалений від центру (*distalis*), поверхневий (*superficialis*), глибокий (*profundus*), поздовжній (*longitudinalis*), поперечний (*transversalis*), фронтальний (*frontalis*), сагітальний (*sagittalis*), правий (*dexter*), лівий (*sinister*), верхній (*superior*), нижній (*inferior*); супінація – поворот кінцівки або її частини назовні від тулуба; пронація – поворот кінцівки або її частини до тулуба.

Функція (фізіологічна функція) – це діяльність, яка здійснюється клітинами, тканинами, органами, системами та організмом загалом, в основі функції лежить обмін речовин, енергії та інформації.

Філогенез – історичний розвиток центральної нервової системи людини. У процесі філогенезу нервова система пройшла такі стадії: дифузна (розкидана) НС, ганглієва (вузлова) та трубчаста НС. У рептилій вперше з'являється кора кінцевого мозку, яка досягає найвищого рівня розвитку у ссавців.

Онтогенез – процес індивідуального розвитку організму від моменту зачаття до смерті. В онтогенезі виділяють ембріональний (зародковий, або пренатальний) і постембріональний (післязародковий, або постнатальний) періоди.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.
3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

Питання для самоперевірки:

1. Коротко охарактеризуйте історію розвитку анатомії та фізіології ЦНС.
2. Назвіть основні методи дослідження в анатомії та фізіології.
3. Дайте визначення онтогенезу та філогенезу нервової системи.
4. Назвіть основні напрями розвитку анатомії та фізіології.
5. Дайте коротку характеристику топографічній, функціональній та динамічній анатомії.
6. Поясніть, чому сьогодні є перспективним розвиток вікової та екологічної анатомії й фізіології.
7. Назвіть основні методи дослідження в анатомії та фізіології.
8. Охарактеризуйте макроскопічні методи дослідження.
9. Назвіть і розкрийте суть мікроскопічних методів дослідження в анатомії.
10. Назвіть основні фізіологічні методи дослідження, які використовуються в анатомії.
11. Як називаються основні площини, які умовно ділять тіло людини?
12. Назвіть осі, які виділяють у горизонтальній, фронтальній та сагітальній площинах тіла людини.

Тестові завдання

1. Анатомія людини як наука вивчає будову:

- а) людського організму;
- б) ЦНС;

- в) серця;
- г) печінки.

2. Хто вперше застав підвалини поділу людей за темпераментом?

- а) Цельс;
- б) Гален;
- в) Гіппократ;
- г) Авіценна.

3. Хто вперше ввів у науку метод вівісекції тварин?

- а) Цельс;
- б) Гален;
- в) Гіппократ;
- г) Авіценна.

4. Назвіть автора «Канону лікарської науки»:

- а) Цельс;
- б) Гален;
- в) Гіппократ;
- г) Авіценна.

5. Перший науковий атлас людського тіла, створений на основі опису розтину трупів, здійснив:

- а) Авіценна;
- б) Леонардо да Вінчі;
- в) Везалій;
- г) Гольджі.

6. Анатомічні театри для проведення публічних розтинів були відкриті у:

- а) Стародавній Греції;
- б) Стародавньому Римі;
- в) епоху середньовіччя;
- г) епоху Відродження.

7. «Анатомо-хірургічні таблиці», які були нагороджені «Золотою медаллю», зробив:

- а) І. Буяльський;
- б) П. Лєсгафт;
- в) В. Бец;
- г) М. Пирогов.

8. Гігантські пірамідальні клітини кори головного мозку описав:

- а) І. Буяльський;
- б) П. Лєсгафт;
- в) В. Бец;
- г) М. Пирогов.

9. Медичний факультет у Києві був заснований у:

- а) 1916 р.;
- б) 1805 р.;
- в) 1841 р.;
- г) 1900 р.

10. Вивчає і порівнює будову тварин різних класів і людини:

- а) вікова анатомія;
- б) порівняльна анатомія;
- в) топографічна анатомія;
- г) динамічна анатомія.

2. ЗАГАЛЬНЕ УЯВЛЕННЯ ПРО БУДОВУ ТА РОЗВИТОК ЦНС

План

- 2.1. Загальний план будови ЦНС.
- 2.2. Порожнини мозку та ліквор.
- 2.3. Мозкові оболонки.
- 2.4. Філогенез центральної нервової системи.
- 2.5. Онтогенез центральної нервової системи.

2.1. Загальний план будови ЦНС

Інформація для роздумів

У 2007 р. француз Матьє, 44-річний батько двох дітей, звернувся до однієї з клінік Марселя зі скаргами на слабкість (парез) у лівій нозі. Він повідомив лікаря, що у віці 14 років у нього вже було щось подібне, але після лікування, призначеного дитячими лікарями, слабкість пройшла. Інші аспекти, згідно з записами в медичній карті, були в межах норми.

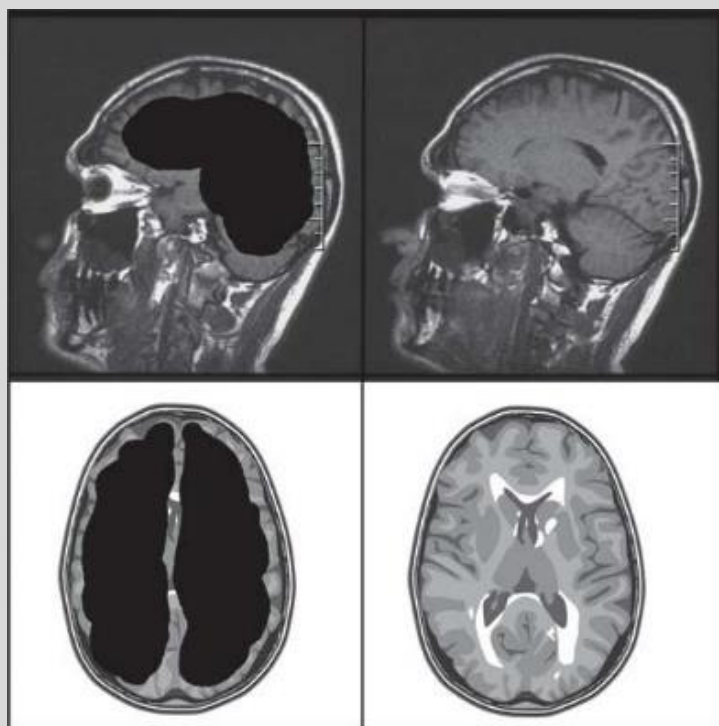


Рис. 17. Зліва – мозок Матьє (реконструкція), праворуч – мозок здорової людини

Лікарі обстежили ногу Матьє, але причин, які викликають нездужання, виявити не змогли. І все ж таки вони вирішили призначити МРТ (магнітно-резонансна томографія) головного мозку, щоб виключити, наприклад, страшне захворювання розсіяний склероз: воно може знищувати клітини нервової системи, які відповідають за рухи.

Те, що виявили під час МРТ-дослідження, не вкладалося в уявлення тогочасної нейронауки. У нормі весь череп заповнений сірою та білою речовиною – це тканина мозку. Усередині є невеликі цистерни із рідиною. Але у Матьє не було більше 80 % мозкової тканини. А самі цистерни розширилися, наповнивши рідиною майже весь мозок.

Матьє розповів лікарям, що у 14 років йому зробили шунтування та відкачали рідину з мозку. Однак згодом вона знову заповнила черепну коробку чоловіка і стиснула його мозок, відтіснивши всі клітини, що вижили, до внутрішньої поверхні кісток. Тобто, по суті, ось уже понад 40 років Матьє жив із «водою» у голові. І це не заважало йому вести цілком нормальний спосіб життя. Але як це можливо? Які механізми лежать в основі таких явищ? Що ми знаємо про мозок сьогодні? Яка його роль у формуванні свідомості та механізми прийняття рішень?

Центральна нервова система людини ділиться на центральну і периферійну. **Периферійна нервова система** представлена корінцями спинного мозку, нервовими сплетіннями, нервовими вузлами (гангліями), нервами та нервовими закінченнями. Останні можуть бути:

- а) еферентними (руховими), які передають збудження від нервів до робочого органу (м'язу або залози);
- б) аферентними (чутливими), які передають інформацію від рецепторів до центральної нервової системи.

Периферійна нервова система складається з:

- 1) корінців спинного мозку;
- 2) нервові вузли (ганглії);
- 3) нерви;
- 4) нервові сплетіння;
- 5) периферійні закінчення, які поділяються:
 - аферентні (чутливі);
 - еферентні (рухові).

Центральна нервова система людини складається з **головного і спинного мозку**. ЦНС побудована з **нервової тканини**, яка має **нейроцити** (нервові клітини) та **нейроглію** (міжклітинну речовину – клітини глії).

Макроскопічно (неозброєним оком) на зрізі мозку можна бачити **білу і сіру речовину**. Біла речовина – це пучки нервових волокон, які утворюють провідні шляхи. Через те, що нервові волокна, які формують провідні шляхи, покриті **мієліном**, то їх нагромадження має білий колір.

Сіра речовина – це тіла нейроцитів, які формують нервові центри. Сіра речовина в центральній нервовій системі утворює 2 типи нагромаджень (структур):

ядерні структури (ядро – нагромадження групи клітин, які характеризуються спільною локалізацією (розміщенням), однаковою формою тіла та розмірами, а також функцією) та **екранні структури** (в яких групи клітин розміщуються шарами). Ядра локалізуються у спинному мозку, стовбурі мозку та великих півкулях. Екранні структури виявляються лише в корі головного мозку та мозочку.

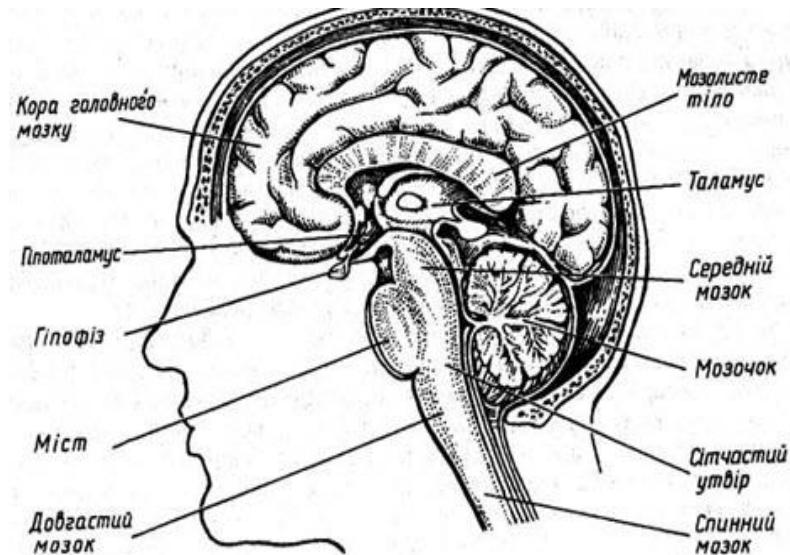


Рис. 18. Центральна нервова система людини

Спинний мозок має вигляд трубки з центральним каналом, довкола якого сіра речовина (нейроцити) формують структуру, яка нагадує метелика. У сірій речовині спинного мозку виділяють передні, задні та бокові роги. Відростки нервових клітин покриті мієліном (біла речовина), утворюють провідні шляхи спинного мозку.

Головний мозок залягає в порожнині черепа. Топографічною межею зі спинним мозком є площина, яка проходить через нижній край великого потиличного отвору. Середня маса головного мозку людини – від 1 100 до 2 000 г.

Анатомічно в головному мозку розрізняють **півкулі, стовбур мозку і мозочок**. Стовбур мозку включає в себе **довгастий мозок, міст, середній і проміжний мозок**.

Відповідно до онтогенезу відділи головного мозку ділять на **передній, середній та задній**. За цим підходом, до переднього мозку належать великі півкулі та проміжний мозок, до середнього – середній мозок, і до заднього – міст, мозочок, перешийок ромбовидного мозку та довгастий мозок.

Анатомічні відділи головного мозку такі:

1) передній мозок:

- проміжний мозок;
- кінцевий мозок;

2) середній мозок;

3) задній мозок:

- міст;
- мозочок;
- перешийок ромбовидного мозку;
- довгастий мозок.

Онтогенетично відділи головного мозку поділяються на:

1) великі півкулі;

2) стовбур мозку:

- довгастий мозок;
- міст;
- середній мозок;
- проміжний мозок;

3) мозочок.

Ліва і права півкуля мозку розділені повздовжньою щілиною, дном якої є **мозолисте тіло**. З мозочком їх розділяє поперечна щілина. Вся поверхня півкуль покрита борознами і звивинами, найбільша звивина – бокова, або силвієва, вона відділяє лобову частку півкуль від скроневої.

На сагітальному зрізі мозку видно медіальну поверхню півкулі великого мозку, структури стовбура мозку і мозочок.

Від головного мозку відходять **12 пар черепно-мозкових нервів**, які іннервують переважно голову, низку м'язів шиї та потилиці, а також здійснюють парасимпатичну іннервацію внутрішніх органів.

Від спинного мозку відходить **31 пара спинно-мозкових нервів**, які іннервують тулуб і внутрішні органи.

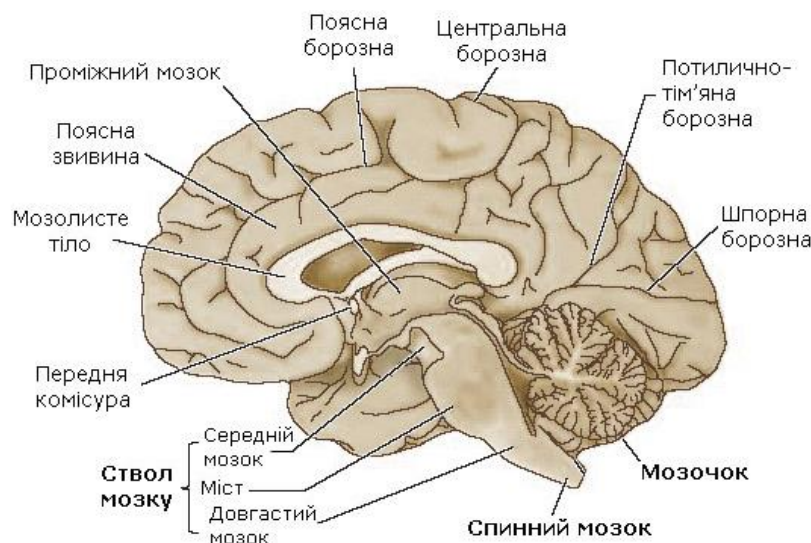


Рис. 19. Сагітальний розріз головного мозку людини

2.2. Порожнини мозку і ліквор

У процесі ембріонального розвитку порожнини мозкових міхурів перетворюються на **шлуночки мозку**. У лівій і правій півкулі відповідно розміщені I і II шлуночки, у проміжному мозку – III шлуночок, і в ромбовидному мозку – IV шлуночок.

Третій і четвертий шлуночки з'єднані **сильвієвим водопроводом**, який проходить у середньому мозку.

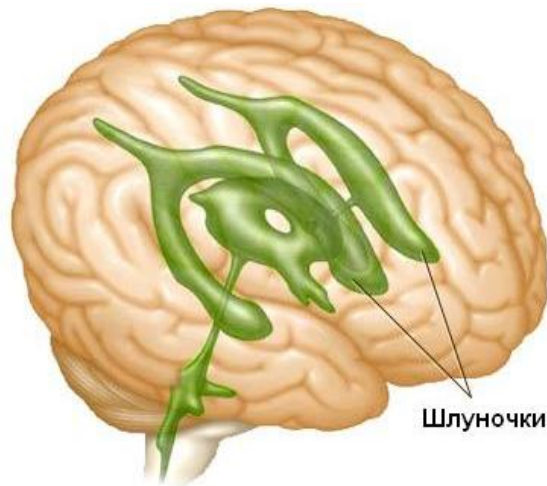


Рис. 20. Шлуночки мозку

Порожнини мозку заповнені спинномозковою (цереброспінальною) рідиною – **ліквором**. Вони з'єднуються між собою, а також зі спинно-мозковим каналом та підпавутинним простором.

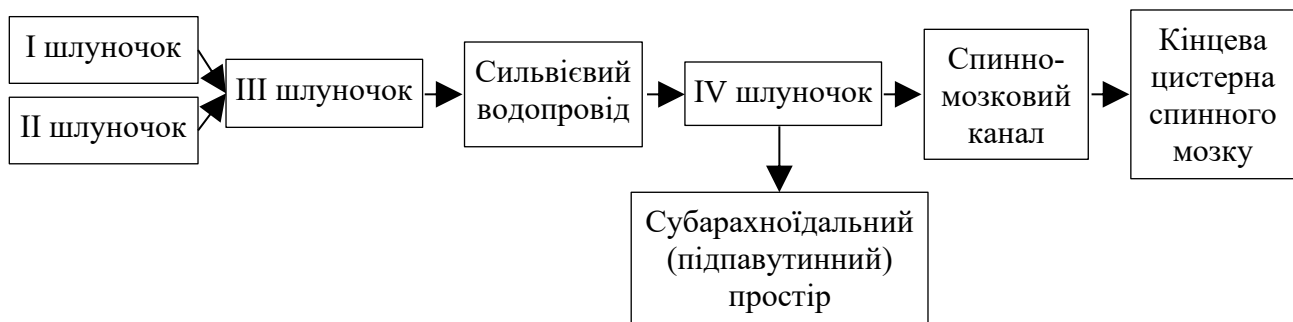


Рис. 21. Схема порожнин мозку

Ліквор продукується судинним сплетінням шлуночків мозку, а всмоктується венами м'якої оболонки мозку. Процеси утворення і всмоктування ліквору перебігають постійно. Циркуляція ліквору залежить від пульсації судин мозку, дихання, рухів голови, інтенсивності утворення і всмоктування самого ліквору.

Із бокових шлуночків, де переважає продукція ліквору над всмоктуванням, цереброспінальна рідина попадає у III шлуночок, звідти через отвори Лушки у

велику цистерну і зовнішній субарохноїдальний простір головного мозку, центральний спинномозковий канал і в кінцеву цистерну спинного мозку.

Функції цереброспінальної рідини:

- механічний захист мозку;
- амортизація змін осмотичного тиску;
- підтримання трофічних і обмінних процесів між кров'ю і мозком.

2.3. Мозкові оболонки

Головний і спинний мозок мають такі оболонки: **тверду, павутинну, м'яку.**

Тверда мозкова оболонка розміщена найбільш поверхнево. **Павутинна** (арахноїдальна) оболонка займає серединне положення.

М'яка оболонка безпосередньо прилягає до поверхні мозку.

М'яка мозкова оболонка відділена від павутинної оболонки підпавутинним **(субарохноїдальним) простором**, заповненим ліквором.

Від твердої мозкової оболонки павутинна відділена **субдуральним простором**.

Тверда мозкова оболонка має 2 листки. Зовнішній листок прикріплюється до черепа зсередини і вистилає внутрішній канал хребта, формуючи його надкисницю. Внутрішній листок зрощений із зовнішнім, утворюючи мозкові синуси для відпливу венозної крові від мозку і голови.

2.4. Філогенез центральної нервової системи

Філогенез – історичний розвиток центральної нервової системи людини.

Вперше нервова система появляється у **кишковопорожнинних тварин**. Нервова система в них є **дифузною**, тобто в цих тварин відсутнє нагромадження нервових клітин.

У **плоских червів** нервова система **драбинчастого типу**. У ній є декілька великих вузлів у головному кінці тіла та 2 нервові стовбури, які з'єднані між собою перекладинами, що нагадує драбину.

У **кільчастих червів** з'являється нервова система **вузлового типу**. У них симетрична будова тіла та нервової системи, яка представлена 2 ланцюгами вузлів, що побудовані із нервових клітин і нервових волокон.

У **хордових тварин** появляється «**трубчаста**» **нервова система**, утворена клітинами ектодерми, які формують медулярну (мозкову) трубку. У ланцетника вона ще не ділиться на головний і спинний мозок, а у круглоротих риб цей поділ уже є.

У **рептилій** вперше з'являється **кора кінцевого мозку**. Найвищого розвитку **кора головного мозку** і сам мозок отримав у ссавців.

2.5. Онтогенез центральної нервової системи

Онтогенез – процес індивідуального розвитку організму від моменту зачаття до смерті. В онтогенезі виділяють **ембріональний** (зародковий, або пренатальний) і **постембріональний** (післязародковий, або постнатальний) періоди. **Ембріональний період** – це час від запліднення до народження, **постембріональний** – від народження до смерті.

Відповідно до біогенетичного закону, в онтогенезі нервова система повторює етапи філогенезу. Спочатку відбувається диференціація зародкових листків (**ектодерми** (зовнішнього), **мезодерми** (середнього) та **ентодерми** (внутрішнього)), потім із клітин ектодерми утворюється **мозкова, або медулярна пластинка**. Краї медулярної пластинки зближуються, а центральна частина, навпаки, прогинається в тіло зародка. Потім краї пластинки змикаються – утворюється медулярна трубка (рис. 23). Далі з її **задньої частини**, що затримується в рості, **утворюється спинний мозок**; із **передньої**, що розвивається більш інтенсивно – **головний мозок**. Канал медулярної трубки перетворюється на центральний канал спинного мозку і шлуночки головного мозку.

Нервова трубка – ембріональне джерело всієї нервової системи людини. Далі з неї формується головний і спинний мозок, а також периферійні відділи нервової системи. По обидва боки від нервової трубки утворюється із ектодерми **гангліозна пластинка**. З гангліозної пластинки розвиваються нервові клітини спинномозкових і краніальних вузлів, а також вузлів вегетативної нервової системи.

Нервова трубка має 3 шари: внутрішній – **спендимний шар**; середній – **магнітний** (плащовий); зовнішній – **крайова вуаль**.

Клітини внутрішнього шару перетворюються в **спендимоцити**, які вистилають канал спинного мозку. Клітини мантийного шару диференціюються у 2 напрямках: частина із них перетворюється на **нейроцити**, а друга частина – на **гліальні клітини**.

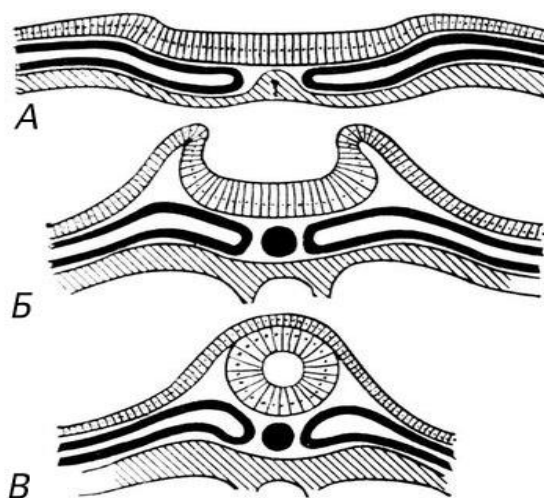


Рис. 22. Розвиток нервової системи (трубчастий тип):
А – нервова пластинка; Б – нервовий рівчачок; В – нервова трубка

Нервовий ривчачок поділяється на гангліозну пластинку, яка утворює нервові вузли і нервову трубку. **Нервова трубка має 3 шари: внутрішній шар** (епендимоцити), **середній шар, або мантийний** (нейроцити, нейроглія) та **зовнішній шар, або крайова вуаль** (біла речовина спинного мозку).

Внаслідок інтенсивного розвитку передньої частини нервової трубки утворюються мозкові міхури: стадія **трьох мозкових міхурів**, які дають початок **передньому, середньому і ромбоподібному мозку**. Далі утворюється **5 мозкових міхурів**, які формують такі відділи нервової системи:

- **передній мозок**, до складу якого входить *кінцевий і проміжний мозок*;
- **стовбур мозку**, який включає в себе **ромбоподібний і середній мозок**;
- **кінцевий мозок** – представлений двома півкулями.

До **проміжного мозку** належить **епіталамус, передній і задній таламус, метаталамус і гіпоталамус**.

Ромбоподібний мозок складається із довгастого і заднього, до якого входять міст і мозочок, **середній мозок** – ніжки мозку, покрив і дах середнього мозку.

Із недиференційованої частини медулярної трубки розвивається спинний мозок. Порожнини кінцевого мозку (півкуль) утворюють бокові шлуночки, порожнина проміжного мозку – III шлуночок, середнього мозку – сильвієвий водопровід, ромбоподібний мозок – IV шлуночок і спинний мозок – центральний канал.

Далі йде швидкий розвиток усієї центральної нервової системи, але найбільш активно розвивається кінцевий мозок.

У постнатальному періоді відбувається остаточне формування всієї нервової системи, зокрема кори великого мозку, яка відіграє вкрай важливу роль у мозкових механізмах умовно-рефлекторної діяльності. Ще один дуже важливий етап в онтогенезі – це період статевого дозрівання, коли відбувається статеві диференціація мозку.

Протягом усього життя людини мозок активно змінюється, адаптуючись (приспосовуючись) до умов зовнішнього і внутрішнього середовища, частина цих змін має генетично запрограмований характер, частина є відносно вільною реакцією на умови існування. Онтогенез нервової системи закінчується тільки зі смертю людини.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл.; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.

2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.

3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична

інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

Питання для самоперевірки

1. Що входить до складу центральної нервової системи?
2. Назвіть складники периферійної нервової системи.
3. Назвіть структурні компоненти нервової тканини, ядерні та екранні структури мозку.
4. Анатомічні частини головного мозку.
5. Які відділи входять у стовбур мозку?
6. Назвіть відділи головного мозку, відповідно до онтогенезу.
7. Скільки мозкових шлуночків є в головному мозку і як вони з'єднуються між собою?
8. Назвіть функції цереброспінальної рідини.
9. Назвіть і дайте характеристику оболонкам головного мозку.
10. Дайте визначення поняття філогенез.
11. Дайте характеристику нервової системи у кишковопорожнинних та плоских і кільчастих червів.
12. Охарактеризуйте нервову систему у хордових та ссавців.
13. Що таке онтогенез?
14. Назвіть періоди онтогенезу.
15. Будова нервової трубки та її диференціація.
16. Стадія трьох і п'яти мозкових міхурів, відділи мозку, які формуються із них.

Тестові завдання

1. Які структури належать до центральної нервової системи?

- а) нервові вузли (ганглії);
- б) нервові закінчення;
- в) нерви;
- г) правильної відповіді немає.

2. Сіра речовина спинного мозку – це:

- а) нагромадження нейронів;
- б) нагромадження глії;
- в) нагромадження безмієлінових волокон;
- г) нагромадження мієлінових волокон.

3. Який відділ ЦНС НЕ належить до стовбура мозку?

- а) мозочок;
- б) міст;

- в) довгастий мозок;
- г) середній.

4. До заднього відділу мозку належить:

- а) міст;
- б) мозочок;
- в) перешийок ромбовидного мозку;
- г) довгастий мозок.

5. Де розміщений III шлуночок мозку?

- а) у проміжному мозку;
- б) у півкулях головного мозку;
- в) у ромбовидному мозку;
- г) у середньому мозку.

6. Субарахноїдальний простір з'єднується з:

- а) IV шлуночком;
- б) II шлуночком;
- в) III шлуночком;
- г) сильвієвим водопроводом.

7. У яких тварин з'являється трубчаста нервова система?

- а) у хордових;
- б) у ссавців;
- в) у кишковопорожнинних;
- г) у червів.

8. Найвищого розвитку кора мозку досягнула у:

- а) риб;
- б) рептилій;
- в) птахів;
- г) ссавців.

9. Філогенез – це:

- а) індивідуальний розвиток;
- б) історичний розвиток;
- в) ембріональний розвиток;
- г) постембріональний розвиток.

10. Онтогенез – це:

- а) індивідуальний розвиток;
- б) історичний розвиток;
- в) ембріональний розвиток;
- г) постембріональний розвиток.

3. НАЙПОШИРЕНІШІ МІФИ ПРО МОЗОК

План

- 3.1. Теорія триєдиного мозку Пола Макліна.
- 3.2. Триєдиний мозок і сучасні наукові дослідження мозку.
- 3.3. Раціональні засади мозку.

3.1. Теорія триєдиного мозку Пола Макліна

300 мільйонів років тому мозок рептилій був налаштований на базові потреби: харчування, боротьбу та спаровування. Приблизно за сто мільйонів років мозок розвинув нову частину, що дала людині емоції, і тоді люди стали ссавцями, життя та поведінка їх наповнилася логікою. Згідно з цією еволюційною історією, людський мозок закінчив формування трьома шарами: одним – для виживання, одним – для почуттів, та одним – для мислення – структурою, відомою як триєдиний мозок. **Найглибший шар**, або рептильний мозок, який люди нібито успадкували від давніх рептилій, містить інстинкти виживання. **Середній шар** під назвою лімбічна система, який люди успадкували від доісторичних ссавців, нібито містить давні частини для емоцій. **Зовнішній шар**, частина кори головного мозку, який вважають винятково людським, джерелом раціонального мислення, відомий як неокортекс («нова кора»). Частина неокортексу під назвою «**префронтальна кора**» нібито регулює емоційний і рептильний мозок, щоб тримати нераціональне, тваринне «я» під контролем. Прихильники ідеї триєдиного мозку зазначають, що люди мають дуже велику кору головного мозку, яку вони вважають доказом безумовно раціональної природи.

Ідея триєдиного мозку є однією з найуспішніших і найпоширеніших помилок в усій науці. Це, безумовно, дуже цікава теорія, і часом вона відображає людські почуття в повсякденному житті. *Наприклад, коли ваші смакові рецептори спокушають ще однією шоколадкою, тістечком або піцою, але ви відмовляєтеся від цього, оскільки вже маєте 5–6 кг зайвої ваги, можна легко повірити, що ваша імпульсивна внутрішня рептилія та емоційна лімбічна система підштовхували вас у напрямку шкідливої, калорійної їжі, а ваш раціональний неокортекс поборов і вгамував це бажання.* Але насправді наш мозок так не працює.

Ідею триєдиного мозку роками популяризували декілька науковців, а в середині ХХ ст. її формалізував лікар на ім'я Пол Маклін. Ідея «рептильного мозку» вперше з'явилася на основі порівняльних анатомічних досліджень і стала популярною у 1960–1970-х рр. Нейробіолог Пол Маклін зазначив, що деякі частини мозку ссавців дуже схожі на такі самі відділи мозку рептилій. Це призвело до висновку, що мозок розвивався поетапно після того, як життя перемістилося на сушу – найглибший шар – «рептильний мозок», нібито успадкований від предків-

рептилій, у якому мають коренитися наші інстинкти. Середній шар, лімбічна система, нібито містить емоції, успадковані від давніх ссавців. Верхній шар, неокортекс, має бути унікальним для людини, він дає змогу людям регулювати грубі емоції та інстинкти. Тобто спочатку, згідно з моделлю Макліна, з'явився рептильний мозок – базальні ганглії. Потім розвинулася лімбічна система – гіпокамп, амигдала та гіпоталамус. Зрештою у приматів виник неокортекс. У моделі триєдиного мозку кожен із цих відділів відповідає за різні функції. Маклін уявляв мозок структурованим і підтверджував свою гіпотезу за допомогою візуального огляду. Це означало розгляд під мікроскопом мозку різних мертвих рептилій і ссавців, зокрема людей, та виявлення їх подібностей і відмінностей. Маклін визначив, що людський мозок мав низку нових частин, яких не мав мозок інших ссавців, які він назвав неокортексом. Він також дійшов висновку, що мозок ссавців має низку частин, яких не мав мозок рептилій, які він назвав лімбічною системою. Отак і виникла історія походження людини.

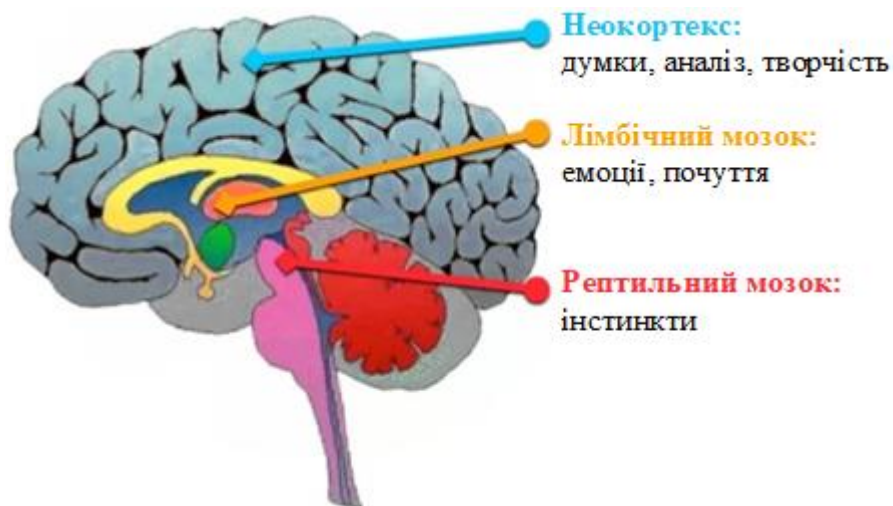


Рис. 23. Модель триєдиного мозку

Гіпотеза Макліна про триєдиний мозок набула популярності у певних секторах наукової спільноти. Його припущення були простими, доступними й нібито відповідали ідеям Чарльза Дарвіна про еволюцію людського пізнання. У своїй книжці «Походження людини» Дарвін стверджував, що людський розум розвивався разом із тілом, а тому в кожному з нас живуть давні внутрішні звірі, яких ми приборкуємо через раціональне мислення. Ширшому загалу ідею триєдиного мозку запропонував у 1977 р. астроном Карл Саган у своїй книжці «Драconi Едему», що отримала Пулітцерівську премію.

Сьогодні терміни на кшталт «рептильний мозок» і «лімбічна система» часто можна зустріти в науково-популярних книжках, а також у журнальних і газетних

статтях. Правдоподібна теорія, однак після сучасних досліджень у межах молекулярної генетики стало очевидним, що триєдиний мозок – не більше, ніж міф. Нейробіологи заперечували цю модель протягом десятиліть: мозок не працює окремими секціями, кожна з яких відіграє певну роль. Окремі області, якими б анатомічно різними вони не були, тісно взаємопов'язані, є павутинням нейронних мереж. Наразі сучасні методи дадуть змогу з'ясувати, як саме розвивався мозок рептилій і ссавців. Група вчених із Інституту досліджень мозку ім. Макса Планка на чолі з аспірантами нейробіології Д. Хейном та Т. Гальєго-Флорес вивчила реальний мозок ящірок та мишей. Порівнюючи молекулярні характеристики нейронів, дослідники сподівалися розкрити історію еволюції, записану у мозку рептилій та ссавців.

У мозку є структури, встановлені під час ембріонального розвитку всіх чотирилапих: успадкована від загального пращура архітектура підкіркових областей. Але оскільки традиційних анатомічних порівнянь розвитку цих областей може бути недостатньо для повної деталізації всіх відмінностей та подібностей між мозком рептилій та ссавців, дослідники обрали інший підхід. Вони секвенували РНК – молекулу, яка використовується як зразок для формування білків – в окремих клітинах мозку бородатих агам. Це було зроблено для того, щоб визначити транскриптоми – повний спектр молекул РНК у клітині – і так створити атлас типів клітин мозку ящірки. Потім цей атлас порівняли з наявними наборами даних про мозок мишей.

Секвентування (англ. *sequence* – «послідовність») – метод визначення первинної структури нерозгалужених біополімерів (ДНК, РНК, білків, вуглеводів), результатом якого є ряд символів, що позначає послідовність, у якій мономери складають цю молекулу-біополімер. Описавши молекулу за допомогою такого рядка, можна отримати значне розуміння її структури на анатомічному рівні.

Вчені вивчили понад 280 000 клітин мозку бородатих агам і визначили 233 різні типи нейронів. Вони з'ясували, що існує основний набір типів нейронів зі схожими транскриптомами, загальними як для ссавців, так і рептилій, незважаючи на те, що вони розвивалися окремо протягом понад 320 мільйонів років. Але ці нейрони не обмежені певною «рептильною» областю мозку. Аналіз показав, що у більшості його частин є суміш спадкових та нових типів нейронів, що ставить під сумнів уявлення про те, що деякі ділянки мозку є більш давніми, ніж інші.

Це відкриття підриває еволюційні засади ідеї триєдиного мозку. Деякі західні науковці пропагували ідею великої раціональної кори багато років. Але насправді під час еволюції певні гени мутували так, що зумовили довшу чи коротшу тривалість різних стадій розвитку мозку, породивши мозок із пропорційно більшими чи меншими частинами. Отже, внутрішнього рептильного чи емоційного тваринного мозку не існує. Немає ніякої лімбічної системи, яка відповідає за емоції.

А неокортекс – не якась нова частина, бо багато інших хребетних мають такі самі нейрони, які в деяких тварин могли б організуватися в кору головного мозку, якби головні стадії розвитку тривали достатньо довго.

Але чому міф про триєдиний мозок досі популярний? Чому університетські підручники все ще зображують лімбічну систему й говорять, що її регулює кора головного мозку? Чому дорогі навчальні курси підвищення кваліфікації навчають контролювати рептильний мозок, якщо фахівці з еволюції мозку спростували ці ідеї ще десятиліття тому? Ідея триєдиного мозку має власну групу підтримки. Історія свідчить, що з людською унікальною здатністю до раціонального мислення люди перемогли свою тваринну природу й тепер правлять планетою.

Якщо люди стримують власні інстинкти й емоції, їхню поведінку називають раціональною та відповідальною. Якщо вони діють нераціонально, їхню поведінку можуть назвати аморальною, а людину, нездатну діяти раціонально, вважатимуть психічно хворою. Але що таке раціональна поведінка взагалі? Традиційно це беземоційність. Мислення вважають раціональним, водночас емоції нібито нераціональні. Але це необов'язково так. Іноді емоції раціональні, скажімо, коли людина відчуває страх перед близькою небезпекою. А іноді мислення нераціональне, наприклад, коли людина годинами гортає стрічку соцмереж, запевняючи себе, що неодмінно знайде там щось важливе. Можливо, раціональність краще визначити з погляду найважливішої функції мозку – алостазу.

Алостаз – автоматичне передбачення та підготовка до задоволення потреб тіла, перш ніж вони виникнуть.

З цього погляду раціональність означає витрачання чи запасання ресурсів заради виживання у навколишньому середовищі. Наприклад, людина опинилась у небезпеці, мозок готує її до втечі. Він наказує наднирникам накачати людину кортизолом – гормоном, що забезпечує швидкий приплив енергії. З погляду триєдиного мозку зростання рівня кортизолу інстинктивне, а не раціональне. Але з погляду алостазу воно раціональне, бо мозок робить вагомий внесок у виживання та існування людини та продовження її роду. Якби жодної небезпеки не було, а мозок однаково готував тіло до втечі, чи було б це нераціональною поведінкою? Залежить від контексту. Уявімо солдата у зоні бойових дій, де регулярно виникають якісь загрози. Для мозку прийнятно часто передбачати загрози. Іноді він може передбачати неправильно й затоплювати людину кортизолом, коли жодної небезпеки немає. У певному сенсі можна вважати таку хибну тривогу марнуванням ресурсів, які можуть знадобитися пізніше, а отже, – нераціональною. Але в зоні бойових дій ця хибна тривога може бути раціональною з погляду алостазу. Тієї миті людина може марно витратити трохи глюкози чи інших ресурсів, але у тривалій перспективі матиме більше шансів на виживання. Якщо солдат повернеться з війни додому, до безпечнішого середовища, але його мозок продовжить хибні

тривоги, як це буває в разі посттравматичного стресового розладу, цю поведінку однаково можна буде вважати раціональною. Мозок захищає від загроз, у реальність яких вірить, навіть попри те, що часті витрати спустошують бюджет тіла людини. Проблема полягає в переконаннях мозку: вони непридатні для вашого нового середовища, а мозок ще не пристосувався. Тоді те, що називають психічними захворюваннями, може бути короткостроково раціональним алостазом, що не відповідає безпосередньому середовищу, потребам інших людей чи інтересам людини. Тому раціональна поведінка означає здійснювати добрі інвестиції для алостазу в конкретній ситуації. Коли людина активно тренується, у неї може зростати рівень кортизолу в крові й можуть виникати неприємні відчуття, але люди вважають фізичні вправи раціональними, бо вони корисні для здоров'я. Сплеск кортизолу, коли студент отримує зауваження від викладача, також може бути раціональним, бо він збільшує доступність глюкози, щоб він мав можливість засвоїти щось нове.

3.2. Використання 10 % мозку

Використання 10 % можливостей мозку – спірна теорія, яка стверджує, що більшість людей використовують не більше 10 % мозку (в інших варіантах міфу – 15 %, 7 %, 5 % тощо). Ця теорія бездоказово приписується різним людям, зокрема Альберту Ейнштейну. Вважається, що люди можуть збільшити свою мозкову активність через залучення «невикористаної» частини мозку, що становить сюжет численних фантастичних творів. Під «невикористаною» частиною мозку може бути *«potential brain power»* – потенційні можливості мозку, однак і в такій версії твердження про те, що люди використовують 10 % (потенційних) можливостей мозку, не підтримується науковим співтовариством і описується в наукових роботах як міф (*myth*) або омана (*misconception*).

Інтелект дійсно можна розвивати за допомогою вправ, але сама думка про те, що люди використовують тільки частину мозку, неправильна. За сучасними даними, кожна частина мозку має певну функцію. У процесі досліджень не було знайдено ділянок мозку, які не були б задіяні.

Однією з версій походження міфу можуть бути результати роботи Вільяма Джеймса і Бориса Сідіса. У 1890-х рр. вони тестували свою теорію прискореного розвитку дитини на прикладі Вільяма Сідіса, якого називали володарем найвищого IQ в історії. Сам Вільям Сідіс повідомляв, що люди не використовують свій мозок повністю. У 1936 р. у передмові до книги Дейла Карнегі «Як здобувати друзів і впливати на людей» американський письменник Лоуелл Томас написав:

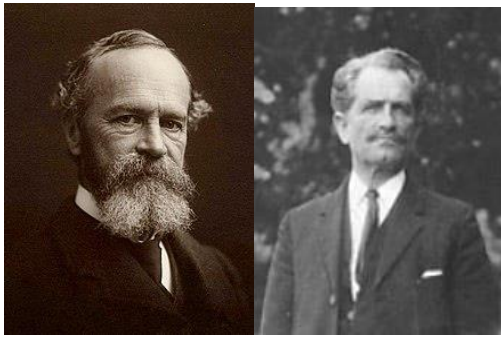


Рис. 24. Вільям Джеймс і Борис Сідіс

«Професор Вільям Джеймс говорить, що люди використовують лише 10 % своїх розумових здібностей».

Відповідно до іншої теорії, ця теорія з'явилася через непорозуміння (чи неправильну інтерпретацію) нейробіологічних досліджень кін. XIX – поч. XX ст. Наприклад, функції багатьох відділів мозку (особливо в корі головного мозку) настільки складні, що наслідки ушкоджень мають неочевидний характер, і це ускладнювало розуміння призначення відділів для перших нейробіологів. Доктор Джеймс Калат зауважив, що вже у 1930-х рр. нейробіологи знали про безліч «локальних» нейронів, нерозуміння функцій яких могло призвести до міфу про десять відсотків. Справді, легко уявити, що міф з'явився просто через скорочення твердження про те, що «в кожен момент часу людина використовує тільки 10 % свого мозку».

Незважаючи на те, що функції багатьох відділів мозку вже зрозумілі, для вчених залишається загадкою взаємодія клітин, що призводить до складної поведінки і розладів. Найскладнішим, мабуть, є питання про те, як різні відділи мозку, працюючи разом, формують свідомість. Наразі немає єдиного центру свідомої діяльності, що наштотує вчених на думку про те, що вона є плодом колективної праці різних відділів мозку.

Походження міфу також приписувалося доктору-нейробіологу Вайлдеру Пенфілду, нейрохірургу, який був засновником і першим директором Монреальського неврологічного інституту при університеті Макгілл.

Нейробіолог Баррі Гордон характеризує міф як «сміхотливо помилковий», додаючи: «Ми використовуємо практично всі частини мозку, і вони активні завжди». Баррі Беєрштейн (Barry Beyerstein) приводить 6 (нижче представлені 5 із 6) аргументів, що спростовують міф про 10 %:

1) відповідно до сучасних наукових даних, еволюція зазвичай усуває зайве, а мозок обходиться тілу досить дорого в плані споживання кисню і поживних речовин. Він може вимагати до 20 % всієї енергії тіла, водночас становлячи лише 2 % маси. Якби 90 % були не потрібні, люди з меншим, ефективнішим мозком мали б еволюційну перевагу – іншим складніше було б проходити природний відбір. Звідси також очевидно, що такий великий мозок не міг би навіть з'явитися, якби в ньому не було потреби. До того ж збільшений череп підвищує ризик смерті під час народження. Такий тиск обов'язково позбавив би популяцію від зайвого мозку;

2) сканування: технології на кшталт позитрон-емісійної томографії та функціональної магнітно-резонансної томографії дають змогу спостерігати роботу живого мозку. Вони показали, що навіть під час сну в мозку є якась активність. «Глухі» зони з'являються лише в разі сильних пошкоджень;

3) локалізація функцій: замість того, щоб бути єдиною масою, мозок ділиться на відділи, які виконують різні функції. На визначення функцій кожного відділу було витрачено багато років, і відділень, які не виконують ніяких функцій, виявлено не було;

4) мікроструктурний аналіз: при реєстрації діяльності окремих нейронів вчені спостерігають за життєдіяльністю окремо взятої клітини;

5) нейронні захворювання: клітини мозку, які не використовуються, мають тенденцію вироджуватися. Отже, якщо 90 % мозку були б неактивні, то розтин мозку дорослої людини показав би масштабне виродження.

3.3. Міф про функціональну асиметрію, старіння

Згідно з *теорією «функціональної асиметрії»*, за логіку та творче мислення відповідають різні півкулі. Цей міф виник ще 1960 р. Вчений на ім'я Роджер Спері провів дослідження, під час якого демонстрував різні зображення пацієнтам, які страждають на епілепсію. Спостерігаючи сплески активності у мозку, він дійшов висновку, що права і ліва півкулі по-різному реагують на різні типи інформації. Його висновки були неправильно інтерпретовані, і протягом 50 років усі повторювали одне й те саме: що в нас одна сторона мозку виконує, наприклад, рахункові операції, а друга – креативні завдання.

Однак згодом ці висновки були не лише не підтверджені, а й спростовані. У 2012 р. група американських учених під керівництвом Джеффри Андерсона стверджує, що між півкулями головного мозку немає жодної різниці. Багато років вважалося, що ліва відповідає за логіку, а права – за емоції. Вважалося, що у творчої людини домінує права півкуля, а у політиків та менеджерів ліва. Дослідження Андерсона показали, що у представників різних професій та власників різних характерів однаково працюють обидві півкулі. Звичайно, одні люди діють більш логічно та методично, інші – спонтанно та інтуїтивно, однак це не пов'язано з функціями правої та лівої півкуль. З іншого боку, дослідження у багатьох лабораторіях світу показали, що не можна жорстко розділити, що за емоції відповідає права півкуля, а за логіку – ліва. Насправді емоції значною мірою пов'язані з лівою півкулею, а логіка з правого. Словом, ідеться не про абсолютне домінування однієї з півкуль у логіці чи емоціях, а лише про відносну перевагу, не більше.

Ще один відомий міф, який свідчить, що *«нервові клітини не відновлюються»*. Якщо бути точнішим, міф звучить так: у дорослому віці мозкові клітини не виробляються. Цей міф існує приблизно 130 років, багато нейрофізіологів вважали саме так. Ситуація змінилася в 1998 р., коли шведські дослідники довели, що в різних частинах нашого мозку, зокрема в гіпокампі, нові клітини виробляються протягом усього нашого життя. Отже, міф про те, що мозкові клітини не відновлюються взагалі або їх відновлення сповільнюється до кінця життя, був розвіяний: навіть коли ми старіємо, наші нейрони репродукуються.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.
3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>
4. Feldman B. L. Seven and a Half Lessons About the Brain. Boston, New York. Houghton Mifflin Harcourt, 2020. 180 p.

Питання для самоперевірки

1. Уявлення про мозок згідно з еволюційною теорією.
2. Гіпотеза триєдиного мозку Пола Макліна.
3. Спростування гіпотези триєдиного мозку.
4. Поясніть відмінності мозку хребетних.
5. Поясніть, чому міф про триєдиний мозок досі популярний.
6. Поясніть раціональну поведінку людини.
7. Спростуйте міф про 10 %.
8. Поясніть, на підставі чого скасований міф про невідновлення нервових клітин.
9. Чи можна стверджувати, що міф про функціональну асиметрію спростований науковими дослідженнями?

4. МІКРОСТРУКТУРА НЕРВОВОЇ ТКАНИНИ. БУДОВА НЕРВОВОЇ КЛІТИНИ

План

- 4.1. Загальні принципи будови нервової тканини.
- 4.1.1. Нейроцит – структурно-функціональна одиниця нервової системи.
- 4.1.2. Нейроглія.
- 4.2. Організація нервової клітини – нейроцита.
- 4.3. Будова синапса.

4.1. Загальні принципи будови нервової тканини

Функціонування нервової системи пов'язане зі сприйняттям і обробкою різноманітної сенсорної інформації, а також інформаційним обміном між різними частинами організму й зовнішнім середовищем. Передача інформації між нервовими клітинами здійснюється у формі нервових імпульсів. Нервові імпульси виникають у сенсорних нейронах як результат активації їх сприймаючих структур, які називаються рецепторами. За допомогою зв'язків, що забезпечують передачу нервових імпульсів між нервовими клітинами, здійснюється вибіркове об'єднання (інтеграція) рецепторного апарату та ефекторного апарату, яке реалізує відповідну реакцію організму. **Нервова система має також пам'ять** – здатність зберігати й накопичувати значиму для організму інформацію, одержувану із зовнішнього та внутрішнього середовища. Нейрони в нервовій системі поєднуються в нервові сітки, які забезпечують складну координовану діяльність організму. Для організації нервової системи загалом характерний принцип ієрархічної супідрядності нейронних сіток, структурно й функціонально пов'язаних з різними відділами мозку. **За топографічним принципом** у нервовій системі (НС) виділяють **2 основні відділи:**

- центральна НС (*systema nervosum centrale*) – містить скупчення нервових клітин, що мають назву центрів або ядер;
- периферична НС (*systema nervosum periphericum*) – представлена нервами, тобто відростками нервових клітин, тіла яких містяться у ЦНС.

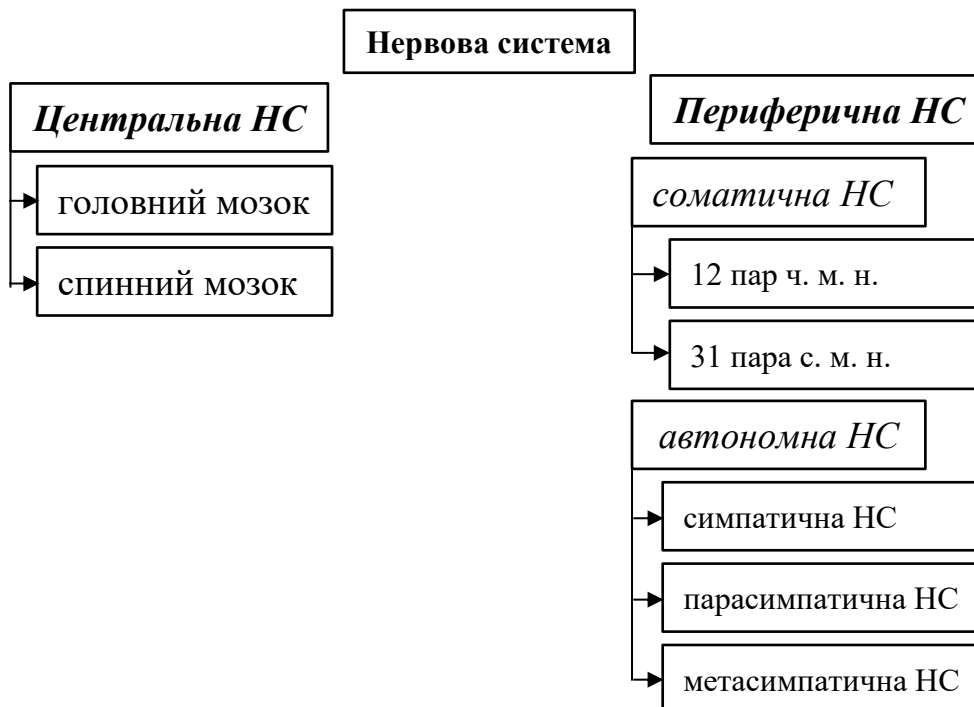
Функціонально нервова система поділяється на соматичну й автономну.

Соматичний відділ нервової системи іннервує тіло й деякі внутрішні органи.

Автономний відділ складається із симпатичної, парасимпатичної та метасимпатичної частин, які включають скупчення клітин, розташованих у головному й спинному мозку, вузли, сплетіння й нерви, що іннервують внутрішні органи.

Центральна нервова система складається зі спинного й головного мозку. Спинний мозок лежить у каналі хребта, а головний мозок – усередині мозкового черепа. На розрізі спинного й головного мозку розрізняють ділянки темнішого забарвлення – це сіра речовина, і ділянки білого кольору – це біла речовина мозку. Сіра речовина (*substantia grisea*) являє собою скупчення тіл нервових клітин і дендритів. Біла речовина (*substantia alba*) складається з відростків нервових клітин (аксонів), покритих мієліновою оболонкою, які утворюють провідні шляхи.

Нервова система складається з нервової тканини. Тканина – це сукупність клітин і міжклітинної речовини, схожих за будовою, походженням і виконуваними функціями. Особливістю нервової тканини є майже повна відсутність міжклітинної речовини.



Основною тканиною, з якої побудована нервова система, є нервова тканина.

Тканина – це сукупність клітин і міжклітинної речовини, які подібні за будовою і виконанням функції.

Нервова тканина відрізняється від інших видів тканин тим, що міжклітинна речовина побудована також із клітин. Отже, нервова тканина складається із 2 видів клітин: нейроцитів (нервових клітин) і гліальних клітин – нейроглії.

4.1.1. Нейроцит

Нейроцит – це складно побудована високоспеціалізована клітина з відростками, здатна генерувати, сприймати, трансформувати і передавати електричні сигнали, а також може утворювати функціональні контакти та обмінюватись інформацією з іншими клітинами.

Нейроцити відіграють провідну роль, забезпечуючи виконання всіх функцій центральної нервової системи. Гліальні клітини мають допоміжне значення. В середньому кількість гліальних клітин перевищує кількість нейроцитів у співвідношенні 10 до 1 відповідно.

Кожен нейроцит має розширену **центральною частиною: тіло – сому**, і відрости – **дендрити і аксони**. По дендритах імпульси потрапляють до тіла нервової клітини, а по аксонах – від тіла нервової клітини до інших нейроцитів

або органів. Відростки можуть бути довгими або короткими. Довгі відростки нейроцитів називають нервовими волокнами.

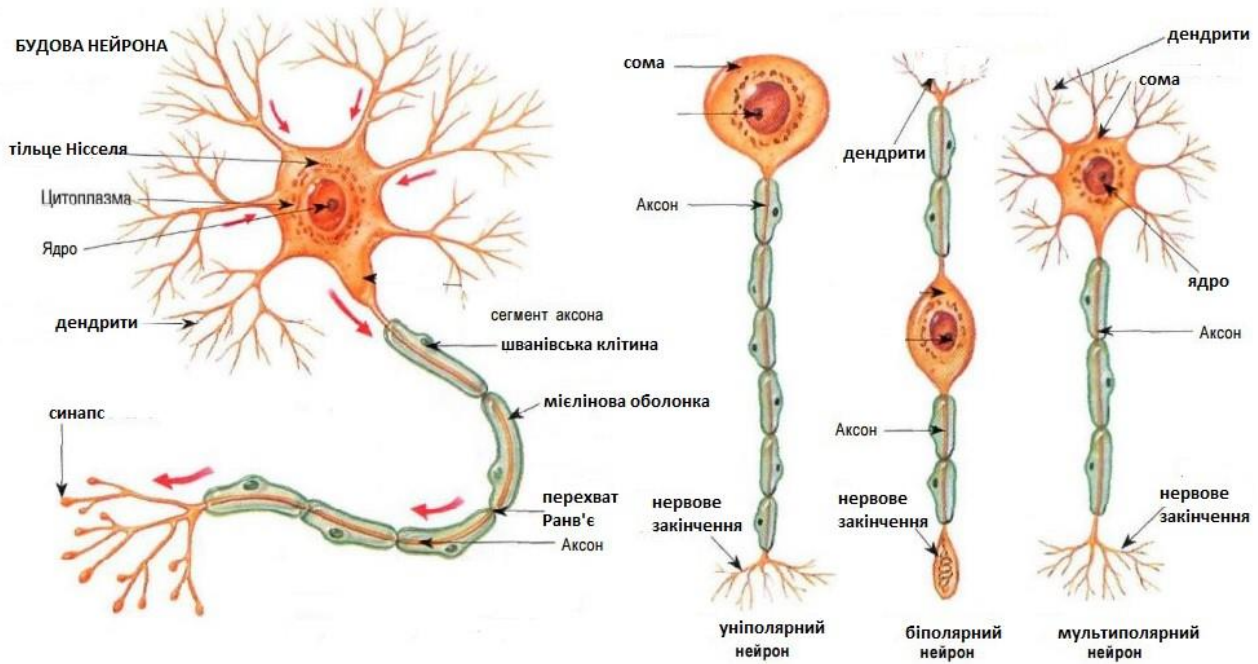


Рис. 25. Різновиди нейроцитів

Більшість дендритів (*dendron* – «дерево») короткі та дуже розгалужені. Аксон (*axis* – «вісь») зазвичай довгий, рідко розгалужується.

Кожен нейроцит має тільки один аксон, довжина якого може досягати кількох десятків сантиметрів, і навіть більше 1 метра. Закінчення аксона зазвичай розгалужуються, і їх називають терміналами. Місце, з якого від тіла клітини відходить аксон, називається **аксональним горбиком**.

Відносно відростків сома нейроцита виконує трофічну функцію, регулює обмін речовин.

Нейроцит має всі ознаки, притаманні для клітин: має оболонку, ядро і цитоплазму, в якій знаходяться всі органели як загального, так і спеціального призначення.

У нейроплазмі є **мікротрубочки** і **мікрофіламенти** (органели спеціального призначення), які різняться розмірами і будовою. Мікрофіламенти являють внутрішній скелет нейроплазми і локалізуються в сомі. Мікротрубочки простягаються вздовж аксона по внутрішній поверхні від цитоплазми до закінчення аксона. Ними рухаються біологічно активні речовини.

До того ж відмінною ознакою нейроцитів є наявність мітохондрій в аксоні як додаткового джерела енергії. Зрілі нейроцити не діляться.

Існує декілька класифікацій нейроцитів, які базуються на різних ознаках: за формою соми (тіла), кількістю відростків, функцією та ефектами, які нейроцит здійснює на інші клітини.

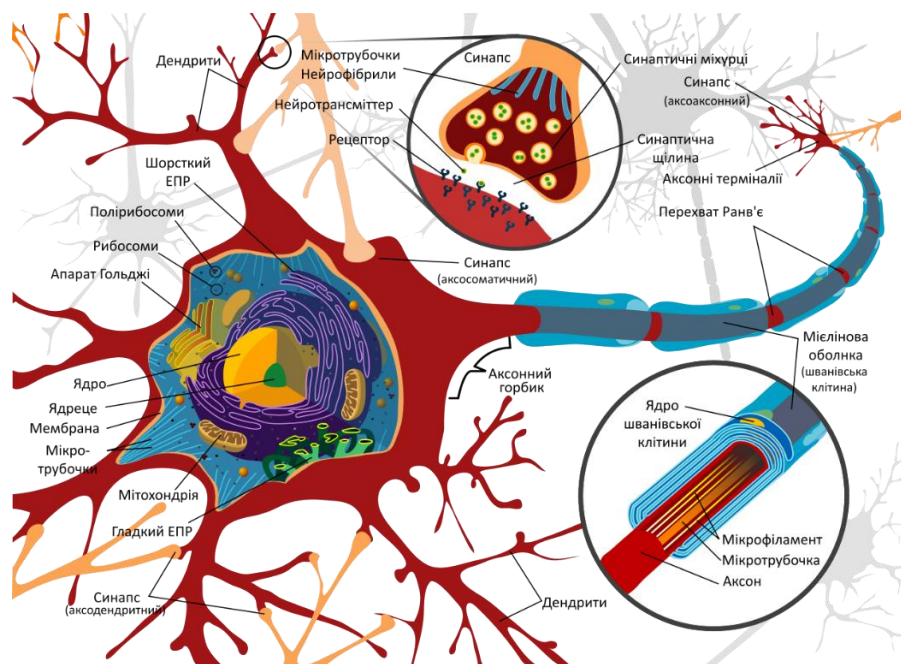


Рис. 26. Будова нейрона

Залежно від форми соми розрізняють:

- зернисті (гангліозні) нейрони, в яких тіло має округлу форму;
- пірамідні – малі та великі нейрони;
- зірчасті нейрони;
- веретеноподібні нейрони;
- павукоподібні нейрони;
- грушоподібні нейрони;
- кулеподібні нейрони.

За кількістю відростків виділяють:

- уніполярні, має 1 відросток, який відходить від соми;
- псевдоуніполярні, які мають Т-подібний відросток;
- біполярні нейрони, які мають 1 дендрит і 1 аксон;
- мультиполярні нейрони, які мають багато дендритів і 1 аксон.

За виконанням функції нейрони бувають:

- аферентні (чутливі, сенсорні);
- еферентні (рухові);
- асоціативні (вставні контактні).

Аферентні нейрони – сенсорні, чутливі (псевдоуніполярні), їх тіла розміщені поза центральною нервовою системою в гангліях (вузлах) – спинномозкових або черепно-мозкових. Аферентні нейрони мають 1 дендрит, який формує **рецепторні апарати** (розгалуження дендрита, який сприймає подразнення як з внутрішнього, так і зовнішнього середовища і перетворює його в нервовий імпульс). По дендриту інформація передається на сому нейрона, і по аксону у центральну нервову систему.

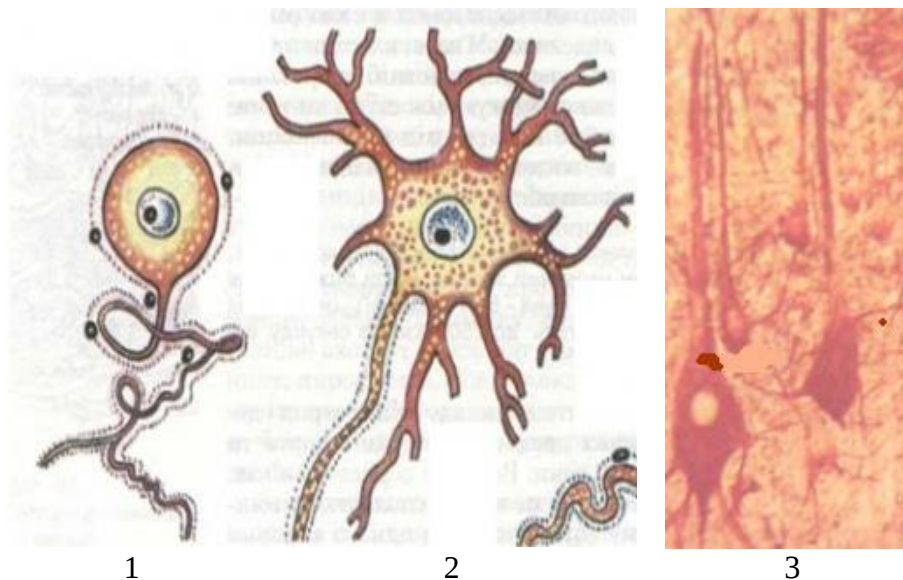


Рис. 27. Морфологічна класифікація нейроцитів за кількістю відростків і за формою тіла клітин: 1 – псевдоуніполярний; 2 – мультиполярний (зірчастий); 3 – мультиполярний (пірамідний)

Еферентні (рухові, моторні) нейроцити регулюють роботу робочих органів (м'язи, залози та ін.). Це мультиполярні нейроцити, їх тіло зазвичай зірчасте або пірамідної форми і лежить у спинному або головному мозку, а також у гангліях автономної нервової системи. Короткі, дуже розгалужені дендрити приймають імпульси від інших нейроцитів, а довгі аксони виходять за межі центральної нервової системи і в складі нервів ідуть до ефекторів (робочих органів).

Асоціативні нейроцити (інтернейрони, вставні, контактні) складають основну масу мозку. Вони здійснюють зв'язок між аферентними й еферентними нейроцитами, переробляють інформацію, яка надходить від рецепторів у центральну нервову систему. В основному це мультиполярні нейроцити зірчастої форми. Серед вставних нейроцитів розрізняють нейроцити з короткими і довгими відростками.

За ефектом, який нейроцити здійснюють на інші клітини, виділяють **збуджуючі** нейроцити і **гальмівні**. **Збуджуючі** нейроцити здійснюють активізуючий ефект, підвищуючи збудливість клітин, з якими вони з'єднані. **Гальмівні** нейроцити, навпаки, знижують збудливість клітин, викликаючи ефект пригнічення.

Нейроцити можна класифікувати так:

1. За формою:

- зірчасті;
- кулеподібні;
- пірамідальні;
- грушоподібні;
- гангліозні (зернисті);
- веретеноподібні;
- павукоподібні.

2. За кількістю відростків:

- мультиполярні;
- біполярні;
- псевдоуніполярні;
- уніполярні.

3. За функцією:

- чутливі;
- рухові;
- вставні.

4. За ефектом впливу:

- збуджуючі;
- гальмівні.

4.1.2. Нейроглія

Простір між нервовими клітинами заповнений нейроглією. Нейроглія ділиться на 2 типи клітин: **клітини макроглії** і **клітини мікроглії**.

Види нейроглії:

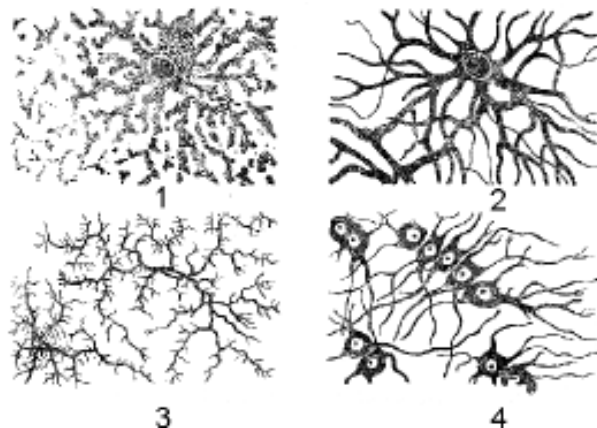


Рис. 28. Види нейроглії: 1 – псевдоуніполярний;
2 – мультиполярний (зірчастий); 3 – мультиполярний (пірамідний)

Мікроглія – дрібні, видовженої форми клітини з множинними дуже розгалуженими відростками. У тілі клітин дуже мало цитоплазми, в якій є поодинокі рибосоми, окремі короткі каналці ендоплазматичної сітки і дрібні мітохондрії. Мікрогліальні клітини є макрофагами і відіграють провідну функцію в забезпеченні імунітету ЦНС.

До макроглії належать **астроцити, олігодендрогліоцити, епендімоцити** та **лемоцити (шваннівські клітини)**.

Астроцити – клітини зірчасто форми, які мають численні відростки, що відходять від тіла клітини в різних напрямках. Є 2 види астроцитів: **плазматичні**

та **волокнисті**. Плазматичні астроцити локалізуються переважно в сірій речовині ЦНС. Волокнисті астроцити розміщуються в основному в білій речовині мозку.

Функції астроцитів:

- формування просторової сітки (клітинного скелету) для опори нейроцитів;
- ізоляція рецепторної зони нейроцитів та нервових закінчень як один від одного, так і від інших клітин;
- участь у формуванні гематоенцефалічного бар'єра (перешкоди між кров'ю і нейроцитами), забезпечуючи надходження поживних речовин з крові до нервових клітин;
- участь у регенераційних процесах ЦНС;
- участь у метаболізмі нервової тканини – підтримка активності нейроцитів і синапсів.

Олігодендрогліюцити – найбільш чисельна група клітин глії. Олігодендрогліюцити охоплюють тіла нейроцитів у центральній і периферійній нервовій системі, формують оболонки нервових волокон і є в нервових закінченнях. Це дрібні овальної форми клітини з невеликою кількістю тонких коротких відростків. Їх основна функція – трофічна (участь у обміні речовин нейроцитів з навколишньою тканиною) та ізолююча (утворення мієлінових волокон навколо нервів). Олігодендрогліюцити, які беруть участь у формуванні оболонок нервів, називаються лемоцити, або шваннівські клітини.

Відростки нервових клітин обгорнуті гліальними оболонкам, називаються нервовими волокнами. За особливостями будови нервові волокна діляться на **мієлінові** та **безмієлінові**.

Мієлінове нерве волокно складається із відростка нервової клітини (дендрита чи аксона), який лежить у центрі волокна і називається осьовим циліндром, і оболонки, утворено лемоцитом (шваннівською клітиною). Гліальна клітина (шваннівська) багаторазово обгортає осьовий циліндр, формуючи так зване «мієлінове» волокно, через мієлін – жироподібну речовину, яка входить у склад мембрани шваннівської клітини. Оскільки мієлін має білий колір, то нагромадження аксонів, покритих мієліном, утворює «білу» речовину мозку. Між окремими гліальними клітинами, які покривають відросток нервової клітини, є вузькі проміжки – перехвати Ранв'є. Через те, що нервові імпульси рухаються мієлінізованим волокном стрибкоподібно від одного перехвату Ранв'є до другого, такі волокна мають дуже високу швидкість проведення – до 120 м/с. Із другого боку в одну шваннівську клітину можуть занурюватись одразу декілька осьових циліндрів, утворюючи нерве волокно **кабельного типу**. Таке нерве волокно має сірий колір. Швидкість проведення ним сигналів – до 10 м/с.

Гліальні клітини поділяються *на мікроглію (макрофаги)*, які виконують захисні функції шляхом фагоцитозу та *макроглію (астроцити; олігодендогліоцити / шваннівські клітини / лемоцити, епендимогліоцити)*, які виконують функції формування «скелету» для нейронів, утворення гематоенцефалічного бар'єру, забезпечення механічного захисту нервових клітин, забезпечення трофіки нейронів, участь в утворенні оболонок нервових волокон, участь у регенерації нервової тканини.

Епендимогліоцити вистилають шлуночки мозку, секретуючи спинномозкову рідину. На поверхні клітин, повернутих у спинномозковий канал, є війки, які сприяють руху ліквора.

4.2. Організація нервової клітини – нейрона

Нейрон є ключовою клітиною нервової тканини; він має високий рівень диференціації, тому втратив здатність до розмноження. **Нейрон** можна поділити на **тіло** (в якому є цитоплазма і ядро) і **периферійну ділянку** (до неї належать дендритична зона клітини та осьовий циліндр аксона). Дендритична частина є рецепторною, оскільки саме тут розміщено найбільшу кількість синапсів, які забезпечують збір інформації від інших нейронів або із навколишнього середовища. Особливу чутливість має місце в основі аксона – так званий **аксонний горбик**.

У нервовій клітині ядро локалізується в центрі тіла, є світлим і має ядереце. У цитоплазмі нейрона виділяють **органели загального і спеціального призначення**. До органел загального призначення належить гранулярна ендоплазматична сітка, рибосоми, полісоми, мітохондрії, пластинчастий комплекс Гольджі, лізосоми.

Комплекс Гольджі в нервових клітинах під час світлової мікроскопії виглядає як нагромадження різних за формою кілець, звивистих ниток, зерен, локалізованих у середній зоні тіла клітини.

Мітохондрії знаходяться як у тілі нейрона, так і у всіх його відростках. Мітохондрії є енергетичною станцією клітини: виробляють і акумулюють енергію у вигляді молекул АТФ.

Хоча зрілі нервові клітини не діляться, проте в них є **клітинний центр**, який знаходиться біля ядра клітини.

Лізосоми – міхурці, які заповнені гідролітичними ферментами. Маркером лізосом є кисла фосфатаза. Основна функція – внутрішньоклітинне перетравлення.

До органел спеціального призначення належать **базофільна речовина (тигроїд, або субстанція Ніссля)** та **нейрофібрили**.

За фарбування нервової тканини аніловими барвниками в цитоплазмі нервових клітин виявляють **базофільну речовину** у вигляді грудочок і зерен різних розмірів і форми.

Базофільні грудочки локалізуються в тілі нейрона і його дендритах, але ніколи не виявляються в аксонах та їх аксонних горбиках. Базофільні грудочки цитоплазми нейроцитів характеризуються високим вмістом рибонуклеопротейдів і за своєю суттю є гранулярною ендоплазматичною сіткою. Численні каналці гранулярної ендоплазматичної сітки утворюють ділянки ергастоплазми та відповідають високому рівню синтетичних процесів у цитоплазмі, а саме біосинтезу білка.

За імпрегнації сріблом нервової тканини нітратом срібла в цитоплазмі нейроцитів виявляються **нейрофібрили** та **мікротрубочки**. Нейрофібрили утворюють щільну сітку в тілі клітини та орієнтовані паралельно у складі дендритів і аксонів, доходячи до найтонших кінцевих розгалужень.

Електронною мікроскопією встановлено, що нейрофібрилам відповідають пучки нейрофіламентів діаметром 6–10 нм та мікротрубочки діаметром 20–30 нм. Ці структури забезпечують нейроциту перетікання синтезованих у тигроїді медіаторів по аксону від соми клітини до синаптичного закінчення.

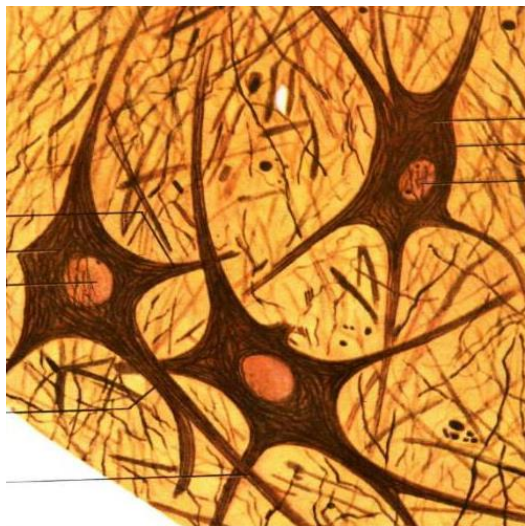


Рис. 29. Нейрофібрили нервових клітин

4.3. Будова синапса

Місце функціональної взаємодії або контакту двох клітин англійський фізіолог Ч. Шеррінгтон назвав синапсом. **Синапс** – це спеціалізований контакт, за допомогою якого здійснюється передача з нейрона або на нейрон збуджуючих або гальмівних впливів. Синапси діляться на **периферійні** та **центральні**. Нервово-м'язовий синапс є прикладом **периферійного синапса**, коли нейрон контактує з м'язовим волокном.

Синапси в центральній нервовій системі називаються **центральними**, бо контактують два нейроцити.

Залежно від місця контакту синапси діляться на:

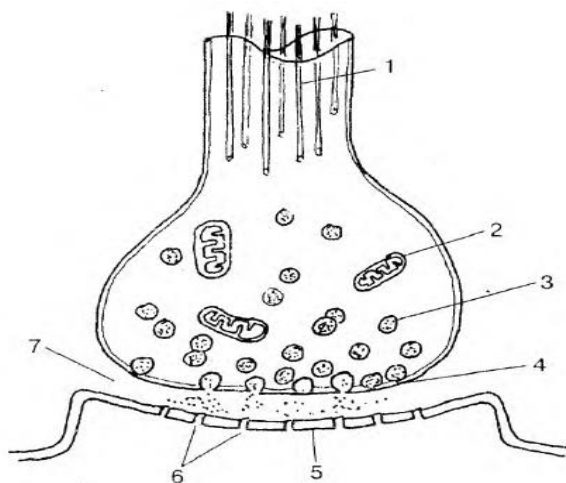
- **аксодендретичний** (аксон однієї клітини контактує з дендритом іншої);

- **аксосоматичний** (аксон однієї клітини контактує з сомою іншої);
- **аксоаксонний** (аксон однієї клітини контактує з аксоном іншої);
- **дендродендричний** (дендрит однієї клітини контактує з дендритом іншої);
- **сомосоматичні** (контакт тіл двох клітин).

Переважна більшість контактів – аксодендричні та аксосоматичні.

Синаптичні контакти можуть бути між двома збудливими нейроцитами, двома гальмівними або між збудливим і гальмівним. Водночас нейроцити, які здійснюють вплив, називають **пресинаптичними**, а нейроцити, на яких чинять дію, – **постсинаптичними**. За умови підвищення збудливості постсинаптичного нейроцита, то такий **синапс** називають **збудливим**. **Гальмівним** називають **синапс**, за умови зниження збудливості постсинаптичного нейроцита.

За видом медіатора синапси діляться на: **адренергічні, норадренергічні, ацетилхолінергічні, серотонінергічні, гліцинергічні та гама-аміномасляну кислоту.**



- 1 – мікротрубочки;
- 2 – мітохондрії;
- 3 – синаптичні міхурці з медіатором;
- 4 – пресинаптична мембрана;
- 5 – постсинаптична мембрана;
- 6 – рецептори;
- 7 – синаптична щілина

Рис. 30. Схема будови синапса

Синапс складається із трьох частин: пресинаптичної мембрани, синаптичної щілини та постсинаптичної мембрани.

Пресинаптична мембрана – це розширена частина терміналу аксона.

Синаптична щілина – це проміжок між двома контактуючими мембранами. Діаметр синаптичної щілини становить 10–20 нм.

Постсинаптична мембрана – це мембрана, яка розміщена навпроти пресинаптичної.

Пресинаптичне закінчення заповнене міхурцями (везикулами та мітохондріями). У везикулах знаходяться біологічно активні речовини – **медіатори**. Медіатори синтезуються в сомі і по мікротрубочках транспортуються в пресинаптичний простір. Найчастіше медіаторами є: **адреналін, норадреналін, ацетилхолін, серотонін, гамааміномасляна кислота, гліцин** та ін.

До складу постсинаптичної мембрани входять особливі білкові молекули – рецептори, які можуть приєднувати молекули медіатора.

Синаптична щілина заповнена міжклітинною рідиною, в якій знаходяться ферменти, що сприяють руйнуванню медіатора. Збудження в синапсі рухається завжди в одному напрямі: від пресинаптичної мембрани до постсинаптичної мембрани.

На одному постсинаптичному нейроциті може бути до 20 тис. синапсів.

Крім хімічних синапсів, є ще електричні синапси. В електричних синапсах взаємодія двох нейроцитів здійснюється через біострум.

Ефективність синапса визначається його локалізацією: чим ближче синапс розміщений до аксонного горбика та на сомі, тим швидше та ефективніше вони впливають на збудливість нейроцита.

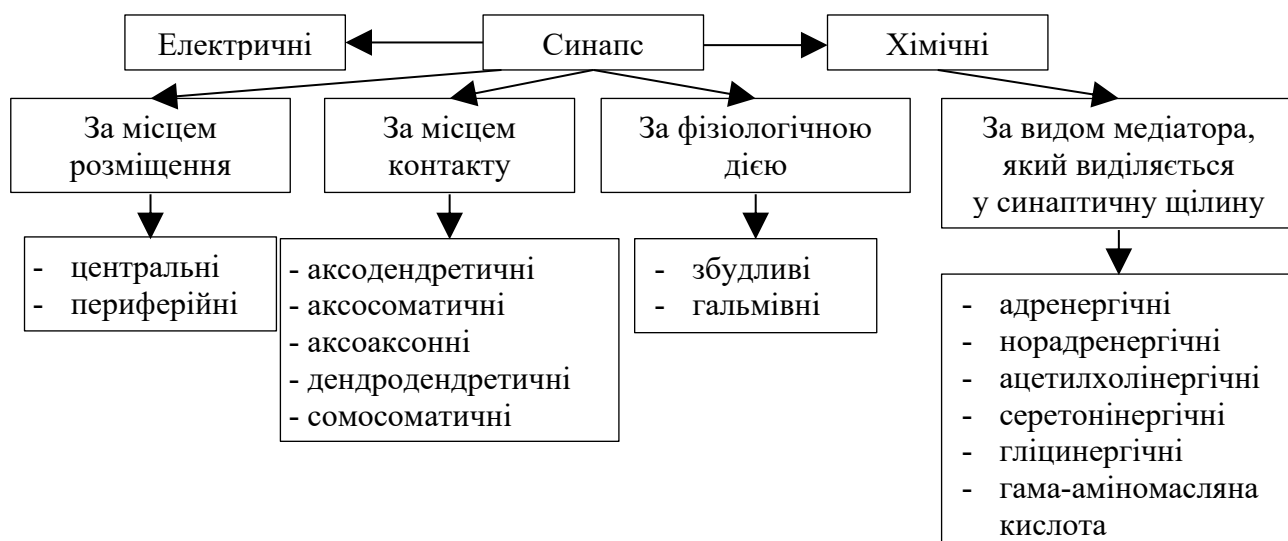


Рис. 31. Морфологічна і функціональна класифікація синапсів

Питання для самоперевірки

1. Назвіть структурні компоненти нервової тканини.
2. Дайте визначення нейроцита як структурно-функціональної одиниці нервової системи.
3. Назвіть структурні компоненти нейроцита та його відростків.
4. Класифікація нейроцитів за формою соми клітини.
5. Класифікація нейроцитів за кількістю відростків.
6. Класифікація нейроцитів за функцією та їх характеристика.
7. Дайте визначення нейроглії та наведіть її класифікацію.
8. Мікроглія: функція, характеристика.
9. Види макроглії, функції та будова.
10. Характеристика безмієлінових і мієлінових нервових волокон клітини.
11. Назвіть і коротко охарактеризуйте органи нервової клітини.
12. Будова органел спеціального призначення нервової клітини.
13. Дайте визначення поняття «синапс».

14. Назвіть структурні компоненти синапса.
15. Дайте класифікацію синапсів за місцем контакту.
16. Назвіть синапси за видом медіатора, який виділяється в синаптичну щілину.
17. Поясніть, чому імпульс (збудження) в синапсі рухається лише в одному напрямку.

Тестові завдання

1. Тигроїд в електронному мікроскопі – це:

- а) нейрофіламенти та нейротубули;
- б) міофібрили;
- в) гранулярна ендоплазматична сітка;
- г) агранулярна ендоплазматична сітка.

2. Грудочки білка, які фарбуються аніліновими барвниками в цитоплазмі нейроцита, називаються:

- а) базофільною речовиною;
- б) тигроїдом;
- в) речовиною Ніссля;
- г) усі відповіді правильні.

3. Які клітини за формою тіла зустрічаються лише в корі головного мозку?

- а) зірчасті;
- б) гангліозні;
- в) пірамідні;
- г) грушоподібні.

4. Функції нейроцита:

- а) генерування нервових імпульсів;
- б) трансформація нервових імпульсів;
- в) обмін інформацією з іншими клітинами;
- г) усі відповіді правильні.

5. У ядрах передніх рогів спинного мозку знаходяться нейроцити за функцією:

- а) рухові;
- б) чутливі;
- в) асоціативні;
- г) усі відповіді правильні.

6. Назвіть клітини нервової тканини, які здатні до фагоцитозу:

- а) астроцити;
- б) олігодендрогліоцити;

- в) мікроглія;
- г) макроглія.

7. «Клітинний скелет» для опори нейроцитів формують:

- а) астроцити;
- б) ендотеліоцити;
- в) мікроглія;
- г) шваннівські клітини.

8. Назвіть принципові ознаки аксона:

- а) проводить імпульс з клітини;
- б) утворює синапси з робочим органом;
- в) має аксонний горбик;
- г) усі відповіді правильні.

9. Як називається синапс, коли контакт здійснюється між аксоном і дендритом?

- а) аксосоматичний;
- б) аксоаксонний;
- в) аксодендретичний;
- г) дендродендретичний.

10. Синаптичні міхурці локалізуються у:

- а) пресинаптичній мембрані;
- б) постсинаптичній мембрані;
- в) синаптичній щілині;
- г) усі відповіді правильні.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.

2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.

3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практ. робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

5. БУДОВА СПИННОГО ТА ЗАДНЬОГО ВІДДІЛУ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

План

- 5.1. Будова спинного мозку. Сіра і біла речовина. Рефлекторні дуги спинного мозку.
- 5.2. Провідні шляхи спинного мозку.
- 5.3. Довгастий мозок. Міст.
- 5.4. Мозочок. Загальний план будови: клітини та волокна мозочка.

5.1. Будова спинного мозку. Сіра і біла речовина. Рефлекторні дуги спинного мозку

Спинний мозок лежить у спинномозковому каналі і є трубкою довжиною 41–45 см. Він починається від нижнього краю потиличного отвору, нижня частина звужується і має вигляд конуса. Нижче рівня закінчення спинного мозку знаходиться **термінальна нитка**, навколо якої розміщуються корінці спинного мозку.



Рис. 32. Передня поверхня спинного мозку

Спинний мозок має 2 потовщення: **шийне** і **поперекове**. У цих потовщеннях знаходяться нагромадження нейроцитів, які іннервують кінцівки, з цих потовщень виходять нерви, які ідуть до рук і ніг. У поперековому відділі корінці йдуть паралельно термінальній нитці і утворюють пучок, який називається **кінський хвіст**.

Передньою серединною щілинною і задньою серединою борозною спинний мозок ділиться на 2 симетричні половини. Ці половини мають по 2 погано виражені корінці, які формують потім спинномозкові нерви. Завдяки наявності борозен

кожна із половин спинного мозку розділена на 3 повздовжні трубки, які називаються канатиками: **передній, боковий і задній**.

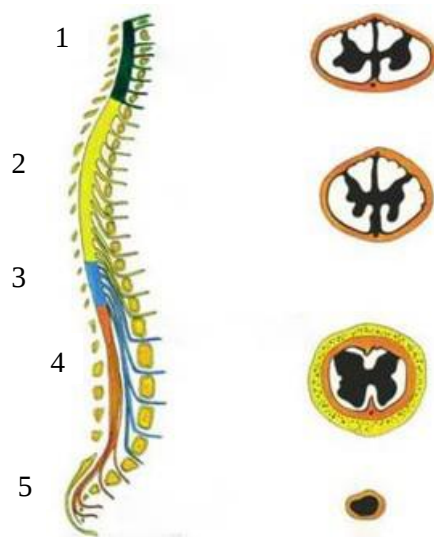


Рис. 33. Топографія сегментів спинного мозку: 1 – шийні сегменти; 2 – грудні сегменти; 3 – поперекові сегменти; 4 – крижові сегменти; 5 – куприковий сегмент; праворуч наведено поперечні зрізи спинного мозку на різних рівнях

Передній корінець утворений аксонами рухових (моторних) нейронів. По ньому нервові імпульси направляються від спинного мозку до органів.

Задній корінець, чутливий, утворений сукупністю аксонів псевдоуніполярних нейронів, тіла яких знаходяться у спинномозковому вузлі, і локалізуються поза спинним мозком. По цьому корінцю в спинний мозок надходить інформація від внутрішніх органів. Протягом спинного мозку з кожного боку мається 31 пара корінців, які утворюють 31 пару спинномозкових нервів.

Ділянку спинного мозку, яка відповідає двом парам корінців спинномозкових нервів (двом переднім і двом заднім, по одному з кожного боку), називають **сегментом спинного мозку**.

У спинному мозку виділяють **шийний, грудний, поперековий та крижовий відділи**, кожен із яких ділиться на сегменти: 8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових і 1 куприковий (усього 31 сегмент).

Спинний мозок побудований за ядерним типом.

Навколо спинномозкового каналу розміщена сіра речовина, на периферії – біла. Сіра речовина спинного мозку утворена тілами нейронів і їх безмієліновими відростками. Біла речовина – це сукупність нервових волокон, покритих мієліновими оболонками.

У сірій речовині розрізняють **передні та задні роги**, між якими лежить проміжна зона. У грудному і поперековому відділах спинного мозку є **бокові роги**.

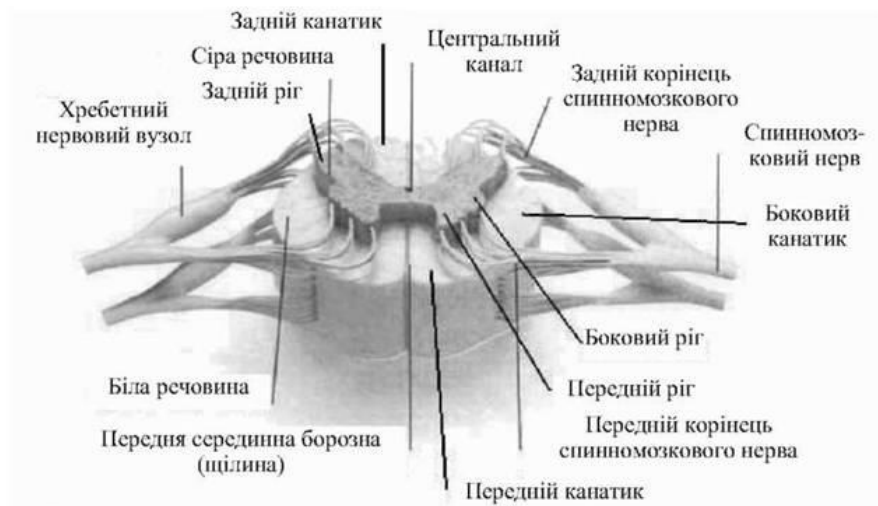


Рис. 34. Сегменти спинного мозку

Сіра речовина спинного мозку утворена **2 групами нейроцитів**: мультиполярними, зірчасто форми, за функцією **еферентними** (руховими) і **вставними**. Основну масу сірої речовини складають асоціативні (вставні) нейроцити до (97 %), і тільки 3 % складають еферентні нейроцити, або мотонейрони.

У складі **задніх рогів** є велика кількість **вставних нейроцитів** (інтернейронів, асоціативних), із якими контактує більша частина аксонів, яка іде від чутливих нейроцитів, розміщених у спинномозкових гангліях у складі задніх корінців. Вставні нейроцити спинного мозку діляться на 2 групи: **внутрішні клітини** і **пучкові**.

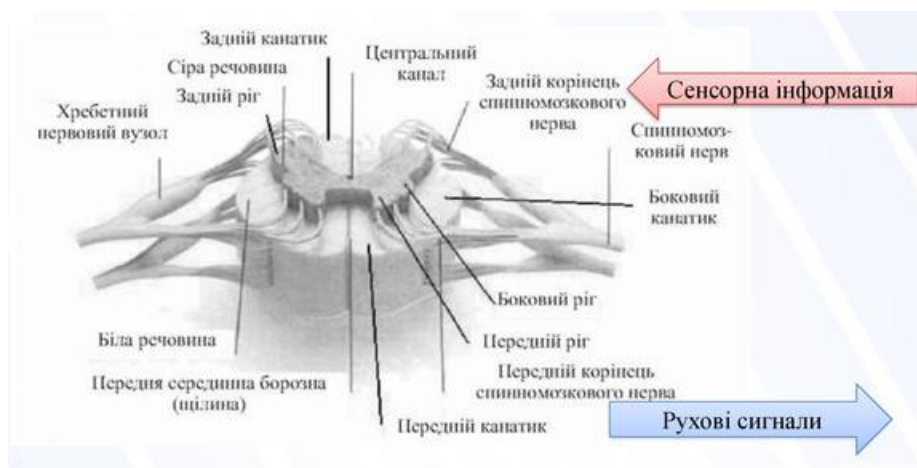


Рис. 35. Поперечний розріз спинного мозку

Внутрішні клітини діляться на **асоціативні нейроцити**, аксони яких закінчуються на різних рівнях у межах сірої речовини своєї половини спинного мозку (забезпечуючи зв'язок між різними рівнями з одного боку мозку), і **комісуріальні нейроцити**, аксони яких закінчуються на протилежній стороні спинного мозку (забезпечуючи функціональний зв'язок 2 половин спинного мозку).

Відростки обох типів нейроцитів заднього рогу здійснюють зв'язок з нейронами вище і нижче локалізованими суміжними сегментами мозку, до того ж вони можуть контактувати і з мотонейронами свого сегменту.

Отже, вставні нейрони беруть участь у переробці інформації, забезпечуючи злагоджену роботу сенсорних і рухових нейроцитів, а також зв'язують праву і ліву половини спинного мозку та його різні сегменти.

У **передніх рогах** сірої речовини розміщені тіла нейроцитів спинного мозку, які виконують моторну функцію. Це так звані **мотонейрони, рухові, ефекторні, корінцеві клітини**, оскільки аксони цих клітин складають основну масу волокон **передніх корінців спинномозкових нервів**. У їх складі вони ідуть до скелетних м'язів і забезпечують їх роботу.

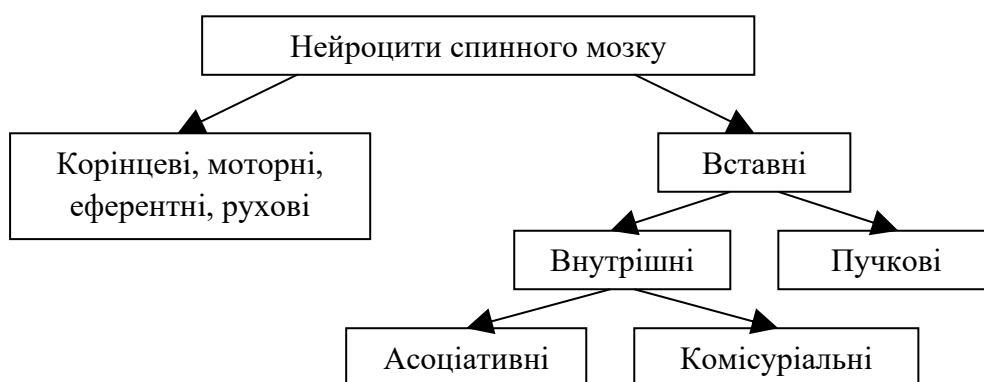


Рис. 36. Нервові клітини спинного мозку

На рівні грудних сегментів у структурі сірої речовини спинного мозку з'являються **бокові роги**. У них знаходяться **центри вегетативної нервової системи**.

Як уже було зазначено, біла речовина спинного мозку складається із переднього, бокового і заднього канатика і утворена переважно мієліновими нервовими волокнами, які ідуть поздовжньо і формують провідні шляхи. Виділяють 3 основні види волокон:

- волокна, які з'єднують ділянки спинного мозку на різних рівнях;
- рухові (низхідні) волокна, які ідуть із головного мозку до мотонейронів передніх рогів спинного мозку і аксони яких формують передні рухові корінці;
- чутливі (висхідні) волокна, які частково є продовженням волокон задніх корінців, частково – відросткам клітин спинного мозку, – ідуть вгору до головного мозку.

Рефлекторні дуги спинного мозку

В основі діяльності нервової системи лежить рефлекс.

Рефлекс – це реакція організму на дію зовнішніх або внутрішніх чинників за обов'язковою участю ЦНС. І. Сеченов довів, що всі акти свідомого і несвідомого життя за своєю суттю є рефlekсами.

Рефлекси реалізуються через рефлекторні дуги. **Рефлекторна дуга** – це ланцюг нейронів, по яким збудження рухається від рецептора до ефектора через нервовий центр.

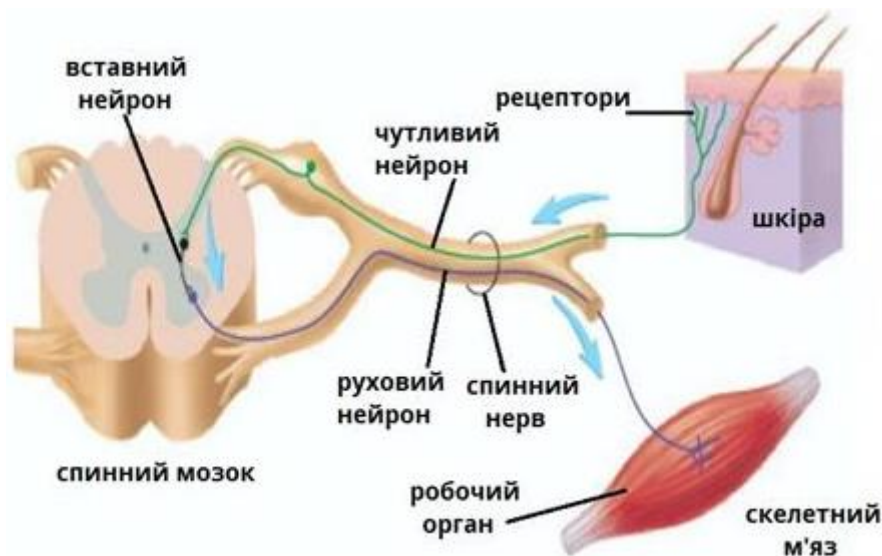


Рис. 37. Рефлекторна дуга спинного мозку

До складу рефлекторної дуги входять: 1) рецептор, який сприймає подразнення; 2) аферентне волокно, що являє собою відросток аферентного нейрона, яким нервовий імпульс передається в центральну нервову систему; 3) нервовий центр, що складається зі вставних нейронів, які виконують цей рефлекс; 4) еферентне волокно, що являє собою відросток еферентного нейрона, яким нервовий імпульс передається до ефектора, або виконавчого органа; 5) ефектор, або виконавчий орган (м'яз, залоза).

За кількістю нейронів, які входять до складу рефлекторної дуги, виділяють: 1) двонейронну – це рефлекторна дуга, утворена всього двома нейронами (аферентним і еферентним); 2) багатонейронну – це рефлекторна дуга, утворена трьома й більше нейронами. Збільшення кількості нейронів відбувається завдяки вставним нейронам.

За кількістю контактів (синапсів) між нейронами виділяють такі рефлекторні дуги: 1) моносинаптична – це рефлекторна дуга, між нейронами якої є 1 синапс; 2) полісинаптична – це рефлекторна дуга, між нейронами якої є 2 й більше синапсів. Ділянка тіла (наприклад, шкіри), подразнення якої викликає певний рефлекс, називається рефлексогенною зоною, або рецептивним полем рефлексу.

Найпростіша рефлекторна дуга має 3 частини: **аферентну** (чутливу), **центр** і **еферентну** (рухову) частину. Аферентну (рецепторну, чутливу) частину рефлекторної дуги формує тіло і відростки псевдоуніполярного (чутливого) нейрона, тіла якого локалізуються у спинномозкових гангліях (вузлах). Дендрит псевдоуніполярного (чутливого) нейрона формує рецептори.

Рецептор – спеціальне чутливе утворення, яке сприймає подразнення із зовнішнього чи внутрішнього середовища і перетворює його на нервовий імпульс. Нервовий імпульс по дендриту псевдоуніполярного нейрона передається до його тіла, а від тіла клітини по аксону збудження (нервові імпульси) надходять у ЦНС (спинний мозок) до другого нейрона найпростішої рефлекторної дуги, який за кількістю відростків є мультиполярним, а за функцією асоціативним і локалізується в задніх рогах спинного мозку. По аксону асоціативного нейрона задніх рогів спинного мозку збудження передається до 3-го нейрона, який формує еферентну частину рефлекторної дуги. Цей нейрон за функцією є руховим (еферентним, моторним, за кількістю відростків – мультиполярним) і локалізується в моторних (рухових) ядрах передніх рогів спинного мозку. По аксону ефektorного нейрона збудження надходить до робочого органа (м'яза).

Всі рефлекси діляться на 2 групи: безумовні та умовні.

Безумовні рефлекси – це природжені реакції організму, вони виробилися у процесі еволюції, з ними людина народжується, вони передаються спадково. Безумовні рефлекси зберігаються протягом усього життя.

Умовні рефлекси виникають протягом життя, для їх утворення потрібні спеціальні умови. Умовні рефлекси згасають.

У здійсненні безумовних рефлексів бере участь підкірка (вони здійснюються і після видалення кори). Кількість безумовних рефлексів невелика, тоді як умовних виробляється величезна кількість: одні з них виробляються, інші згасають, і це дає змогу оптимально пристосуватись до умов середовища.

Умовний рефлекс утворюється на основі безумовного. Для утворення умовного рефлексу необхідний будь-який умовний сигнал або подразник зовнішнього середовища. Таким подразником може бути спалах електричної лампочки, дзвоник, смакові і рухові подразники, час (годування тварини в один час викликає секрецію).

Для вироблення умовного рефлексу необхідно підкріплювати умовний подразник безумовним. Наприклад, дзенькіт виделок і ножів (умовний подразник) повинен підкріпитися їжею (безумовний подразник). Сильні сторонні подразники шкодять виробленню умовного рефлексу. Але умовний подразник повинен передувати безумовному.

До безумовних рефлексів належать:

- 1) харчові (смоктання, жування, ковтання);
- 2) захисні (кашель, моргання, відсмикування руки);
- 3) статеві (статевий акт, вигодовування дитини);
- 4) терморегуляції;
- 5) дихання;
- 6) серцево-судинні.

Вони підтримують гомеостаз.

Умовні рефлекси забезпечують більш досконале пристосування організму до умов життя (знаходження їжі, уникнення небезпеки, орієнтування в часі і просторі).

Умовно-рефлекторне виділення слини, шлункового соку, соку підшлункової залози створюють умови для травлення ще до того, як їжа потрапила в рот. Під час дії умовного сигналу кора забезпечує попередню підготовку організму.

Кожен рефлекс, який замикається на рівні спинного мозку, незалежно від виконання функції, має своє рецепторне поле і свою локалізацію, свій рівень. Крім рухових рефлекторних дуг, на рівні грудного і крижового відділу спинного мозку замикаються вегетативні рефлекторні дуги, які здійснюють контроль нервової системи за діяльністю внутрішніх органів.

5.2. Провідні шляхи спинного мозку

Провідні шляхи спинного мозку поділяються на **висхідні** та **низхідні**. По висхідних інформація від рецепторів і спинного мозку надходить у вищі лежачі відділи ЦНС, по низхідних – інформація із вищих центрів мозку направляється до мотонейронів спинного мозку.

Основні ВИСХІДНІ шляхи спинного мозку:

- **Тонкий пучок Голля і клиновидний пучок Бурдаха** утворені аксонами чутливих псевдоуніполярних нейроцитів спинномозкових вузлів; ідуть у *задніх канатиках* спинного мозку і несуть інформацію в *довгастий мозок*, далі у *таламус* і в *сенсорну кору* (інформація про шкірну і тактильну чутливість та свідому м'язову);

- **Передній спинномозочковий** – утворений аксонами чутливих псевдоуніполярних нейроцитів спинномозкових вузлів, які ідуть у *мозочок* у складі бокових канатиків спинного мозку і несуть неусвідомлені пропріоцептивні імпульси.

- **Спинноталамічний** – утворений аксонами чутливих псевдоуніполярних нейроцитів спинномозкових вузлів, які проходять у *передніх і бокових канатиках* спинного мозку, несуть інформацію в *таламус* і *сенсорну кору (температурні і больові подразники)*.

Основні НИЗХІДНІ шляхи спинного мозку:

- **Кортикоспінальний** – утворений аксонами рухових нейроцитів моторних зон кори, що ідуть у складі *передніх і бокових канатиків* до *мотонейронів спинного мозку*, які локалізуються в моторних ядрах передніх рогів та несуть інформацію про *свідомі рухи*.

- **Руброспінальний** – утворений аксонами рухових нейроцитів *червоних ядер середнього мозку*, що ідуть у складі *бокових канатиків* і несуть інформацію про *несвідому рухову діяльність* до *мотонейронів передніх рогів спинного мозку*.

– **Ретикулоспінальний** – утворений аксонами рухових нейроцитів ядер ретикулярної формації, у складі **передніх канатиків** іде до **мотонейронів передніх рогів спинного мозку** і несе інформацію про рівновагу і координацію рухів.

– **Тектоспінальний** – утворений аксонами **мотонейронів покриву середнього мозку**, іде у складі **передніх канатиків** до **мотонейронів передніх рогів спинного мозку** і забезпечує рефлекторні захисні рухи за дії зорових і слухових подразників.

У задньому відділі головного мозку сіра речовина представлена численними ядрами в білій речовині. Ядра стовбура мозку поділяються на **чутливі, рухові, асоціативні**.

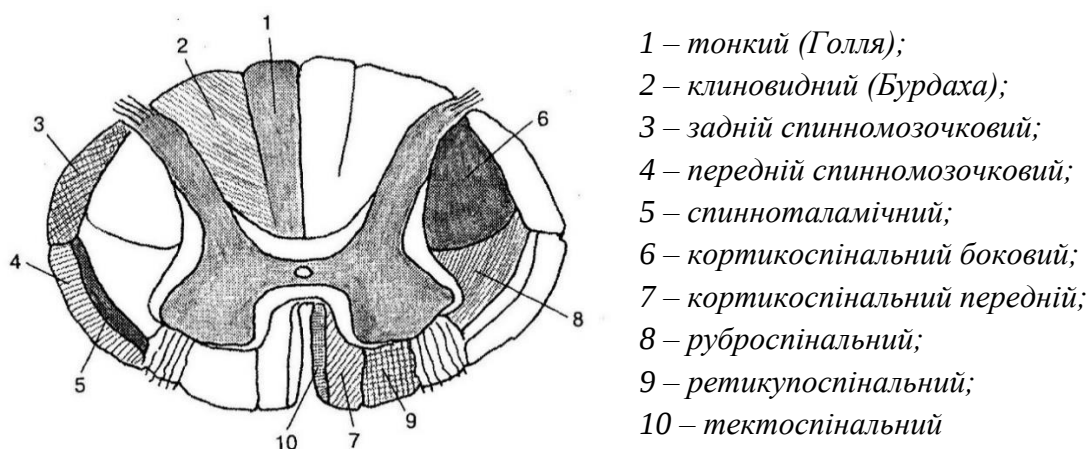


Рис. 38. Провідні шляхи спинного мозку

Чутливі ядра є гомологами ядер задніх рогів спинного мозку – у них скупчення тіл і дендритів мультиполярних асоціативних нейроцитів, на яких закінчуються аксони псевдоуніполярних нейроцитів, які несуть сенсорну інформацію.

Рухові ядра мають мотонейроцити, аксони яких закінчуються на м'язових волокнах соматично мускулатури. До рухових ядер належать також вегетативні ядра довгастого і середнього мозку, які містять тіла нейроцитів, аксони яких формують прегангліонарні волокна, які ідуть у парасимпатичні нервові вузли у складі III, VII, IX і X пар черепно-мозкових нервів.

Асоціативні ядра – нагромадження асоціативних мультиполярних нейроцитів, які забезпечують формування численних рефлекторних дуг шляхом перемикання нервових імпульсів, які ідуть до кори півкуль чи мозочка, або у зворотному напрямку – від кори до стовбура мозку і центрів спинного мозку.

Біла речовина стовбура мозку складається із пучків мієлінових нервових волокон, які формують висхідні та низхідні шляхи, які зв'язують різні відділи ЦНС.

5.3. Довгастий мозок. Міст

До складу заднього відділу мозку входять довгастий мозок, міст, мозочок і перешийок.

Продовженням спинного мозку є **довгастий мозок**. На вентральній поверхні довгастого мозку по середній лінії проходить передня серединна борозна, по обидва боки від неї локалізуються 2 тяжі – піраміди, збоку від пірамід лежать оливи.

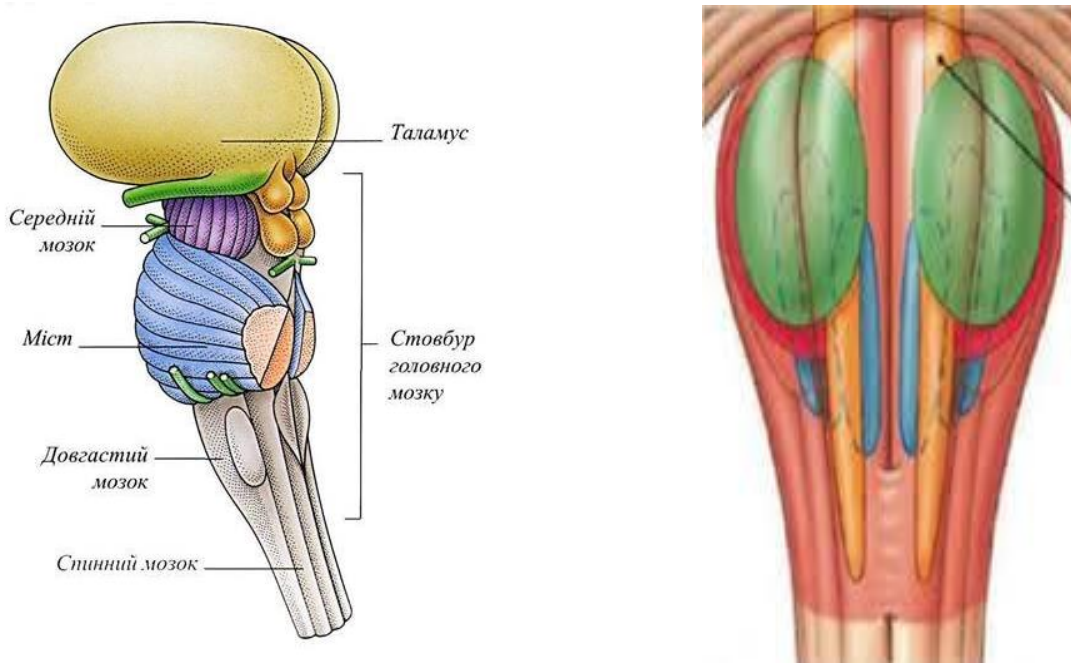


Рис. 39. Задній мозок

У довгастому мозку лежать ядра чотирьох черепно-мозкових нервів: X пара (блукаючий нерв), IX пара (язико-глотковий), XI пара (додатковий) і XII пара (під'язиковий).

У товщі довгастого мозку є ретикулярна формація, утворена групами дифузно розміщених дрібних, середніх та крупних мультиполярних асоціативних нейронів із різним характером розгалуження дендритів і аксонів. Ретикулярна формація здійснює активуючий вплив на вищі центри нервової системи та пригнічує активність нижчих центрів.

Продовженням довгастого мозку є **міст**. Міст має **вентральну** і **дорсальну частини**, і границею між ними є трапецієподібне тіло. У товщі мосту є ядра V пари (трійчастий нерв), VI пари (відвідного нерва), VII пари (лицевого нерва) і VIII пари (вестибулокохлеарного нерва).

Міст виконує функції, які забезпечують підтримання пози і збереження рівноваги тіла у просторі за умови зміни швидкості руху.

5.4. Мозочок. Загальний план будови: клітини та волокна мозочка

Мозочок – відділ мозку, розміщений позаду півкуль великого мозку над довгастим мозком і мостом.

Мигдалеподібне тіло відповідальне за відчуття комфорту і персонального простору людини; встановлено, що для активації мигдалин достатньо лише самої думки, незалежно від того, порушений персональний простір чи ні, тож людина сама здатна обирати свою міру комфорту. Дослідженнями встановлено, що пошкодження мигдалеподібних тіл є причиною зникнення страху в людини і спроможності виявляти потенційну небезпеку. Зменшені розміри мигдалеподібного тіла спостерігаються у злочинців і людей із неврівноваженою психікою.

Анатомічно в мозочку виділяють середню частину (черв'як) і 2 півкулі. За допомогою трьох пар ніжок (нижні, середні та верхні) мозочок зв'язаний зі стовбуром мозку.

Нижні ніжки з'єднують мозочок із довгастим і спинним мозком.

Середні ніжки з'єднують мозочок із мостом.

Верхні ніжки з'єднують мозочок із середнім і проміжним мозком.

Мозочок – центральний орган рівноваги і координації рухів. Нервові центри мозочка належать як до екранного (кора мозочка), так і до ядерного (ядра мозочка) типу. Кора мозочка утворює звивини, які відділені одна від одної борознами. Поверхня півкуль покрита сірою речовиною, яка складає нову кору. Під корою мозочка розміщена біла речовина, у товщі якої виділяють парні ядра мозочка. До них належать **ядра шатра, кулясте ядро, коркоподібне ядро, зубчасте ядро.**

Ядра шатра зв'язані з вестибулярним апаратом, кулясте і коркоподібне – з рухами тулуба, зубчасте ядро – з рухами кінцівок.

У корі мозочка виділяють 3 шари: внутрішній – **зернистий**, середній – **гангліонарний**, зовнішній – **молекулярний**.

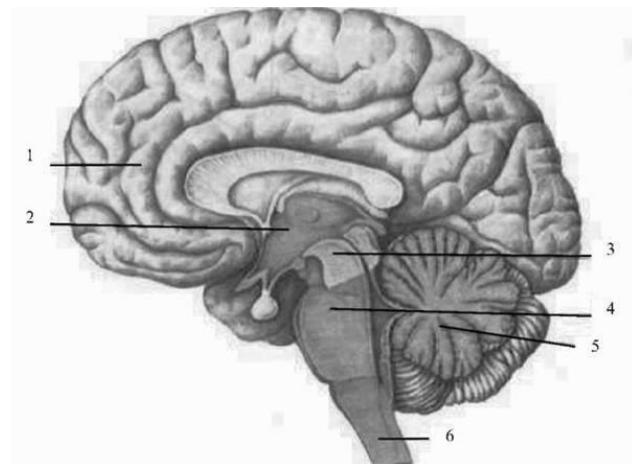


Рис. 40. Мозочок: 1 – лобова частка; 2 – гіпоталамус; 3 – середній мозок; 4 – міст; 5 – мозочок; 6 – довгастий мозок

Молекулярний шар

Молекулярний шар має кошикові та зірчасті клітини.

Кошикові клітини (10–20 мкм) знаходяться в нижній треті молекулярного шару. Їх тонкі та довгі **дендрити** розгалужуються переважно у площині, яка розміщується поперечно до звивини. Довгі **аксони** кошикових клітин завжди ідуть поперек звивини і паралельно до поверхні над грушоподібними клітинами. Вони віддають колатералі, спускаються до тіл грушоподібних клітин і густо їх обплітають у вигляді кошичка. Активність аксонів кошикових клітин (їх збудження) викликає **гальмування грушоподібних нейроцитів**.

Зірчасті клітини лежать вище кошикових, яких є 2 види: дрібні та великі.

Дрібні зірчасті клітини мають короткі відростки і утворюють **гальмівні аксодендретичні синапси** на **дендритах грушоподібних клітин**.

Великі зірчасті клітини віддають колатералі своїх довгих гальмівних аксонів до дендритів і тіл грушоподібних клітин.

Гангліонарний шар

У **гангліонарному шарі** розміщуються в один ряд **великі еферентні гальмівні нейроцити грушоподібної форми** – клітини Пуркін'є. Ці великі (60 × 35 мкм) клітини утворюють могутнє галузисте дендритичне дерево, яке розміщується в одній площині – строго перпендикулярно до звивини кори в молекулярному шарі мозочка. За межі мозочка виходять лише **аксони грушоподібних клітин**, утворюючи **єдині еферентні волокна мозочка** (формуючи початкову ланку його еферентних гальмівних шляхів, які закінчуються на нейроцитах ядер мозочка).

Усі інші нейроцити кори мозочка належать до вставних (асоціативних), які передають нервові імпульси грушоподібним клітинам.

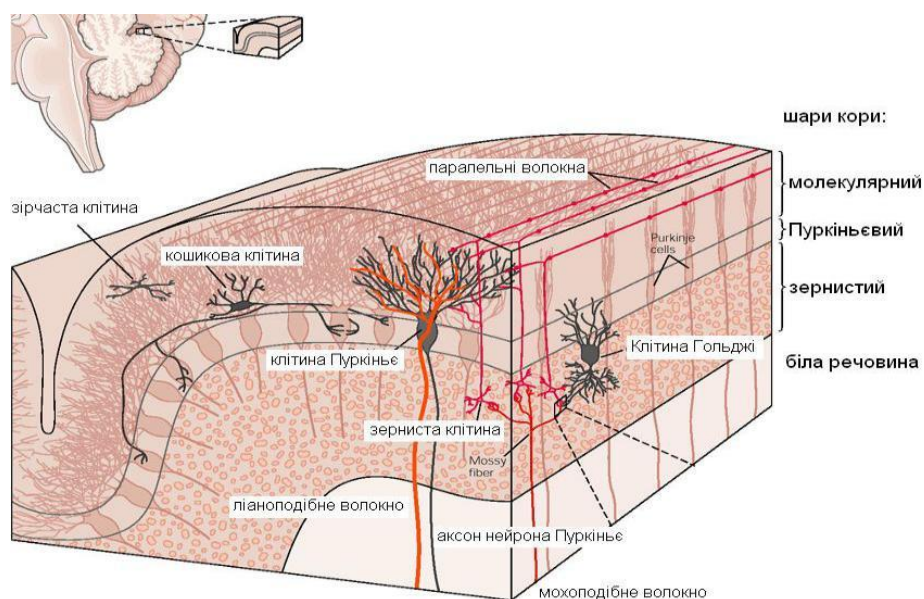


Рис. 41. Клітинна будова мозочка

Зернистий шар

У ньому локалізуються **клітини-зерна** (5–8 мкм), що мають 3–4 короткі дендрити, які формують розгалуження у вигляді «гусячої лапки». Ці дендрити вступають у синаптичний зв'язок із **аферентними збуджуючими (мохоподібними)** волокнами, утворюючи структури, що отримали назву **«клубочки мозочка»**.

Аксони клітин-зерен ідуть у молекулярний шар, і в ньому Т-подібно поділяються на 2 гілки, що орієнтовані паралельно до поверхні мозку вздовж звивин мозочка. Ці гілки тягнуться на великі відстані і вступають у синаптичні зв'язки з дендритами грушоподібних клітин, дендритами кошикових клітин і зірчастих клітин.

Другий вид клітин – **гальмівні зірчасті клітини Гольджі з короткими аксонами**.

Зірчасті клітини Гольджі з короткими аксонами лежать поблизу гангліонарного шару. Їх **аксони** ідуть до **клітин-зерен** і закінчуються на їх дендритах, ближче до тіла клітини, і **гальмують їх дію**, за винятком збудження, яке приходить по мохоподібних волокнах. Дендрити цих клітин Гольджі ідуть у молекулярний шар і вступають у контакт з аксонами клітин-зерен.

Клітини Гольджі з довгими аксонами виходять у білу речовину і виконують асоціативні функції, зв'язуючи різні ділянки кори мозочка.

Волокна мозочка

У мозочок надходить 2 групи **аферентних** волокон: **мохоподібні та лазячі**. **Мохоподібні** ідуть у складі оливо-мозочкового і мосто-мозочкових шляхів і закінчуються на дендритах клітин-зерен, здійснюючи збуджуючу дію.

Лазячі волокна ідуть у складі спинно-мозочкового і вестибуло-мозочкового шляху і закінчуються безпосередньо на дендритах грушоподібних клітин, здійснюючи на них безпосередньо збуджуючу дію. На одну клітину Пуркін'є припадає одне лазяче волокно.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.

2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.

3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальний огляд будови спинного мозку.
2. Характеристика передніх і задніх корінців та сегментів спинного мозку.
3. Опишіть будову сірої речовини спинного мозку.
4. Наведіть класифікацію вставних нейронів спинного мозку.
5. Дайте визначення понять «рефлекс» і «рефлекторна дуга».
6. Назвіть основні частини найпростішої дуги та її будову.
7. Назвіть висхідні провідні шляхи спинного мозку.
8. Назвіть низхідні провідні шляхи спинного мозку.
9. Назвіть ядра стовбура мозку.
10. Дайте характеристику довгастому мозку.
11. Назвіть структурні компоненти мосту.
12. Анатомічна будова і функція мозочка.
13. Будова кори мозочка: клітинний склад її шарів.
14. Характеристика волокон мозочка.

Тестові завдання

1. Скільки пар нервів відходять від спинного мозку?

- а) 29;
- б) 30;
- в) 31;
- г) 32.

2. Аксони яких нейронів (за кількістю відростків) утворюють задні корінці спинного мозку?

- а) біполярних;
- б) псевдоуніполярних;
- в) мультиполярних;
- г) уніполярних.

3. Аксони, яких нейронів (за кількістю відростків) утворюють передні корінці спинного мозку?

- а) біполярних;
- б) псевдоуніполярних;
- в) мультиполярних;
- г) уніполярних.

4. Скільки у грудному відділі спинного мозку є сегментів?

- а) 5;
- б) 1;

- в) 8;
- г) 12.

5. *Сіра речовина спинного мозку побудована із нейронів за функцією:*

- а) рухових;
- б) асоціативних;
- в) чутливих;
- г) усі відповіді правильні.

6. *Висхідні шляхи спинного мозку утворені аксонами яких нейронів за функцією?*

- а) рухових;
- б) чутливих;
- в) асоціативних;
- г) усі відповіді правильні.

7. *Задній і передній спинномозковий висхідні шляхи ідуть у складі канатиків спинного мозку:*

- а) передніх;
- б) задніх;
- в) бокових;
- г) задніх і бокових.

8. *Руброспинальний низхідний шлях іде у складі канатиків спинного мозку:*

- а) передніх;
- б) задніх;
- в) бокових;
- г) передніх і бокових.

9. *У стовбурі мозку є такі ядра:*

- а) чутливі;
- б) рухові;
- в) асоціативні;
- г) усі відповіді правильні.

10. *До складу заднього відділу мозку входять:*

- а) довгастий мозок, міст, мозочок, перешийок;
- б) спинний мозок і довгастий, міст, мозочок;
- в) мозочок, середній мозок, міст, перешийок;
- г) довгастий і середній мозок, міст, мозок.

6. БУДОВА СЕРЕДНЬОГО І ПРОМІЖНОГО МОЗКУ

План

- 6.1. Будова середнього мозку (дах і ніжки мозку).
- 6.2. Загальний план будови проміжного мозку.
- 6.3. Епіталамус і метаталамус.
- 6.4. Гіпоталамус.

6.1. Будова середнього мозку (дах і ніжки мозку)

Середній мозок є коротким відділом стовбура мозку. Середній мозок складається із 2 частин: *даху мозку* і *ніжок мозку*.

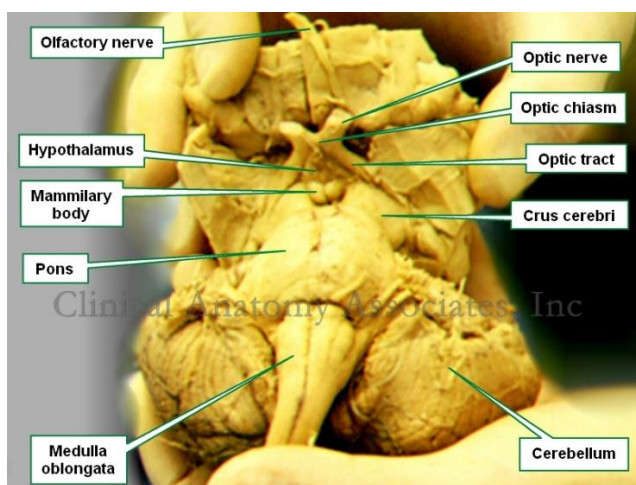


Рис. 42. Середній мозок

Дах середнього мозку представлений **чотиригорб'ям**, у якому виділяють **верхні** та **нижні горбки**.

У товщі **ніжок мозку** виділяють парні нагромадження ядер, які отримали назву **чорної субстанції** та **червоне ядро**.

Через середній мозок проходять висхідні шляхи до проміжного мозку і мозочка та низхідні – з кори великих півкуль, підкіркових ядер і проміжного мозку до ядер довгастого і спинного мозку.

У **нижніх горбах чотиригорб'я** знаходяться **первинні слухові центри**.

У **верхніх горбах чотиригорб'я** локалізуються **первинні зорові центри**.

Саме у горбах чотиригорб'я замикаються орієнтувальні рефлекс, які І. П. Павлов назвав рефлексами «Що це?».

Покрив середнього мозку знаходиться між чорною субстанцією та сильвієвим водопроводом і є продовженням покриву мосту. Саме в ній знаходиться група ядер, які належать до екстрапірамідної системи. Ці ядра є проміжною ланкою між великим мозком з одного боку, а з другого – з мозочком, довгастим і

спинним мозком. Основною їх функцією є забезпечення координації та автоматизму рухів.

У покриві середнього мозку є **червоні ядра**.

Від великих нейронів червоного ядра починається **руброспінальний тракт**, який тонко регулює м'язовий тонус.

Нейрони чорної субстанції багаті темним пігментом меланіном (що обумовило її назву). **Чорна субстанція** має зв'язок із **корою лобової частки великих півкуль**, з **ядрами субталамуса** і **ретикулярної формації**. Ураження чорної речовини веде до порушення тонких координаційних рухів, пов'язаних із пластичним тонусом м'язів. Нейрони чорної речовини виділяють медіатор дофамін. У хворих, які страждають паркінсонізмом, відбувається дегенерація нейронів чорної субстанції, що приводить до дефіциту дофаміну і неможливості виконання довільних рухів голови і рук.

6.2. Загальний план будови проміжного мозку. Таламус

Проміжний мозок (*diencephalon*) займає проміжне положення між кінцевим та середнім мозком; розташований під мозолистим тілом і склепінням; по боках зростається з півкулями кінцевого мозку. Порожниною (*diencephalon*) є III шлуночок. У переважній більшості сучасних іноземних підручників з анатомії проміжний мозок поділяють на епіталамус, дорсальний таламус, субталамус, куди належить невизначена зона (*zona incerta*), підталамічне ядро (*nucleus subthalamicus*) і бліді кулі (*globus pallidus*), а також гіпоталамус. Остання редакція Міжнародної анатомічної номенклатури (1997) пропонує поділяти *diencephalon* на: епіталамус, таламус, субталамус (підталамічне ядро, навколосональні ядра поля, невизначена зона), метаталамус і гіпоталамус. Найбільш вдалим із філогенетичного погляду (і найбільш поширеним у вітчизняній літературі з анатомії) є розподіл проміжного мозку на 2 основні частини:

- 1) дорсальну (філогенетично молодшу) – *thalamencephalon* – центр аферентних шляхів;
- 2) вентральну (філогенетично старішу) – *hypothalamus* – вищий вегетативний центр.

Згідно з таким розподілом *thalamencephalon* складається з трьох частин: таламуса, епіталамуса та метаталамуса.

У проміжному мозку розрізняють **таламічну** і **гіпоталамічну ділянки**. Натомість **таламічна** ділянка ділиться на **таламус**, **епіталамус** і **метаталамус**. У таламусі відбувається переключення всіх видів чутливості на кору і базальні ядра півкуль.

Проміжний мозок складається із **таламічного мозку та гіпоталамусу**. **Таламічний мозок** складається з таламуса, епіталамуса (надталамічної ділянки) та метаталамуса.

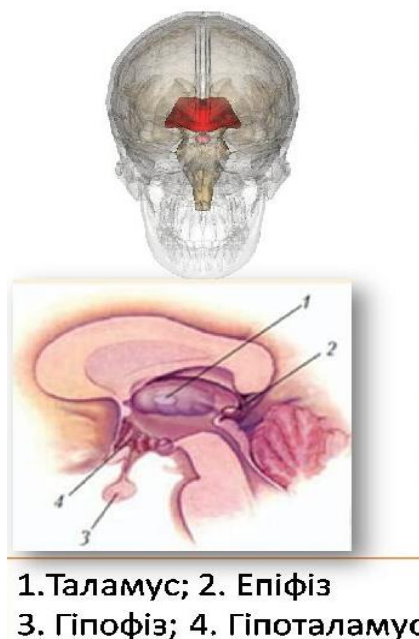


Рис. 43. Проміжний мозок

Таламус (зоровий горб) – велике, утворене скупченням сірої речовини, тіло, яке виглядає як горб на бічній стінці III шлуночка. У таламусі розрізняють передній вузький кінець, у якому розташований *невеликий передній горбок таламуса (tuberculum anterius thalami)* і задній стовщений кінець, який закінчується *подушкою таламуса (pulvinar thalami)*. Відпрепарований таламус завдяки описаним особливостям має яйцеподібну форму. Нейрони таламуса утворюють 40 ядер. Топографічно ядра таламуса діляться на передні, середні і задні. Функціонально ці ядра можна поділити на 2 групи: **специфічні** і **неспецифічні**. Специфічні ядра входять у склад провідних шляхів: це висхідні шляхи, які передають інформацію від рецепторів органів чуття до проєкційних зон кори півкуль великого мозку.

Найважливішим зі специфічних ядер є **латеральне колінчасте тіло**, яке бере участь у передачі зорових сигналів, і **медіальне колінчасте тіло**, яке передає слухові сигнали.

Неспецифічні ядра таламуса належать до ретикулярної формації. Вони виконують роль інтегративних центрів і здійснюють переважно активуючий вплив на кору півкуль великого мозку.

Активацію нейронів неспецифічних ядер таламуса особливо викликають больові подразники тому, що **таламус є вищим центром больової чутливості**.

6.3. Епіталамус і метаталамус

Епіталамус включає в себе залозу внутрішньої секреції – епіфіз, який з'єднаний із медіальною поверхнею таламуса.

Епіфіз бере участь у формуванні денних циклів активності, здійснює гальмівний вплив на гіпофіз та виконує інші функції в нейрогуморальній регуляції процесів життєдіяльності організму.

Метаталамус представлений **медіальними і латеральними колінчастими тілами**, які локалізуються під подушками таламуса. Латеральні та медіальні колінчасті тіла з'єднуються з верхніми і нижніми горбами чотиригорб'я середнього мозку.



Рис. 44. Проміжний мозок

Ядра метаталамуса є центрами зорового і слухового аналізаторів. Для зорового аналізатора тут оцінюються ступінь освітленості, контрастності та кольорової характеристики стимула.

Ці структури таламуса є своєрідними «секретарями» кори великих півкуль мозку, пропускаючи наверх тільки нову і важливу інформацію, блокуючи рутинну і ту, яка повторюється. Завдяки таламічному фільтру кора мозку звільняється від великої кількості непотрібної, повторюваної інформації і може зосередитись на вельми важливих завданнях взаємодії з довкіллям та процесах самопізнання. Ця робота таламуса відіграє важливу роль в утворенні так званих підпорогових сигналів, які беруть участь у формуванні несвідомого, зокрема – інтуїції людини.

6.4. Гіпоталамус

Ядра гіпоталамуса є підкоровими центрами автономної нервової системи всіх життєво важливих функцій організму.

Топографічно гіпоталамус ділять на **преоптичну ділянку, область переднього, середнього і заднього гіпоталамуса**. Усі ядра гіпоталамуса парні.

У **преоптичну ділянку** входять **перивентрикулярне, медіальне і латеральне преоптичні ядра**.

У групу **переднього гіпоталамуса** входять **супраоптичне, супрахіазматичне і паравентрикулярні ядра**.

Середній гіпоталамус складає **вентромедіальне і дорсомедіальне ядра**.

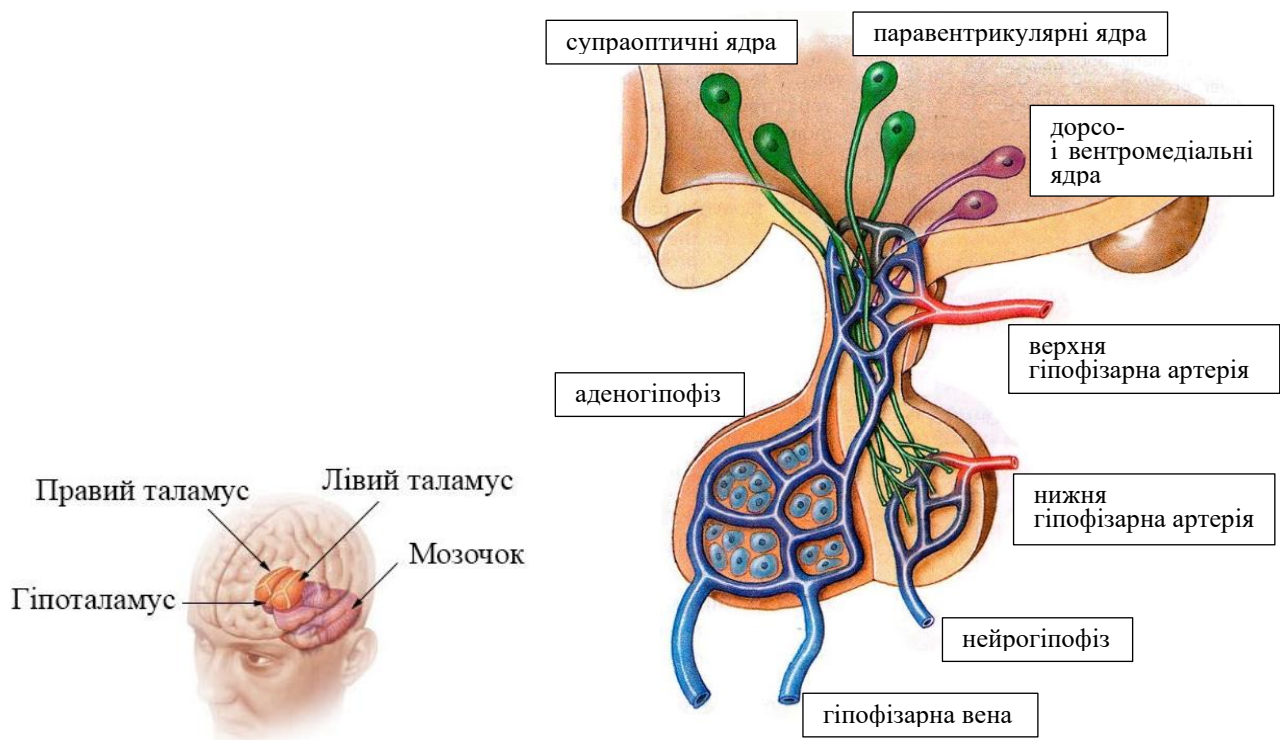


Рис. 45. Гіпоталамічні ядра

У задньому гіпоталамусі розрізняють *заднє гіпоталамічне, перифорнікальне і мамілярне ядра*.

Зв'язки гіпоталамуса складні та численні. Аферентні сигнали в гіпоталамус надходять від кори великих півкуль, підкіркових ядер і від таламуса.

Основні еферентні шляхи доходять до середнього мозку, таламуса та підкіркових ядер.

Гіпоталамус є вищим центром регуляції серцево-судинної системи, водно-сольового, білкового, жирового та вуглеводного обмінів. У гіпоталамусі локалізуються центри, пов'язані з регуляцією харчової поведінки: центр голоду (локалізований в латеральному гіпоталамічному ядрі) і центр насичення (у вентрально-латеральному ядрі).

Аркуатне і вентромедіальне ядра утворені дрібними нейросекреторними клітинами. Ці нейроноти виробляють пептидні гормони (релізінг – чинники), які отримали назву ліберини і статини та контролюють синтез і виділення гормонів передньої частки гіпофіза.

Нейроноти *преоптичного, супраоптичного, паравентрикулярного ядер* виробляють гормони – **вазопресин** і **оксинтоцин**, які по аксонами цих нейронотів спускаються в нейрогіпофіз (задню частку гіпофіза), де зберігаються до їх надходження у кров.

Особливу зацікавленість викликає супрахіазматичне ядро (передній гіпоталамус) – установлено, що його нейроноти мають відношення до регуляції статевої поведінки, а також до регуляції циркадних ритмів. Доказано, що це ядро керує

ритмами для харчової та питної функцій, для циклу «сон – неспання», рухової активності, температури тіла.

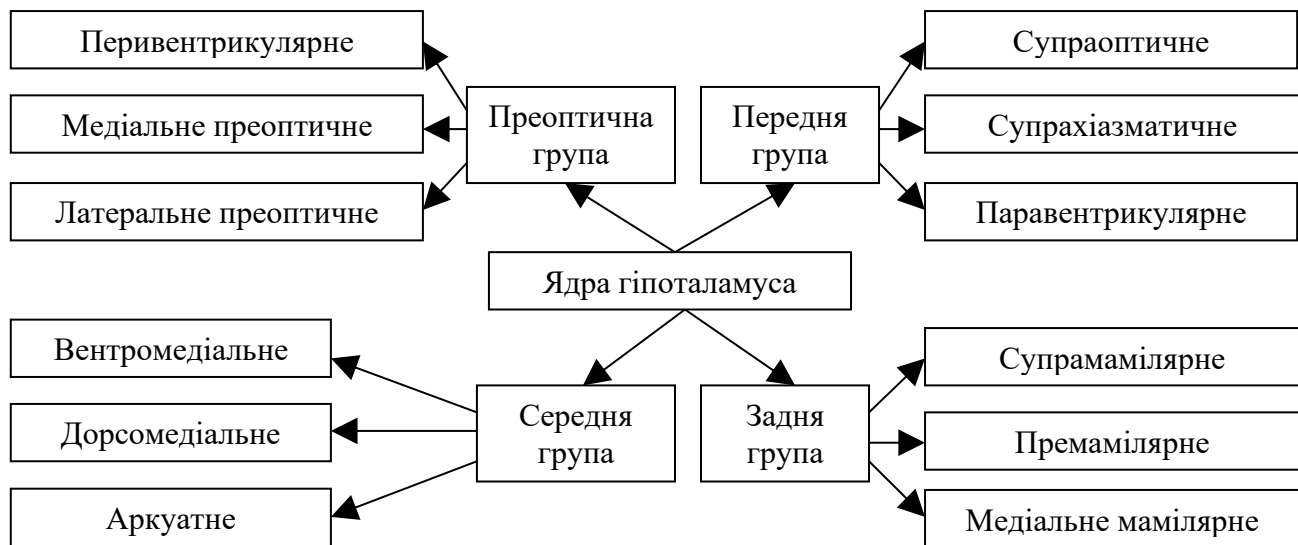


Рис. 46. Ядра гіпоталамуса

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні утвори середнього мозку.
2. Назвіть складники даху середнього мозку.
3. Назвіть основні ядра середнього мозку.
4. Які ділянки середнього мозку зв'язані зі слухом?
5. Які ділянки середнього мозку зв'язані із зором?
6. Назвіть основні утвори проміжного мозку.
7. Назвіть частини, з яких складається таламічна ділянка мозку.
8. Назвіть специфічні та неспецифічні ядра таламуса і їх функції.
9. Назвіть основні групи ядер гіпоталамуса.
10. До якої частини проміжного мозку належать епіфіз та яка його роль в організмі?
11. Які ділянки метаталамуса зв'язані зі слухом?
12. Назвіть нейросекреторні ядра гіпоталамуса і що вони виробляють.
13. Назвіть ядра передньої групи гіпоталамуса і як функціонально вони пов'язані із гіпофізом.
14. Назвіть ядра середньої групи гіпоталамуса і покажіть їх зв'язок із гіпофізом.

Тестові завдання

1. До середнього мозку належать:

- а) дах і ніжки мозку;
- б) дах і чотиригорб'я;
- в) ніжки мозку і верхні горбки;
- г) ніжки мозку і нижні горбки.

2. Верхні горбки чотиригорб'я пов'язані із:

- а) слуховим аналізатором;
- б) зоровим аналізатором;
- в) х-парою черепно-мозкових нервів;
- г) сильвієвим водопроводом.

3. Нижні горбки чотиригорб'я пов'язані із:

- а) слуховим аналізатором;
- б) зоровим аналізатором;
- в) х-парою черепно-мозкових нервів;
- г) сильвієвим водопроводом.

4. Червоне ядро знаходиться в:

- а) верхніх горбах чотиригорб'я;
- б) нижніх горбах чотиригорб'я;
- в) ніжках мозку;
- г) чорній субстанції.

5. У яких структурах середнього мозку замикаються орієнтувальні рефлекс: «Що це?»?

- а) у ніжках мозку;
- б) у червоному ядрі;
- в) у чорній субстанції;
- г) у чотиригорб'ї.

6. Чорна субстанція локалізується в:

- а) верхніх горбах чотиригорб'я;
- б) нижніх горбах чотиригорб'я;
- в) ніжках мозку;
- г) даху мозку.

7. Проміжний мозок складається з:

- а) таламуса і ніжок мозку;
- б) гіпоталамуса і епіталамуса;

- в) таламічного мозку і гіпоталамуса;
- г) таламічного мозку і метаталамуса.

8. Латеральне колінчасте тіло таламуса зв'язане з:

- а) слуховим аналізатором;
- б) зоровим аналізатором;
- в) руховим аналізатором;
- г) вестибулярним аналізатором.

9. Нейросекреторні ядра розміщені в:

- а) таламусі;
- б) метаталамусі;
- в) епіталамусі;
- г) гіпоталамусі.

10. До якої групи ядер належать аркуальне та вентромедіальне ядра?

- а) до передньої;
- б) до задньої;
- в) до середньої;
- г) до преоптичної.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.
3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

7. БУДОВА ВЕЛИКИХ ПІВКУЛЬ МОЗКУ

План

- 7.1. Загальний план будови кінцевого мозку.
- 7.2. Стріопалідарна система.
- 7.3. Мигдалеподібне тіло.
- 7.4. Лімбічна система.
- 7.5. Мозолисте тіло і шлуночки мозку.

7.1. Загальний план будови кінцевого мозку

Кінцевий мозок представлений 2 великими півкулями. **Великі півкулі** – найбільша частина головного мозку людини. У нормі півкулі відносно симетричні та з'єднані між собою масивним **пучком аксонів (мозолистим тілом)**, через які відбувається передача інформації із однієї півкулі до іншої.

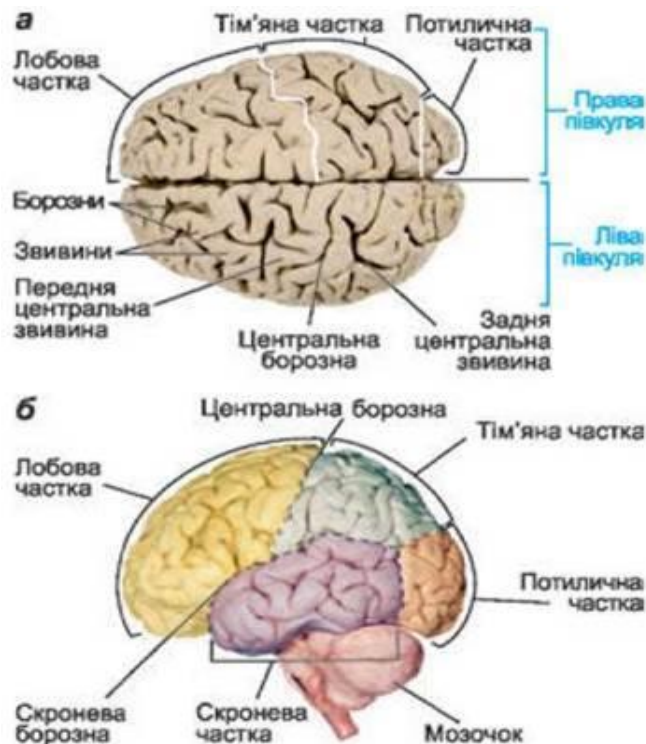


Рис. 47. Великий мозок

До складу **кожної півкулі** входять **базальні ядра, шлуночок, біла речовина і плащ**, утворений **корою**.

Згідно з філогенезом у **великих півкулях можна виділити**: нюховий мозок, кору головного мозку, базальні ядра.

До складу **нюхового мозку** як найбільш філогенетично старої частини, входять: 1) нюхова частка; 2) парагіпокампальна звивина; 3) зубчаста звивина; 4) звивина склепіння; 5) гачок.

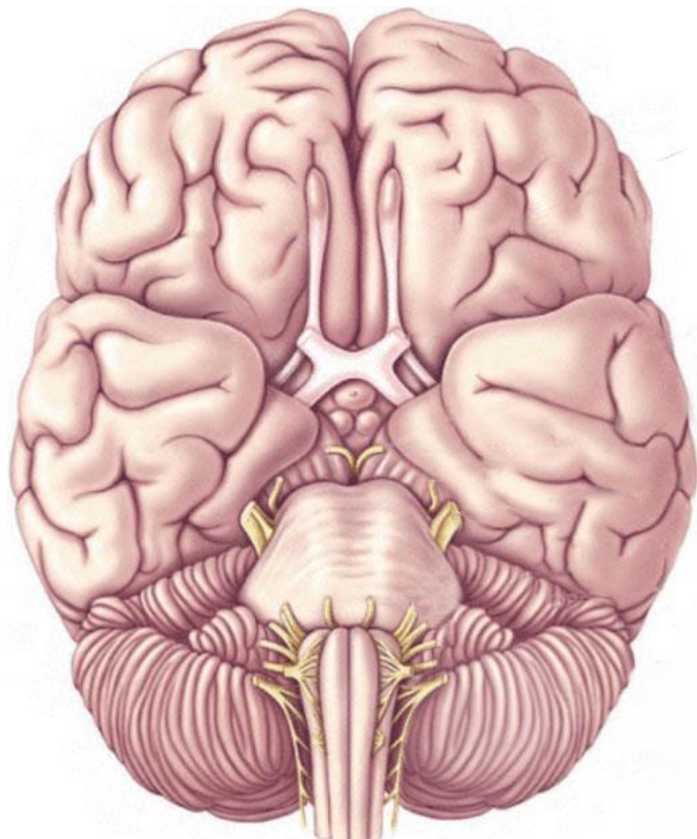


Рис. 48. Нюховий мозок (нижня поверхня мозку)

У кожній півкулі виділяють **4 частки**: **1) лобову**; **2) тім'яну**; **3) скроневу**; **4) потиличну**.

У півкулях виділяють **3 поверхні**: **1) нижню**; **2) медіальну**; **3) верхнє латеральну**.

Виділяють також і **3 полюси**: **лобовий**, **потиличний** і **скроневий**.

Сіра речовина великих півкуль представлена **базальними ядрами** – нагромадженням нервових клітин у глибині півкуль.

Нюховий мозок, крім функцій, пов'язаних із нюхом, забезпечує реакції уваги, приймає участь у регуляції вегетативних функцій організму. Ця система відіграє важливу роль у здійсненні інстинктивних форм поведінки (харчової, статевої, оборонної) та формування емоцій.

7.2. Стріопалідарна система

У **базальних ядрах** виділяють **хвостате ядро**, **сочевицеподібне ядро**, **огорожу** і **мигдалеподібне ядро**. Між ядрами знаходяться капсули білої речовини. Перші три ядра (хвостате, сочевицеподібне і огорожа) належать до **смугастого тіла**.

Хвостате і сочевицеподібне ядра називають **стріопалідарною системою**. **Смугасте тіло** (стріопалідарна система) забезпечує підготовку рухів, а моторна кора – їх точність і економічність виконання.

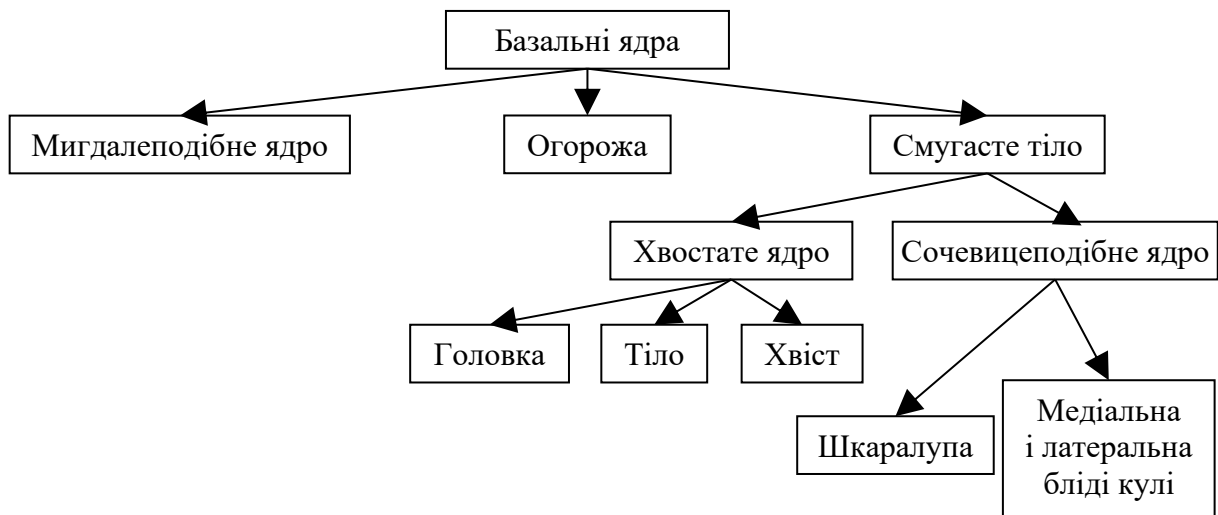


Рис. 49. Схема будови базальних ядер

Хвостате ядро має головку, тіло і хвіст.

Сочевицеподібне ядро має 3 ядра: шкаралупу та латеральну і медіальну бліді кулі.

Бліда куля – зв’язана нервовими шляхами з руховою корою, червоним ядром і мозочком.

Огорожа – тонка пластинка сірої речовини, локалізується латерально від шкаралупи і відділена від неї зовнішньою капсулою. Огорожа зв’язана з *дорсомедіальним таламусом* і *мигдалеподібним тілом*.

7.3. Мигдалеподібне тіло

Наша амигдала щодня реагує на якісь подразники: косий погляд начальника, злість когось із пасажирів у транспорті, конфлікт із сусідами. От і виходить, що доводиться жити із постійним відчуттям тривоги. Водночас людина не може обійтися без мигдалеподібного тіла зовсім. Ця ділянка мозку створює емоційну реакцію загалом, а не тільки відповідає за страх. Тому і йдеться не про блокування амигдали, а про «приборкання» її. Якщо постійно перебувати у стресовому стані, то у кров викидається багато кортизолу, а це призводить до поганого самопочуття і навіть до розладів пам’яті. До того ж у разі хронічного стресу відкладається жир у ділянці живота. У людей із такими тривожними симптомами часто відзначається підвищена активність правої лобової ділянки мозку, що зумовлює пасивну поведінку, песимізм.

Мигдалеподібне тіло, або «мигдалина», локалізується у товщі скроневого полюса півкулі. Розрізняють базально-латеральну частину і кірково-медіальну. Перша має відношення до формування пам’яті, друга – до статевої поведінки.

Мигдалеподібне тіло здійснює вплив на деякі вегетативні функції та емоції людини (активує реакції захисту, страху і агресії).

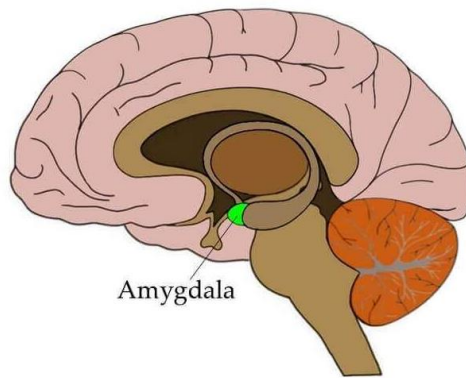


Рис. 50 Мигдалеподібне тіло

Мигдалеподібне ядро входить до складу **лімбічної системи**.

Підкіркові ядра і ядра середнього мозку (червоне ядро і чорна субстанція) складають систему базальних ядер. До базальних ядер надходять імпульси від рухової кори і мозочка. Водночас сигнали від базальних ядер направляються до рухової кори, мозочка і ретикулярної формації, тобто існує 2 нейронні петлі: одна зв'язує базальні ядра з руховою корою, інша – з мозочком. Підкіркові ядра беруть участь у регуляції рухової активності (ходьба, підтримання пози).

Маються дані, які свідчать, що смугасте тіло бере участь у процесах запам'ятовування рухових програм, а також гальмує прояви агресії.

Основними медіаторами базальних ядер є дофамін та ацетилхолін.

7.4. Лімбічна система

Лімбічна система представлена локалізованими на границі відділами нової кори (неокортекс) і проміжного мозку. Вона об'єднує комплекси структур різного філогенетичного віку, частина із яких є кірковими, а частина – ядерними.

До кіркових структур лімбічної системи належать **гіпокампальна, парогіпокампальна, поясна звивина** (стара кора). **Стара кора** представлена **нюховою цибулиною і нюховими горбками**. **Нова кора** – частина лобової і скроневої кори.

Ядерні структури лімбічної системи: мигдалеподібне ядро, септальні ядра і передні таламічні ядра.

Виявлені могутні зв'язки гіпокампа з сосочковими і септальними ядрами через склепіння, а з мигдалеподібним ядром – за допомогою кінцевої (термінальної) смужки, яка замикає структури лімбічної системи в **коло Пейпеца**. Основними елементами цього кола є: **поясна звивина – перешийок – гіпокамп – склепіння – сосочкові тіла – сосочково-таламічний пучок, переднє ядро таламуса – поясна звивина**.

Основним входом у лімбічну систему є нюховий тракт, проте вона отримує інформацію і від решти аналізаторів, а також від лобової кори.

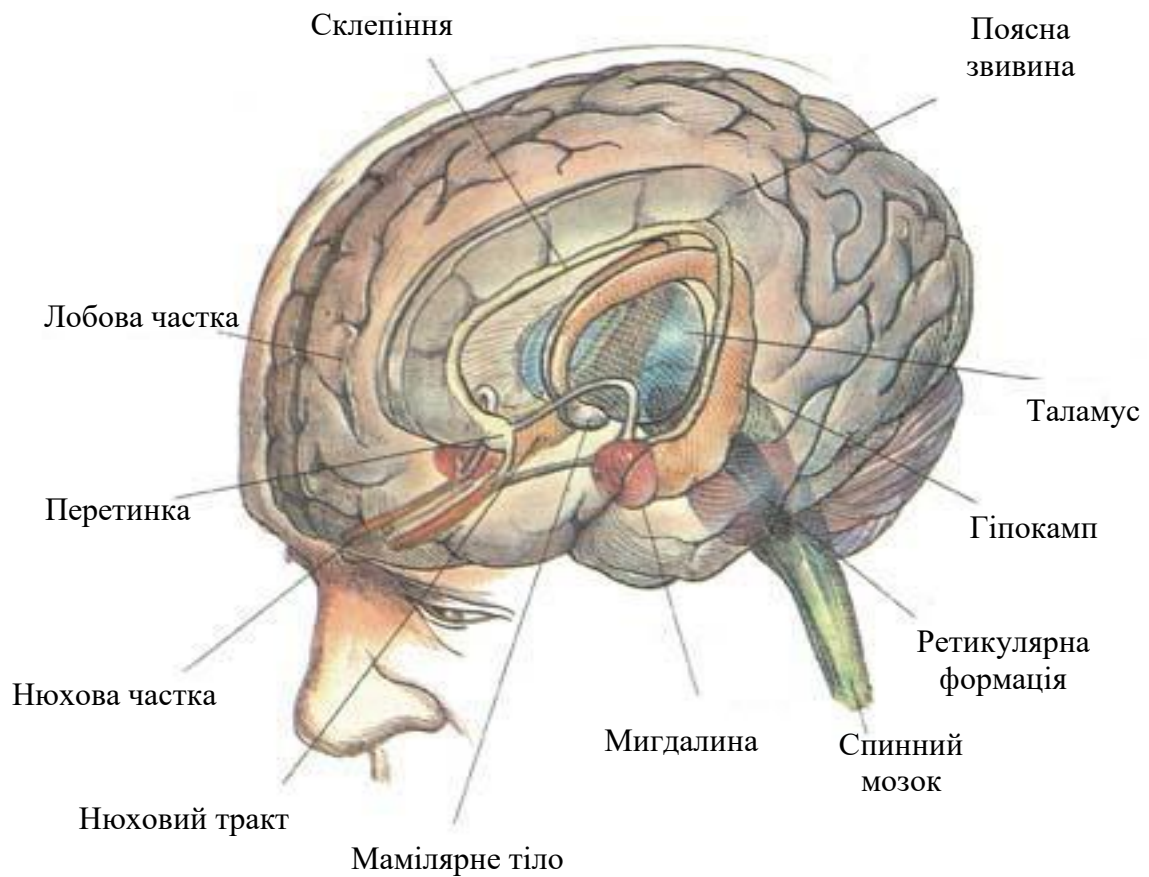


Рис. 51. Елементи лімбічної системи

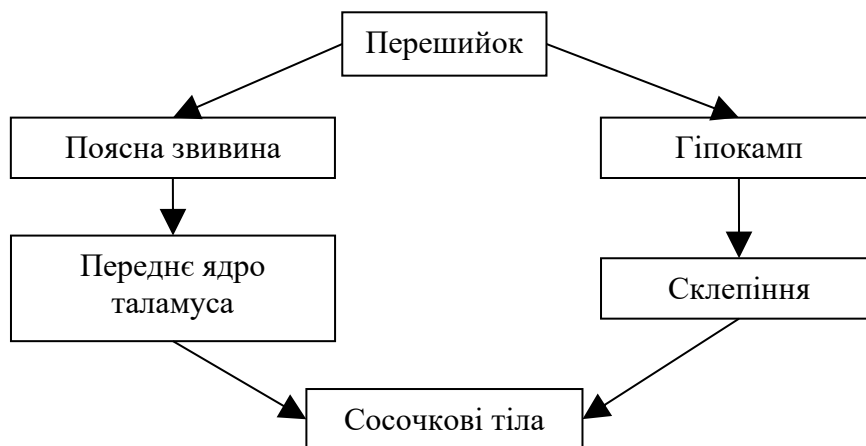


Рис. 52. Схема кола Пейпца

Лімбічна система контролює емоційну поведінку, сон, чутливість, сексуальну поведінку, а також процеси учіння і пам'яті, відіграє значну роль у мотивації поведінки.

Позитивні емоції пов'язані переважно зі збудженням адренергічних нейроцитів, а негативні емоції, як-от страх і тривога, – з недостатнім збудженням норадренергічних нейроцитів.

Найбільш важливу роль у процесах пам'яті відіграє гіпокамп.

Отже, лімбічна система організовує процеси саморегуляції поведінки, емоції, мотивації та пам'яті.

7.5. Мозолисте тіло і шлуночки мозку

Понад 50 років тому до клініки всесвітньо відомого невролога Курта Гольдштейна увійшла жінка середнього віку. Вона здавалася абсолютно нормальною і не відчувала проблем із мовою. Насправді з нею все було гаразд, за винятком єдиної дивної скарги – час від часу її ліва рука хапала її за горло і намагалася задушити. У таких випадках жінка брала правою рукою ліву і, опустивши її, притискала до краю. Іноді їй навіть доводилося сідати на «бунтівну» кінцівку, яка так наполегливо намагалася позбавити її життя.

Не дивно, що лікар жінки вирішив, що вона психічно нездорова, і направив її відразу до кількох психіатрів. Ті нічим не змогли їй допомогти і порадили звернутися до доктора Гольдштейна – чудового діагноста, який брався за найскладніші випадки. Оглянувши хвору, Гольдштейн констатував: його нова пацієнтка не страждає ні психозом, ні істерією, ні будь-яким іншим психічним розладом. Відсутні ознаки виражених неврологічних дефіцитів, як-от параліч або гіперрефлексія. Утім незабаром він знайшов пояснення її дивної поведінки. Як відомо, великі півкулі з'єднані сплетінням нервових волокон під назвою «мозолисте тіло», яке дає змогу двом сторонам «перемовлятися» і діяти «у згоді одна з одною». Однак на відміну від більшості людей, права півкуля цієї жінки (яка керувала її лівою рукою) явно підживлювала латентні схильності до суїциду – інакше кажучи, вона відчувала непереборне бажання себе вбити. Ймовірно, раніше ці спонукання трималися «гальмами» – інгібуючими сигналами, що надходять через мозолисте тіло з більш раціональної лівої півкулі. Якщо внаслідок інсульту, припустив Гольдштейн, мозолисте тіло виявилось пошкодженим, ці «гальма» зникли. Тоді права сторона мозку і «кровожерлива» ліва рука здобули свободу і періодично намагалися задушити свою господиню. Коли Гольдштейн озвучив свій діагноз, він здавався науковою фанастикою. Але незабаром жінка раптово померла – можливо, від другого інсульту (у будь-якому разі не від удушення). Розтин підтвердив підозри відомого невролога: деякий час тому хвора перенесла обширний інсульт у мозолистому тілі внаслідок якого ліва сторона її мозку втратила нормальний контроль над правою стороною. Отже, Гольдштейн розкрив подвійну природу функції мозку, показавши, що дві півкулі дійсно спеціалізовані та призначені для виконання різних завдань.

(Блейкслі С. Фантоми мозку. «Видавництво АСТ», 1998. 235 с.)

Мозолисте тіло – це масивний тяж поперечних волокон, який з'єднує нову кору двох півкуль. Волокна мозолистого тіла розходяться в корі півкуль у вигляді

віяла і утворюють промені мозолистого тіла, які допереду переходять у лобові щипці і з'єднують кору лобових часток. А великі за розміром потиличні щипці – кору потиличних часток. На верхній поверхні мозолистого тіла локалізуються структури, які є частиною нюхового мозку.

Біла речовина великих півкуль представлена нервовими волокнами, які ідуть в усіх напрямках і формують провідні шляхи кінцевого мозку. Обидві півкулі мають **3 типи волокон: проєкційні, асоціативні, комісуральні**.

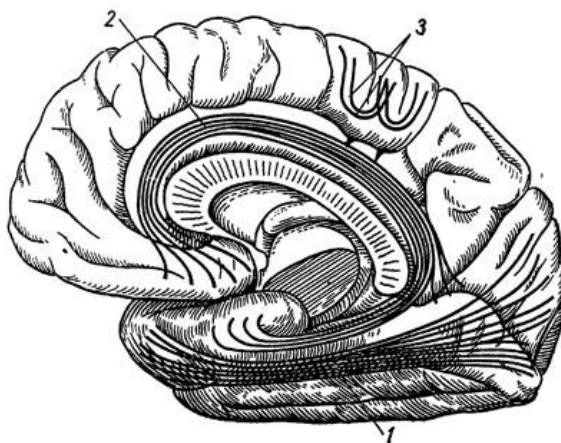


Рис. 53. Мозолисте тіло: 1 – нижній повздожний пучок асоціативних волокон; 2 – поясний пучок асоціативних волокон; 3 – дугові асоціативні волокна

Проекційні волокна зв'язують кору з нижчими відділами ЦНС аж до спинного мозку включно.

Асоціативні волокна зв'язують між собою різні ділянки однієї і тієї ж півкулі.

Комісуральні волокна зв'язують симетричні ділянки обох півкуль. Серед комісуральних волокон виділяють: **передню і задню мозкові злуки і мозолисте тіло**.

Шлуночки мозку. У кожній півкулі знаходяться латеральний шлуночок, заповнений ліквором. У кожному шлуночку розрізняють **передній ріг**, локалізований у лобовій частці, **задній ріг**, розміщений у потиличній ділянці, **нижній ріг** у товщі скроневої частки та **центральну частину**. Бокові шлуночки через отвори з'єднуються з порожниною III шлуночка, куди і відпливає ліквор.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть компоненти кінцевого мозку.
2. Наведіть філогенетичну класифікацію структурних компонентів великих півкуль мозку.
3. Назвіть складники нюхового мозку.
4. Назвіть частки, поверхні та полюси півкулі головного мозку.
5. Що таке стріопалідарна система?

6. Назвіть базальні ядра.
7. Охарактеризуйте мигдалеподібне тіло і його функції.
8. Характеристика ядер середнього мозку.
9. Що таке лімбічна система?
10. Назвіть елементи, які утворюють коло Пейпеца.
11. Яка функціональна роль мозолистого тіла?
12. Назвіть типи волокон білої речовини великих півкуль.
13. Характеристика шлуночків мозку.

Тестові завдання

1. Мозолисте тіло зв'язує:

- а) півкулі кінцевого мозку і мозочка;
- б) півкулі зі спинним мозком;
- в) великі півкулі;
- г) півкулі та гіпоталамус.

2. Півкуля головного мозку складається з:

- а) базальних ядер, шлуночка, білої і сірої речовини;
- б) базальних ядер, шлуночка, гіпоталамуса, плаща;
- в) базальних ядер, білої речовини, плаща, таламуса;
- г) білої речовини, кори, плаща, гіпоталамуса.

3. До нюхового мозку входить:

- а) зубчаста звивина;
- б) мозолисте тіло;
- в) гіпоталамус;
- г) парацентральна звивина.

4. Півкуля має такий полюс:

- а) скроневий;
- б) лобовий;
- в) потиличний;
- г) усі відповіді правильні.

5. Півкуля має такі поверхні:

- а) нижню;
- б) медіальну;
- в) верхньолатеральну;
- г) усі відповіді правильні.

6. В кожній півкулі є частка:

- а) тім'яна;
- б) медіальна;
- в) верхня;
- г) нижня.

7. Сочевицеподібне ядро складається з:

- а) хвостатого ядра;
- б) огорожі;
- в) шкаралупи;
- г) блідої кулі.

8. До складу стріоналідарної системи входять:

- а) мигдалеподібне ядро;
- б) огорожа;
- в) бліда куля;
- г) правильної відповіді немає.

9. Мигдалеподібне ядро локалізується у:

- а) скроневому полюсі півкулі;
- б) лобовому полюсі півкулі;
- в) потиличному полюсі півкулі;
- г) правильної відповіді немає.

10. До кола Пейпеца НЕ входить:

- а) гіпокамп;
- б) поясна звивина;
- в) нюхова цибулина;
- г) таламус.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.

2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.

3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

8. КОРА ВЕЛИКИХ ПІВКУЛЬ

План

- 8.1. Загальний план будови кори великих півкуль.
- 8.2. Функціональні значення окремих зон кори.
- 8.3. Функції ЦНС.
- 8.4. Вікові зміни кори великих півкуль.
- 8.5. Кровопостачання головного мозку.

8.1. Загальний план будови кори великих півкуль

Не так давно на одній науковій конференції видатний психолог із Кембриджу, Хорас Барлоу, помітив, що ми витратили 50 років на докладне вивчення кори головного мозку, але, як і раніше, не маємо навіть невиразного уявлення про те, як вона працює та що робить. До жаху всіх присутніх він порівняв людей із безстатевими марсіанами, які прилетіли на Землю і витратили півстоліття на вивчення клітинної будови та біохімії сім'яників, але так нічого і не дізналися про секс.

Кора великих півкуль є шаром сірої речовини, яка покриває поверхню півкуль, товщиною від 2–3 мм до 5 мм. 2/3 кори залягає в глибині борозен і її не видно ззовні. Загальна кількість нейронів кори головного мозку складає 10–15 мільярдів.

Кора великих півкуль є найбільш високодиференційованим відділом нервової системи. Відповідно до філогенезу розрізняють давню, стару і нову кору.

До давньої кори належать: підмозолисте поле і навколокінцева звивина; стара кора представлена гіпокампом і зубчастою звивиною, і нова кора – переважна частина кори великих півкуль, розміщена у вигляді плаща.

Кора півкуль покрита борознами і звивинами.

Розрізняють глибокі і постійні, які поділяють півкулі на частки:

Бокова борозна (сильвієва) відділяє лобову частку від скроневої.

Центральна борозна (роландова) відділяє лобову від тім'яної.

Тім'яно-потилична борозна розміщується на медіальній поверхні півкуль і розділяє тім'яну і потиличні частки.

Верхньолатеральна поверхня півкуль складається з таких часток:

1. Лобова частка. У задньому відділі зовнішньої поверхні цієї частки проходить **прецентрально-лобова борозна**, від неї в повздовжньому напрямку проходять 2 борозни: **верхня і нижня лобові**. Завдяки їм лобова частка ділиться на 4 звивини: **прецентральну, верхню, середню і нижню лобові звивини**.

2. Тім'яна частка. У ній розміщена постцентрально-лобова борозна, у якій є 3 звивини: **постцентрально-лобова, верхня і нижня**.

3. Скронева частка: має 3 повздовжні звивини, які відмежовані одна від одної **верхньою і нижньою борознами**. Ці звивини – **верхня, середня і нижня скроневі**.

4. Потилічна частка: є поперекова потилічна борозна і потилічна звивини.

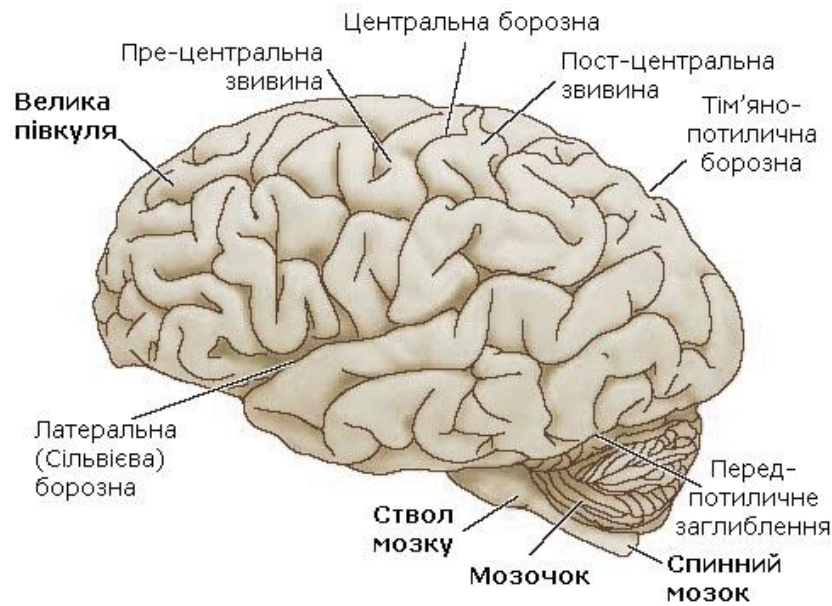


Рис. 54. Поверхня кори великих півкуль

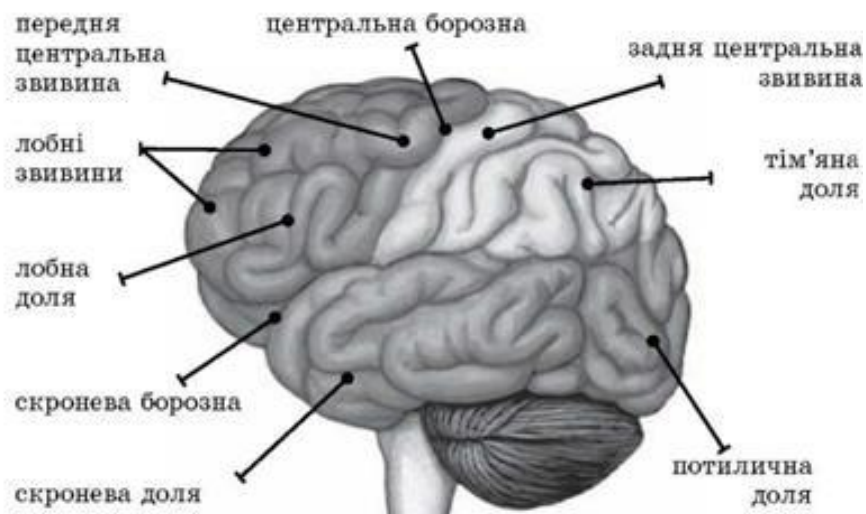


Рис. 55. Частки кори головного мозку

У лобовій частці проходить **нюхова** борозна.

У скроневій частці 2 борозни: **1) потилічно-скронева; 2) колатеральна.**

Між цими боронами лежить **медіально-потилічно-скронева** звивина.

Медіально від колатеральної борозни розміщені 2 звивини: **язичок і пара-гіпокампальна звивина.**

Нижня поверхня півкуль

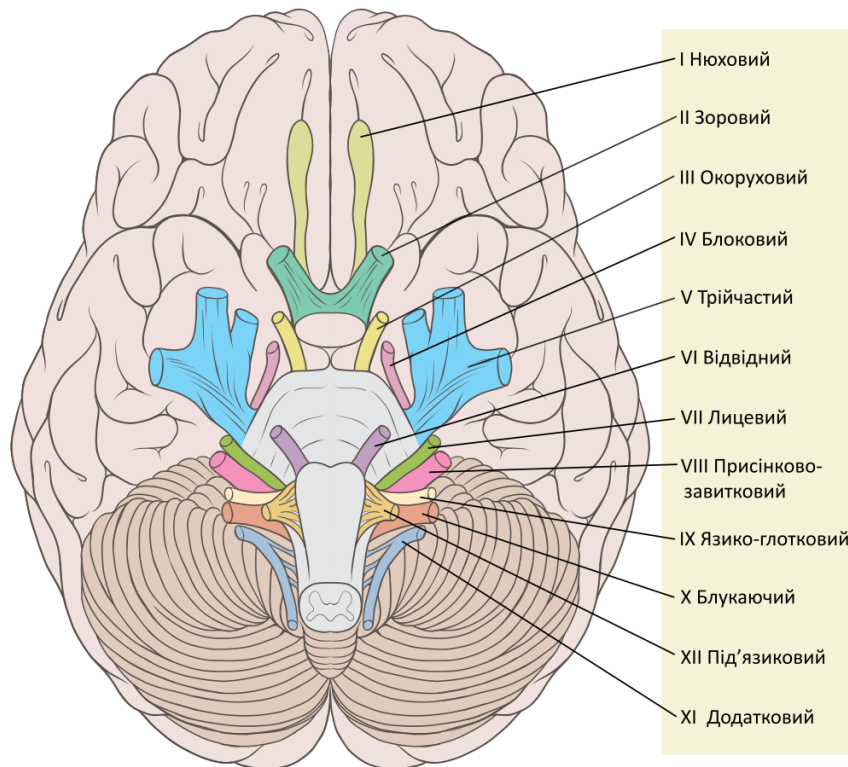


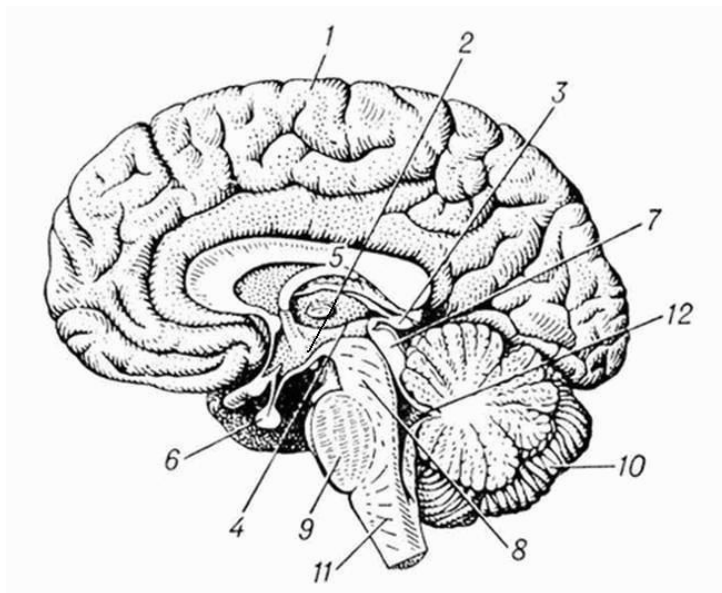
Рис. 56. Базальна поверхня півкуль головного мозку

Медіальна поверхня півкуль

На медіальній поверхні мозку є борозна мозолистого тіла, яка йде безпосередньо над мозолистим тілом і своїм заднім кінцем продовжується в глибоку гіпокампальну борозну. Вище розміщена поясна борозна, яка обмежує поясну звивину і продовжується в парагіпокампальну звивину, яка закінчується **гачком**. Ці утвори тісно пов'язані з лімбічною системою, яка контролює:

- емоційну поведінку;
- сон;
- неспання;
- сексуальну поведінку;
- процеси навчання і пам'яті;
- мотивацію поведінки.

Невелика ділянка кори, обмежена **поясною** і **парацентральною борознами**, називається **парацентральною часткою**.



- 1 – тім'яна частка;
- 2 – гіпоталамус;
- 3 – епіталамус;
- 4 – таламус;
- 5 – мозолисте тіло;
- 6 – гіпофіз;
- 7 – метаталамус;
- 8 – середній мозок;
- 9 – міст;
- 10 – мозочок;
- 11 – спинний мозок;
- 12 – ніжки мозочка

Рис. 57. Медіальна поверхня кори головного мозку

8.2. Функціональне значення окремих зон кори

Дві півкулі діють узгоджено. Права півкуля контролює сенсорні та рухові функції лівої половини тіла, а ліва – здійснює аналогічний контроль над правою половиною.

Функціонально у великих півкулях кори головного мозку розрізняють **3 різновиди кори:**

- *сенсорну кору* (зорова, слухова, нюхова, тактильна), в якій формуються відчуття;
- *рухову кору*, яка забезпечує довільні рухи людини;
- *асоціативну кору*, яка забезпечує цілісність сприйняття та перехід інформації від сенсорної до рухової кори.

Сенсорна кора відповідає за обробку інформації, яка надходить від органів чуття. Саме в ній розміщуються кіркові відділи аналізаторів людини:

- потилично-зоровий;
- скронево-слуховий;
- тім'яно-шкірний.

У **руховій корі** розміщені перші нейрони, які управляють роботою довільних м'язових груп, яким відповідає певна ділянка рухової кори.

Домінуюча частина площі кори зайнята саме **асоціативною корою**. На думку багатьох вчених, саме в ній утворюються асоціативні зв'язки між спеціалізованими ділянками, а інтегрується інформація, яка приходить з них. До того ж вважається, що саме в асоціативній корі, інформація надходить, об'єднується з емоціями і спогадами, що дає змогу людям думати, вирішувати і будувати плани.

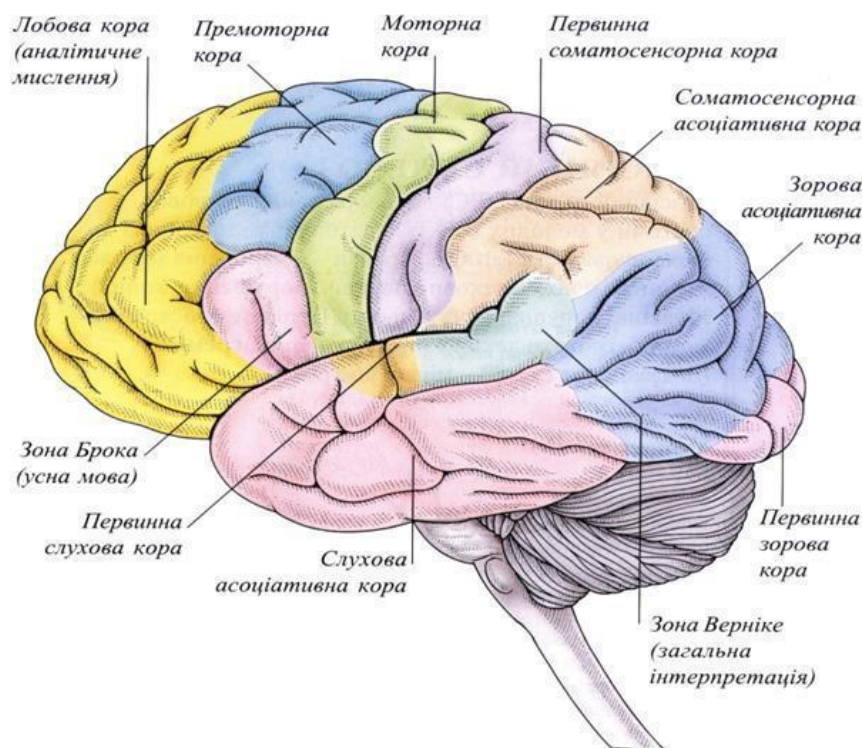


Рис. 58. Представництво різних функцій у корі головного мозку



Рис. 59. Представництво різних груп м'язів у корі великих півкуль людини («чоловічок Пенфілда»)

Після обробки інформації в асоціативній корі інтегрована картина подій передається **лобовій корі**. Завдяки численним двостороннім зв'язкам з лімбічною системою до цієї картини додається **емоційний відтінок**. А також інформація взята із пам'яті.

Лобова кора, напевно, відповідальна за вибір мети, яку ми ставимо перед собою на майбутнє, а також за нашу оцінку різних обставин у зв'язку з поставленими

цілями. Де саме в корі відбуваються ці вельми складні процеси фільтрації та абстрагування даних і як це відбувається, до сьогодні невідомо.

За допомогою численних нервових зв'язків лобова кора, напевно, взаємодіє зі скроневою (наприклад, унікальна здатність людини – використання мови – базується на сумісній роботі асоціативних полів скроневої і лобових часток та потиличної).

Скронева кора бере участь у процесах пам'яті, відбирає, що треба відправити в довготривалому пам'яті, а що – ні, а також у збереженні і витягненні інформації не тільки про минулі події, але і їх емоційне забарвлення.

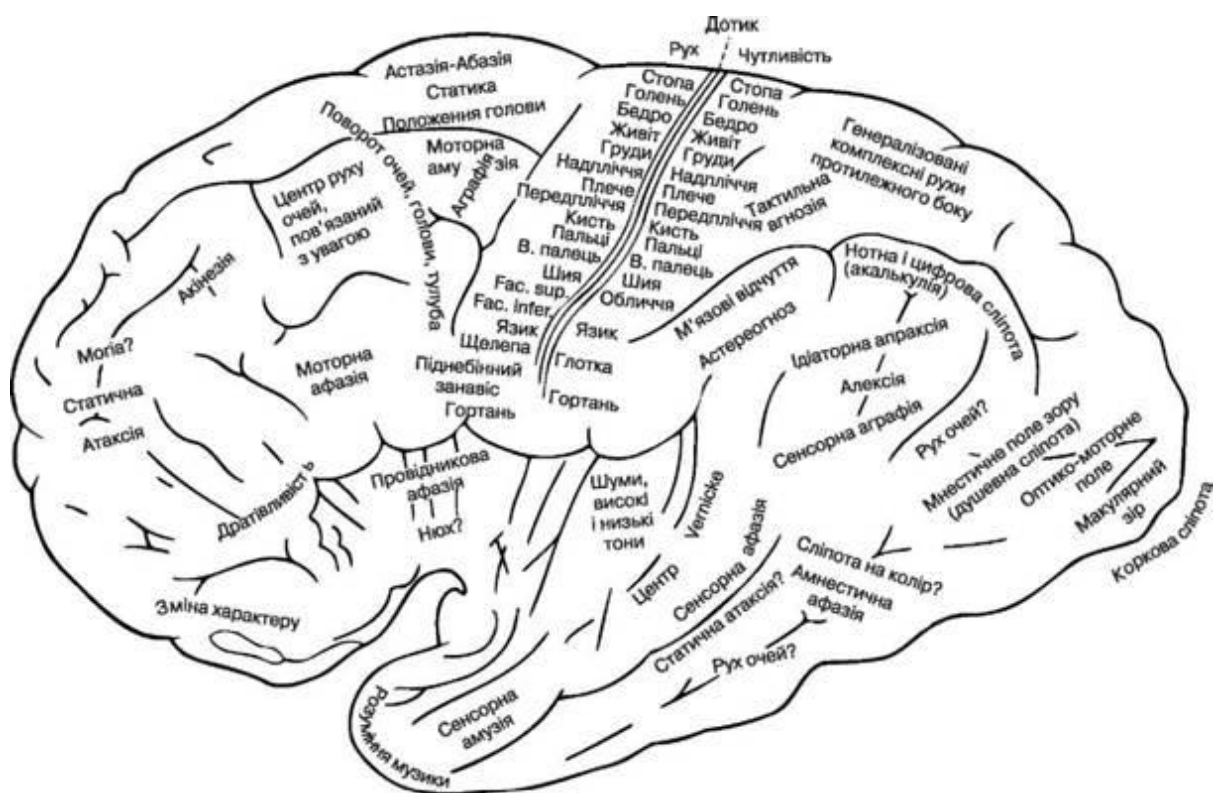


Рис. 60. Представництво функцій у корі головного мозку

8.3. Функції ЦНС

Функції центральної нервової системи:

- рефлекторна;
- інтегративна;
- координаційна.

Рефлекс – це відповідь організму на дію подразників як зовнішнього, так і внутрішнього середовища за обов'язкової участі ЦНС. Усі акти свідомої та несвідомої діяльності людини за своєю суттю є рефlekсами. Основу діяльності людини складає робочий динамічний стереотип.

Робочий динамічний стереотип – стійка і злагоджена система умовних рефлексів, яка утворюється внаслідок багаторазового повторення умовних подразників в установленій послідовності і через певні проміжки часу.

Інтегративна функція ЦНС – діяльність мозку, яка об'єднує різноманітні функції організму для їх злагодженої взаємодії у процесі досягнення поставленої мети. Саме інтегративна функція ЦНС забезпечує гомеостаз організму та його адаптацію до змін зовнішнього та внутрішнього середовища.

Координаційна функція ЦНС – діяльність мозку щодо подолання антагоністичної взаємодії між рефlekсами з різним функціональним призначенням. В основі координаційної діяльності ЦНС лежить домінанта.

Домінанта – рефлекс, який тимчасово панує, маючи силове переважання.

8.4. Вікові зміни кори великих півкуль

З віком відбувається зменшення нейронів у корі на одиницю об'єму через 2 причини: загибель частини клітин і розростання нервових волокон і механічне розсування кори.

У старечому віці відбуваються склеротичні зміни судин, що призводить до атрофії кори. Йде зменшення розмірів нейронів, втрачається базofilна речовина, ядра ущільнюються. Найбільш виражені ці зміни в великих пірамідних клітинах – V пірамідному шарі, що веде до порушення довільних рухів.

8.5. Кровообіг головного мозку

Мозковий кровообіг – рух крові через мережу мозкових артерій і вен, що забезпечують кров'ю мозок. Швидкість мозкового кровотоку у дорослої людини – зазвичай 750 мл на хвилину, що становить 15 % серцевого викиду. Артерії постачають насичену киснем кров, глюкозу та інші поживні речовини до мозку, а вени несуть венозну кров назад до серця, видаляючи з мозку вуглекислий газ, молочну кислоту та інші продукти обміну речовин. Оскільки мозок дуже вразливий до змін у кровообігу, порушень мозкового кровообігу, організм має багато запобіжних механізмів і структур для ауторегуляції судин. Відмова цих «запобіжників» може призвести до інсульту. Наявність гравітаційного поля або прискорення також визначає відмінності в русі й розподілі крові в мозку, наприклад, у перевернутому положенні.

Виняткові особливості головного мозку визначають і особливі риси його діяльності як органу. Він являє собою єдине ціле, що складається з різних за будовою і функціями частин.

Клітинні елементи головного мозку вимагають безперервного припливу кисню. У природних умовах функціонування мозок отримує необхідну для його життєдіяльності енергію тільки під час окислювальних перетворень вуглеводів і кетонів тіл і практично не має у своєму розпорядженні запасів кисню. Резервний

кисень, наявний у речовині мозку, витрачається протягом 10–12 с. Тому навіть короткочасне припинення кровопостачання може привести до незворотних процесів у ньому.

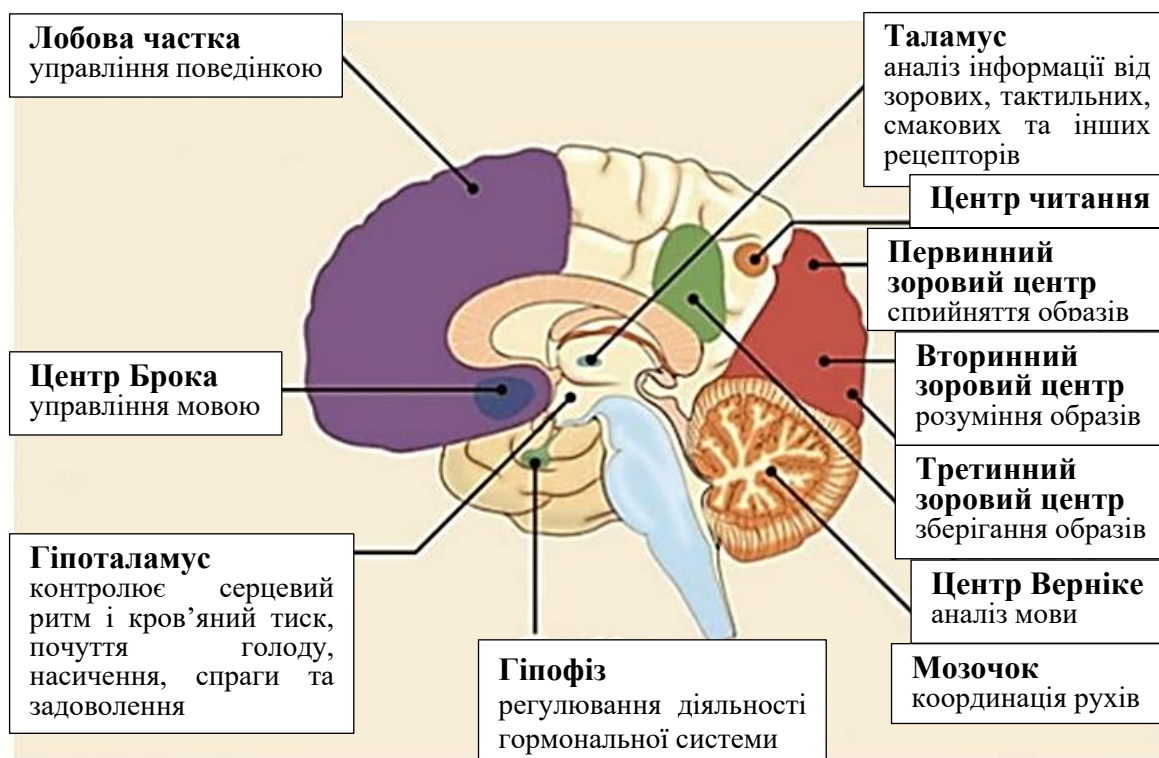


Рис. 61. Особливості діяльності мозку

Як орган взаємодії із зовнішнім середовищем і регулятор усіх процесів, що відбуваються в організмі, **мозок перебуває в активному стані не тільки під час неспання людини, але і під час її сну**, хоча ступінь цієї активності якісно різниться в різні моменти життєдіяльності організму. Так, під час сновидінь (фаза швидкого сну рівень обміну у багатьох структурах мозку може бути навіть більш інтенсивним, ніж у стані неспання.

Мозок укладений у герметично закриту кісткову коробку – череп, що визначає специфічні умови його функціонування.

Мозок має високу пластичність, величезні можливості компенсації у випадку ураження різних його відділів, що набуває важливого значення в умовах патології. Одним з основних факторів, що забезпечують у таких умовах реалізацію надзвичайної пластичності мозку, є підтримка кровообігу на оптимальному рівні. Посилене функціонування мозкових структур, що беруть участь у процесі компенсації, завжди має супроводжуватися посиленням їх кровопостачання.

Кровопостачання головного мозку здійснюється складною судинною системою. У разі порушення регуляції функціонування судинної системи настають розлади кровообігу, різноманітні за формою, ступенем вираженості та характером

обумовлюючого їх патологічного процесу. **Відомо, що маса мозку дорослої людини становить 2 % від маси її тіла.** Через кровоносну систему мозку в умовах функціонального спокою проходить близько 15 % крові, що надходить у велике коло кровообігу під час серцевого викиду, і 20 % кисню, що надходить в організм. Причому головний мозок кровозабезпечується більш інтенсивно, ніж інші органи, що сприяє інтенсивності метаболічних процесів, які відбуваються в його тканинах. Кров повинна надходити в мозок постійно, під рівномірним тиском – нервові клітини вимагають безперервної доставки кисню, а продукти обміну – негайної евакуації.

Для підтримки нормального функціонування головного мозку необхідно, щоб напруга кисню в мозковій речовині була в межах 20 мм рт. ст., а це відповідає споживанню кисню мозком у кількості 3,3 мл / 100 г/хв. Зниження цього показника до 2,7 м свідчить про гіпоксію мозку. Для забезпечення мозку необхідною кількістю кисню інтенсивність мозкового кровообігу повинна становити приблизно 55 мл / 100 г/хв. Цей показник характеризує регіонарний мозковий кровотік у нормі. Зниження його до 40 мл / 100 г/хв і менше вказує на недостатність кровопостачання мозку. Критичним для регіонарного мозкового кровотоку є його показник рівний 19 мл / 100 г/хв. Названі величини – важливі показники забезпечення життєдіяльності мозку. У разі показників, які перебувають за межами цих критичних значень, розвиваються незворотні зміни мозкової речовини, і тоді прогноз захворювань стає несприятливим.

Розрізняють 3 рівні показників мозкового кровообігу.

Верхній критичний рівень (ішемічний поріг мозкової гемодинаміки), нижче якого внаслідок ішемічної гіпоксії починає змінюватися рецепторний апарат нейронів і порушується функціонування їх мембран. Це призводить до припинення синаптичної передачі, випадання функцій нервових клітин, до появи клінічних ознак ішемії.

Нижній критичний рівень – ще більш значне зниження кровопостачання, коли клітини гинуть, з'являється виражена неврологічна симптоматика, розвивається некроз нервової тканини (інфарктний поріг гемодинаміки).

Проміжний рівень («ішемічна напівтінь») лежить у межах 10–23 мл / 100 г/хв. Для цієї зони характерне порушення функціональної активності нейронів, але вони морфологічно зберігаються і у разі своєчасного адекватного лікування можуть відновити свої функції (зона альтеративного парабіозу, «функціональної асинапсії»).

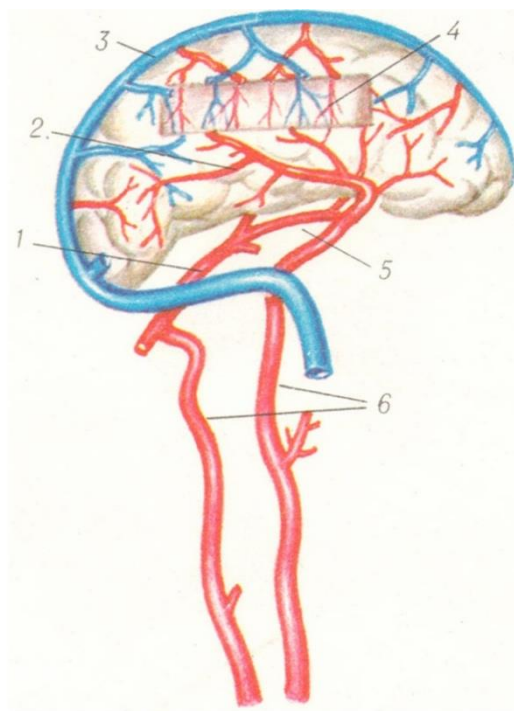
Мозок забезпечується кров'ю за оптимальним режимом, що забезпечує в процесі життєдіяльності безперервне своєчасне поповнення його енергетичних і інших витрат. Цей процес характеризується відносною (в певних межах) незалежністю мозкового кровотоку від загальної гемодинаміки, обумовленої різними механізмами саморегуляції.

Через постійність обсягу черепної коробки в мозкових судинах не відбувається пульсаторних змін маси крові. Вона тече безперервним струменем. Водночас

пульсові коливання гасяться вигинами («сифонами») сонних і хребетних артерій, а також потужної розвиненою еластичною оболонкою мозкових артерій, завдяки чому запобігається шкідлива дія пульсової хвилі. У мозку більшість капілярів постійно знаходиться у відкритому стані і не відчуває поперемінного звуження і розширення, як у судинній системі інших органів, хоча і є незначна кількість нефункціонуючих капілярів.

Судинна система головного мозку включає магістральні, піальні, радіальні (внутрішньомозкові) артерії, капілярну систему, зокрема і прекапілярні сфінктери, вени мозку і венозні синуси.

Топографічна особливість кровоносних судин, що забезпечують кровопостачання головного мозку, своєрідність судинного басейну і особливості його конструкції, слугує підставою для виділення так званого **черепно-мозкового кола кровообігу**. Він починається від аорти і закінчується верхньою порожнистою веною. Його провідними ланками є внутрішні сонні та хребетні артерії, а відвідними – внутрішні яремні вени. Генетично це коло формується у зв'язку з розвитком головного мозку.



- 1 – основна артерія;
- 2 – піальні артерії (частина піальних артерій продовжується під венозними синусами на другу півкулю);
- 3 – венозний синус;
- 4 – внутрішньомозкові артерії;
- 5 – артеріальне (Вілізієве) коло великого мозку;
- 6 – магістральні артерії (хребетна і внутрішня сонна).

Рис. 62. Магістральні артерії головного мозку

Основним джерелом кровопостачання мозку слугують **магістральні артерії** – парні внутрішні сонні та хребетні, з'єднані широким анастомозом у вигляді Вілізієвого кола. Останнє являє собою найбільш потужний потенційний анастомоз.

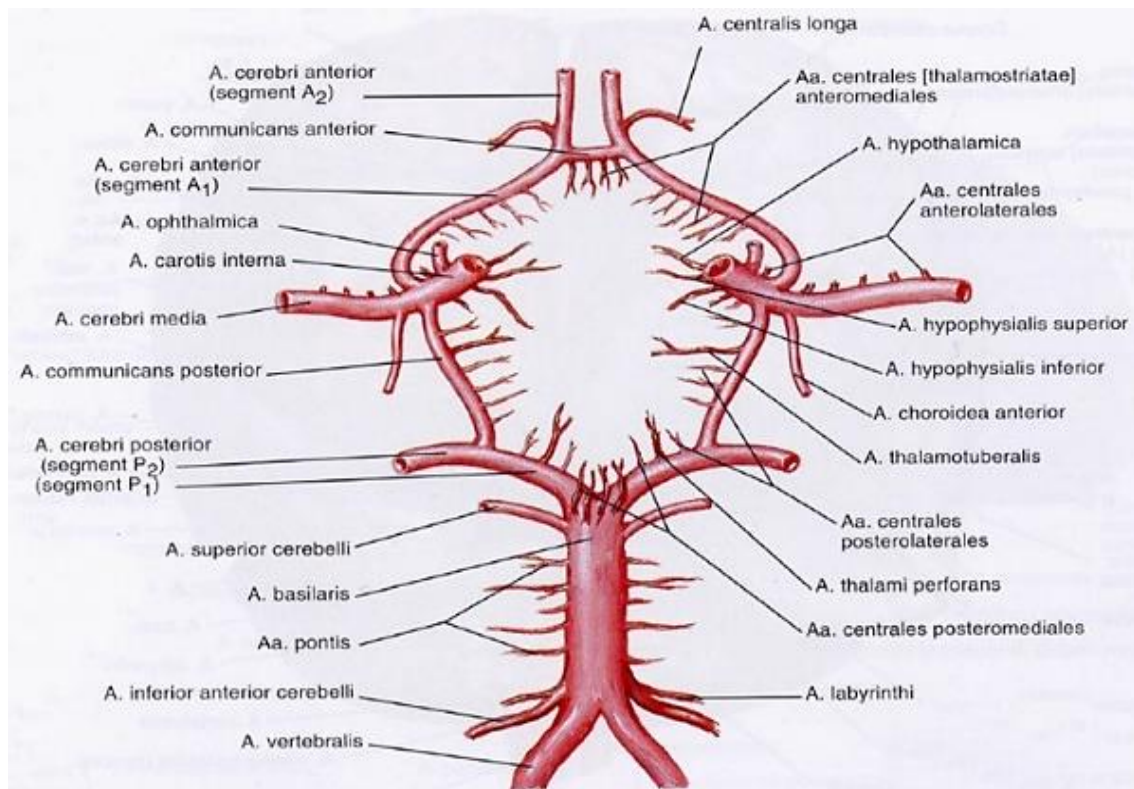


Рис. 63. Вілізієве коло

У разі функціональної повноцінності **Вілізієвого кола** може протікати безсимптомно навіть двостороннє вимикання сонних артерій, якщо не діють додаткові фактори, що ускладнюють розвиток колатералей. Під час включення анастомозів Вілізієвого кола на формування його колатеральних шляхів не потрібно великих витрат часу. Він є головним резервом компенсації.

У нормальних умовах кров у Вілізієвому колі, незважаючи на наявність у ньому анастомозів, прямуючи в судини відповідної сторони, не змішується, оскільки надходить з артерій під однаковим тиском. Тому в судинах Вілізієвого кола встановлюється динамічна рівновага між потоками крові, що доставляються правою і лівою сонними артеріями, і між системами обох сонних і хребетних артерій. У разі зміні тиску в одній із цих систем точки динамічної рівноваги зміщуються в сторону з меншим тиском, внаслідок чого кровотік у зазначених артеріях відбувається у зворотному напрямку.

Парні передні, середні і задні мозкові артерії, гілкуючись і анастомозуючи одна з одною, формують **систему артерій м'якої мозкової оболонки** (піальних артерій), від яких відходять радіальні, або внутрішньомозкові, артерії. Артерії, що постачають кров'ю філогенетично давніші частини мозку – підкіркові вузли, мають менш розвинені анастомози, тому під час їх відключення настає некроз відповідних частин мозку. Водночас **піальні артерії**, розташовані на поверхні півкуль, і постачаючи кров у кору мозку, утворюють багату анастомозуючу мережу, тому під час виключення їх окремих гілок легше здійснюється колатеральний приплив

крові. Лише під час виключення радіальних артерій живлення кори мозку порушується, оскільки в його товщі артеріальні анастомози відсутні. Тут є тільки безперервна капілярна мережа, яка виконує специфічну обмінну функцію – вона не здатна здійснювати колатеральний кровообіг.

Позачерепний **колатеральний кровообіг** здійснюється завдяки групі анастомозів між системами сонних і підключично-хребетних артерій, найважливішими з яких є **анастомози** між інтра- і екстра-краніальними системами, через очну артерію. За допомогою цих анастомозів під час виключення загальних сонних і хребетних артерій формується колатеральний кровообіг завдяки гілкам щитовидним, потиличним, спінальним, а також шкірним, м'язовим гілкам (v. vasorum, v. nervorum).

У нормальних умовах анастомози судинної системи мозку не функціонують. Вони використовуються в основному для забезпечення потоку крові в той басейн мозку, кровопостачання якого стало недостатнім через будь-які часові обмеження кровотоку провідній судині (здавлення судин під час згинання і розгинання голови). В умовах патології (закупорка судин) роль істинних анастомозів зростає.

Можливість розвитку колатерального кровообігу обумовлюється:

- індивідуальними анатомічними особливостями магістральних судин (величина внутрішніх сонних артерій, кут відходження їх гілок, можливість анастомозування з гілками зовнішньої сонної артерії, аномалії будови Вілізієвого кола);
- анатомічними особливостями судин м'якої мозкової оболонки, що забезпечують колатеральний перехід маси крові з однієї області мозку в іншу по анастомозу між основними мозковими артеріями;
- фізіологічними можливостями організму (стан серця, рівень артеріального тиску, вік, стан судинної стінки);
- тривалістю процесу, що призводить до виключення судин, що визначає швидкість і ступінь вступу в дію колатерального кровообігу.

Включення колатералей і пристосування мозкового кровообігу до нових умов відбувається за участю складних рефлексорних механізмів.

Однак у певних умовах настільки важливе компенсаторне пристосування, яким є колатеральний кровообіг, може набувати негативне значення для організму. Прикладом може бути так званий синдром «обкрадання» мозку: під час виключення будь-якої судини в її басейн надходить частина крові з інших, розташованих поблизу судин, внаслідок чого в сусідніх, раніше здорових ділянках мозку, порушується кровообіг. Іноді ознаки такого порушення переважають у клінічній картині і навіть можуть бути єдиними. Серед різноманітних механізмів порушення мозкової гемодинаміки вказаний синдром відіграє особливу, дуже важливу роль. Різні його варіанти можуть бути як на позачерепному, так і на внутрішньочерепному рівнях колатерального кровообігу.

Значне посилення кровотоку в постраждалій артерії може викликати утворення її вигинів, що амортизують удар пульсової хвилі і збільшують площу зіткнення судини з тканиною мозку. Однак, виникаючи як компенсаторне пристосування, ці зміни можуть стати патогенними, коли звивистість артерій призводить до формування перегинів, петель, що ускладнює кровотік, сприяє тромбоутворенню, а за умов певних положень голови може привести до припинення кровотоку, а отже, – до порушень мозкового кровообігу.

Питання для самоперевірки

1. Що таке кора великих півкуль?
2. Назвіть глибокі та постійні борозни, які ділять півкулі на частки.
3. Будова верхньолатеральної поверхні півкуль.
4. Будова нижньої поверхні півкуль.
5. Борозни і звивини медіальної поверхні півкуль.
6. Дайте визначення поняття «цитеоархітектоніка» та «мієлоархітектоніка».
7. Опишіть шари кори головного мозку.
8. Що таке «гранулярна» і «агранулярна» кора головного мозку?
9. Наведіть класифікацію волокон великих півкуль.
10. Назвіть види тангенціальних сплетінь нервових волокон у корі головного мозку.
11. Функціональні різновиди кори великих півкуль і їх характеристика.
12. Назвіть основні функції ЦНС і коротко їх охарактеризуйте.

Тестові завдання

1. Кора великих півкуль – це:

- а) сіра речовина;
- б) біла речовина;
- в) сіра і біла речовина;
- г) правильної відповіді немає.

2. Нейроцити кори великих півкуль за функцією є:

- а) еферентними;
- б) аферентними;
- в) асоціативними;
- г) усі відповіді правильні.

3. Відповідно до філогенезу розрізняють такі види кори:

- а) давню;
- б) стару;

- в) нову;
- г) усі відповіді правильні.

4. Сильвієва борозна відділяє:

- а) лобову частку від скроневої;
- б) лобову частку від тім'яної;
- в) тім'яну частку від потиличної;
- г) лобову частку від тім'яної.

5. Центральна борозна відділяє:

- а) лобову частку від скроневої;
- б) тім'яну частку від потиличної;
- в) лобову частку від тім'яної;
- г) лобову частку від потиличної.

6. Тім'яно-потилична борозна розділяє:

- а) лобову і скронеvu частки;
- б) тім'яну і потиличну частки;
- в) лобову і тім'яну частки;
- г) лобову і потиличну частки.

7. Лобова частка НЕ має звивини:

- а) прецентральної;
- б) постцентральної;
- в) верхньої;
- г) нижньої.

8. Скільки звивин має лобова частка?

- а) одну;
- б) дві;
- в) три;
- г) чотири.

9. У потиличній частці є така кількість звивин:

- а) одна;
- б) дві;
- в) три;
- г) усі відповіді правильні.

10. Цитоархітектоніка – це поширене розташування в корі головного мозку:

- а) волокон;
- б) нейронів;
- в) макроглії;
- г) мікроглії.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2014. 395 с.

2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.

3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

9. ЧЕРЕПНО-МОЗКОВІ НЕРВИ

План

9.1. Загальна характеристика черепно-мозкових нервів.

9.2. Детальна характеристика черепно-мозкових нервів.

9.1. Загальна характеристика черепно-мозкових нервів

Від головного мозку людини симетрично відходять 12 пар черепно-мозкових нервів. Як морфологічно, так і функціонально ці нерви є неоднорідними.

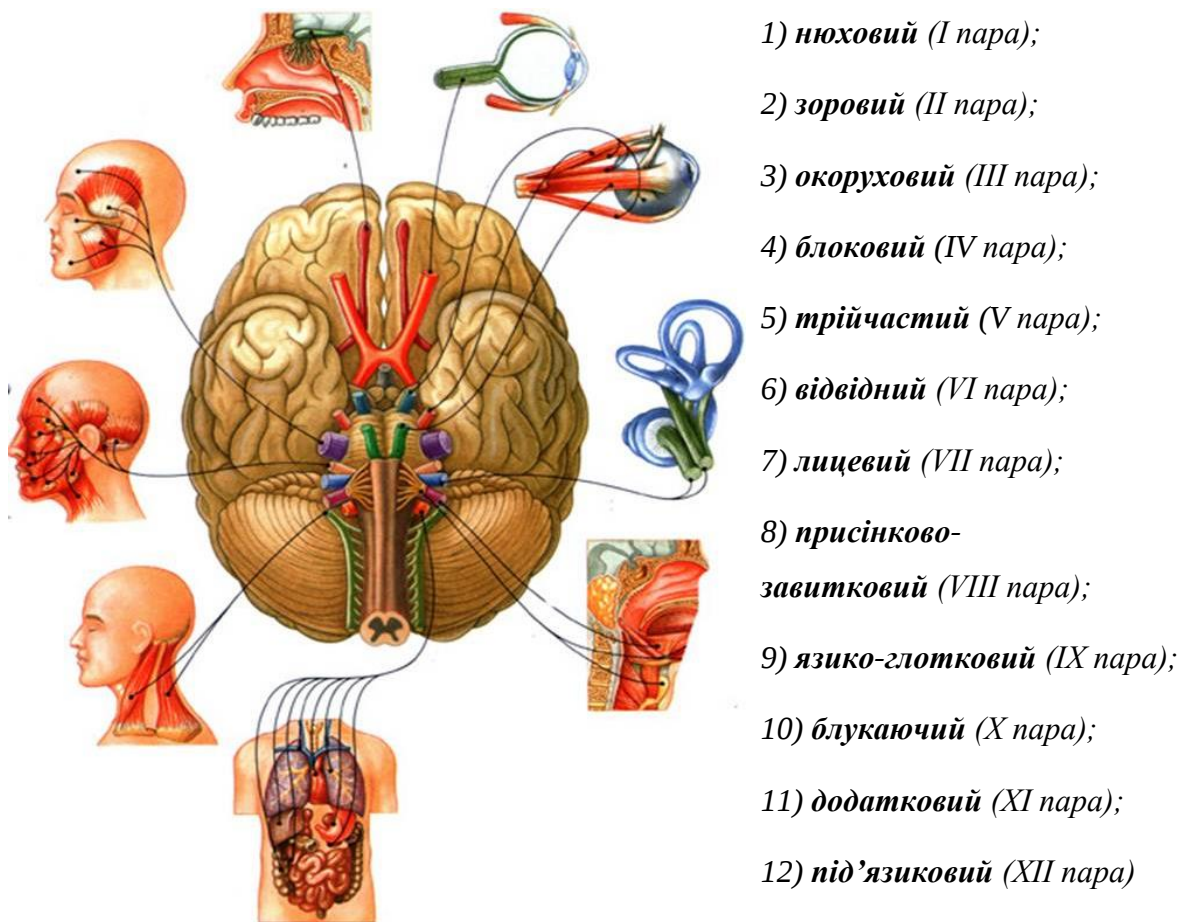


Рис. 64. Черепно-мозкові нерви (I–XII пари)

Кожен із названих нервів має свої анатомічні ділянки входу (для аферентних, чутливих нервів) і виходу (для еферентних, рухових). До того ж у складі черепно-мозкових нервів можуть бути і вегетативні волокна парасимпатичного відділу ЦНС.

В основі головного мозку по боках від повздожньої щілини лежать **цибулини нюхового** нерва. Від цибулини іде нюховий тракт, який розширюється в нюховий трикутник.

Позаду від повздожньої щілини на нижній поверхні мозку локалізується **перехрест зорових нервів (II)**. Зсередини ніжки мозку обходить **окоруховий** нерв (III),

а ззовні – **блоковий** нерв (IV). На межі мосту із середніми ніжками мозочка виходить **трійчастий** нерв (V). На межі мосту і довгастого мозку послідовно від центральної щілини виходять: **відвідний** (VI), **лицевий** (VII пара), **присінково-завитковий** (VIII). На межі між оливою і нижніми ніжками мозочка локалізуються корінці **язико-глоткового** нерва (IX), **блукаючого** нерва (X), **додаткового** нерва (XI). Між пірамідами і оливою виходять корінці **під'язикового** нерва (XII).

За своєю функцією черепно-мозкові нерви поділяються на:

Чутливі: нюховий (I), зоровий (II), присінково-завитковий (VIII).

Змішані: трійчастий (V), лицевий (VII), язико-глотковий (IX), блукаючий (X), додатковий (XI).

Рухові: окоруховий (III), блоковий (IV), відвідний (VI), під'язиковий (XII).

Ядра більшості нервів розміщуються протягом стовбура головного мозку і заходять у спинний мозок: виділяють **рухові, чутливі та вегетативні ядра**. Винятком є нюховий і зоровий нерви, які не мають ядер і є виростками мозку.

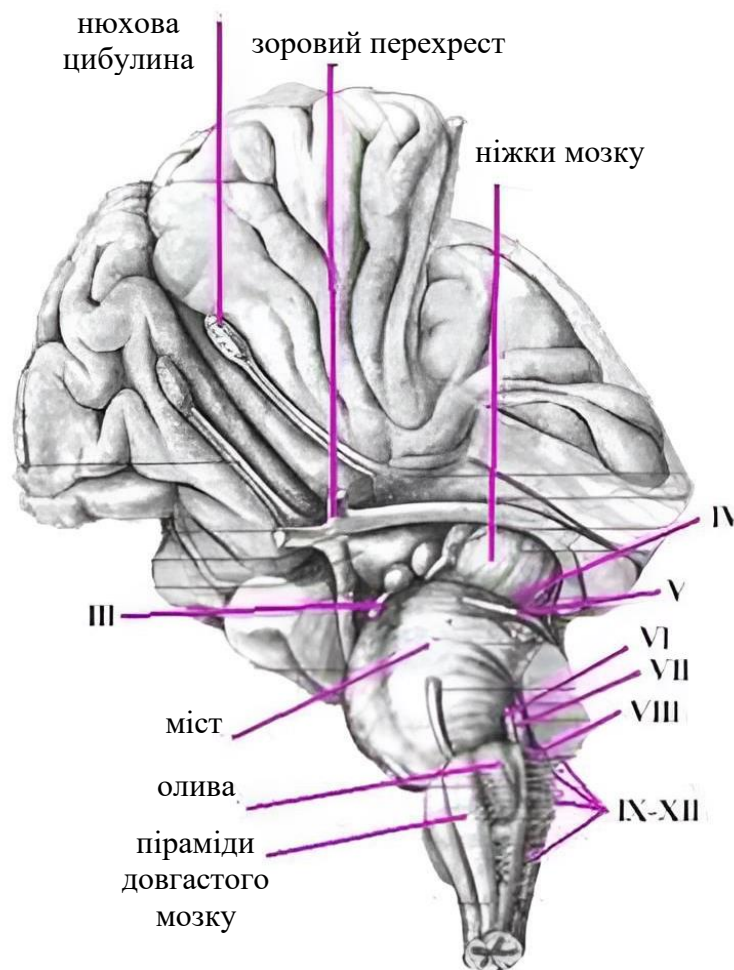


Рис. 65. Локалізація ядер черепно-мозкових нервів

9.2. Детальна характеристика черепно-мозкових нервів

I пара – нюхові нерви (*nn. olfactorii*) – починаються аксонами нюхових клітин нюхової ділянки порожнини носа, проходять через порожнину черепа і підходять до нюхової цибулини, яка розміщена на нижній поверхні півкуль головного мозку. Несуть інформацію щодо нюхових відчуттів.

II пара – зоровий нерв (*n. opticus*) формується аксонами нейронів гангліозного шару сітківки ока, виходить через зоровий канал орбіт і в ділянці турецького сідла здійснює неповний перехрест (перехрещуються лише медіальні волокна), переходячи у зоровий тракт у підкіркові центри зору, а потім – у потиличну ділянку кори.

III пара – окоруховий нерв (*n. oculomotorius*). Починається від рухових ядер середнього мозку. Іннервує м'яз, який піднімає верхню повіку (верхній, нижній, медіальний, прямий і нижній косий м'язи очного яблука). Окоруховий нерв має парасимпатичні волокна, які іннервують сфінктер зіниці та війчастий м'яз ока.

IV пара – блоковий нерв (*n. trochlearis*) – іннервує верхній косий м'яз очного яблука.

V пара – трійчастий нерв (*n. trigeminus*) – головний чутливий нерв голови – змішаний нерв.

Має 1 рухове і 3 чутливі ядра. Відростки клітин чутливих ядер формують 3 гілки трійчастого нерва: очний, верхньощелепний та нижньощелепний нерви. Відростки клітин рухового ядра йдуть у складі нижньощелепного нерва.

Трійчастий нерв іннервує шкіру лица, очне яблуко, кон'юнктиву, тверду мозкову оболонку, слизову порожнину носа і рота, язика, зуби і ясна. Його рухові волокна іннервують жувальні м'язи та м'язи дна ротової порожнини. Найбільш яскраві відчуття, пов'язані з трійчастим нервом – це зубний біль, із якими знайома майже кожна людина.

VI пара – відвідний нерв (*n. abducens*) іннервує зовнішній прямий м'яз ока.

VII пара – лицевий нерв (*n. facialis*) руховий, але в його складі входять і парасимпатичні нервові волокна. Рухові волокна лицевого нерва іннервують усі мимічні м'язи обличчя.

VIII пара – присінково-завитковий нерв (*n. vestibule-cochlearis*), який проводить подразнення від рецепторів внутрішнього вуха (слух).

IX пара – язико-глотковий нерв (*n. glossopharyngens*) – змішаний, має рухові, чутливі та парасимпатичні волокна. Його ядра розташовані в довгастому мозку. Чутливі волокна іннервують слизову язика, горла, мигдалин і середнє вухо.

Рухові волокна – іннервують шило-горловий м'яз та м'язи горла (разом з X парою).

Парасимпатичні волокна – забезпечують іннервацію привушної слинної залози.

X пара – блукаючий нерв (*n. vagus*), змішаний, найдовший із черепно-мозкових. Його рухове, чутливе та парасимпатичне ядра лежать у довгастому мозку.

Є головним парасимпатичним нервом внутрішніх органів, у яких розгалужується. Блукаючий нерв має 4 відділи: черепний, шийний, грудний та черевний. Він іннервує: органи дихання, серце, аорту, більшу частину травного тракту, печінку, підшлункову залозу та нирки.

XI пара – додатковий нерв (*n. accessorius*), руховий. Його ядра лежать у довгастому мозку і верхніх шийних сегментах спинного мозку.

XII пара – під'язиковий нерв (*n. hypoglossus*), руховий. Його ядро розташоване в довгастому мозку. Іннервує м'язи гортані і язика разом із XI парою, що забезпечує мову людини.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть черепно-мозкові нерви.
2. Назвіть рухові нерви.
3. Назвіть чутливі нерви.
4. Назвіть змішані нерви.
5. Опишіть ділянки мозку, де знаходяться ядра I–IV пар черепно-мозкових нервів.
6. Назвіть ділянки мозку, де локалізуються ядра V–VIII пар черепних нервів.
7. Укажіть ділянки мозку, де знаходяться ядра IX–XI пар черепних нервів.
8. Опишіть місце знаходження ядер під'язикового нерва (XII).

Тестові завдання

1. Скільки пар черепно-мозкових нервів відходять від головного мозку?

- а) 8;
- б) 10;
- в) 12;
- г) 14.

2. Нюхові цибулини розташовані:

- а) в основі головного мозку;
- б) спереду від повздовжньої щілини;
- в) позаду повздовжньої щілини;
- г) на медіальній поверхні головного мозку.

3. Окоруховий нерв розміщений:

- а) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- б) зсередини ніжок мозку;
- в) ззовні ніжок мозку;
- г) на межі мосту і довгастого мозку.

4. Блоковий нерв обходить ніжки мозку:

- а) зсередини;
- б) ззовні;
- в) медіально;
- г) спереду.

5. Відвідний нерв виходить:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- в) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

6. Лицевий нерв виходить:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- в) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

7. Присінково-завитковий нерв виходить:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- в) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

8. Корінці язико-глоткового нерва локалізуються:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- в) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

9. Корінці блукаючого нерва локалізуються:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- в) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

10. Додатковий нерв локалізується:

- а) на межі мосту і довгастого мозку;
- б) на межі мосту і середніх ніжок мозочка;
- в) на межі між оливою і нижніми ніжками мозочка;
- г) між пірамідами і оливою довгастого мозку.

Рекомендована література

1. Боярчук О. Д. Анатомія та еволюція нервової системи: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Луганськ: Вид. ДЗ «ЛНУ іменії Тараса Шевченка», 2014. 395 с.
2. Грицуляк Б. В. Анатомія і фізіологія людини: навч. посіб. Івано-Франківськ, 2021. 135 с.
3. Основи анатомії та фізіології людини: навч. посіб. для практичних робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. О. Я. Беспалова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/download>

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Предмет та завдання анатомії.
2. Сучасні напрями розвитку анатомії.
3. Методи дослідження анатомії.
4. Стислі відомості з історії анатомії ЦНС.
5. Розвиток анатомії в Україні.
6. Нервова система. Основні відділи центральної нервової системи людини.
7. Клітинна будова нервової тканини. Нейроцит: визначення, морфологічна класифікація, будова, топографія, функції.
8. Нейроцит: функціональна класифікація, типи нейроцитів.
9. Нейроглія: види і функції.
10. Поняття «рецептор»: функціональне значення, класифікація.
11. Синапс: його будова і типи.
12. Сіра речовина ЦНС: будова, функції.
13. Біла речовина ЦНС: будова, функції.
14. Нервові волокна, пучки, корінці, нерви: будова.
15. Нервові вузли: класифікація, топографія, функції.
16. Рефлекс, визначення, види. Будова рефлекторної дуги.
17. Розвиток ЦНС в ембріогенезі. Етапи формування в філогенезі.
18. Сегменти спинного мозку і його основні структури. Основні відділи спинного мозку.
19. Зовнішня будова спинного мозку: топографія, межі, будова.
20. Сіра речовина спинного мозку: будова і характеристика.
21. Біла речовина спинного мозку: класифікація, будова, функції.
22. Висхідні провідні шляхи спинного мозку, функції і розміщення.
23. Низхідні провідні шляхи спинного мозку, функції і розміщення.
24. Спинномозковий вузол: топографія, функції.
25. Спинномозкові нерви: утворення, функціональне призначення.
26. Оболонки спинного мозку, їх вміст.
27. Головний мозок: ембріологічна й анатомічна класифікація.
28. Загальний опис стовбура головного мозку.
29. Загальний опис довгастого мозку.
30. Міст: розвиток, будова.
31. Ретикулярна формація: топографія, будова.
32. Середній мозок: розвиток, будова.
33. Мозочок: класифікація частин, клітинна будова, функції.
34. Проміжний мозок: частини, будова і функції.
35. Таламічний мозок: частини, будова і функції.

36. Таламус: будова і функції.
37. Загальний план будови кінцевого мозку: поверхні, полюси, півкулі і частки.
38. Півкулі великого мозку: частини, будова, функції.
39. Біла речовина півкуль великого мозку: класифікація, значення.
40. Провідні шляхи ЦНС: визначення, класифікація.
41. Борозни і звивини верхньолотеральної поверхні півкулі.
42. Борозни і звивини медіальної поверхні півкулі.
43. Будова нижньої будови півкулі.
44. Основні групи волокон, які складають товщу півкуль.
45. Шлуночки мозку.
46. Базальні ядра: будова і функції.
47. Морфофункціональні відмінності ділянок кори півкуль.
48. 12 пар черепно-мозкових нервів: ядра, вихід з мозку і ділянки іннервації.

ПІДСУМКОВИЙ ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Яку функцію виконує мікроглія?

- а) захисну;
- б) опорну;
- в) ізоляційну;
- г) фагоцитоз.

2. Яку функцію виконують епендимоцити?

- а) захисну;
- б) опорну;
- в) ізоляційну;
- г) фагоцитоз.

3. Яку функцію виконують олігодендрогліоцити?

- а) захисну;
- б) опорну;
- в) ізоляційну;
- г) фагоцитоз.

4. Працездатність нейрона можна встановити за наявністю:

- а) тигроїдної речовини;
- б) аксонного горбка;
- в) пластиду;
- г) нейрофібрилу.

5. Характеристика дендритів:

- а) передають нервовий імпульс від тіла клітини;
- б) передають нервовий імпульс до тіла клітини;
- в) вкриті мієліновою оболонкою;
- г) мають рецепторний апарат.

6. Характеристика аксонів:

- а) передають нервовий імпульс від тіла клітини;
- б) передають нервовий імпульс до тіла клітини;
- в) вкриті мієліновою оболонкою;
- г) мають рецепторний апарат.

7. До складу безмієлінового нервового волокна НЕ входить:

- а) осьовий циліндр;
- б) мієлінова оболонка;

- в) шваннівські клітини;
- г) аксолема;
- д) нерв.

8. Укажіть НЕправильну відповідь. До складу мієлінового нервового волокна НЕ входить:

- а) осьовий циліндр;
- б) мієлінова оболонка;
- в) шваннівські клітини;
- г) аксолема;
- д) нерв.

9. Виберіть правильну послідовність структур рефлекторної дуги:

- а) рецептор – вставний нейрон – аферентний нейрон – ефектор – еферентний нейрон;
- б) ефектор – аферентний нейрон – вставний нейрон – еферентний нейрон – рецептор;
- в) аферентний нейрон – еферентний нейрон – вставний нейрон – рецептор – ефектор;
- г) рецептор – аферентний нейрон – вставний нейрон – еферентний нейрон – ефектор.

10. Місце безпосередньої передачі збудження в синапсах називається:

- а) синаптична щілина;
- б) пресинаптична мембрана;
- в) постсинаптична мембрана;
- г) субсинаптична мембрана.

11. Відомо, що спинний мозок покритий трьома оболонками. Оболонка, що утворює широкий циліндричний мішок із щільної фіброзної тканини, називається:

- а) тверда;
- б) павутинна;
- в) м'яка.

12. Відомо, що спинний мозок покритий трьома оболонками. Оболонка, що утворює широкий циліндричний мішок із вкритої ендотелієм сполучної тканини, називається:

- а) тверда;
- б) павутинна;
- в) м'яка.

13. Відомо, що спинний мозок покритий трьома оболонками. Оболонка, що щільно прилягає до зовнішньої поверхні мозку й утворюється пухкою сполучною тканиною, називається:

- а) тверда;
- б) павутинна;
- в) м'яка.

14. Аксони тонкого й клиноподібного канатиків утворюють:

- а) латеральну петлю;
- б) медіальну петлю;
- в) ретикулярну формацію;
- г) внутрішню капсулу.

15. Аксони ядер черепно-мозкових нервів мосту утворюють:

- а) трапецієподібне тіло;
- б) покрив;
- в) ніжки мосту;
- г) основу;
- д) ручки мосту.

16. Аксони власних ядер мосту утворюють:

- а) трапецієподібне тіло;
- б) покрив;
- в) ніжки мосту;
- г) основу;
- д) ручки мосту.

17. У зовнішній будові мозочка виділяють:

- а) покрівлю;
- б) покрив;
- в) півкулі;
- г) основу;
- д) черв'як.

18. Що НЕ входить до складу середнього мозку?

- а) чотиригорбкова пластинка;
- б) покриву;
- в) ніжки;
- г) сірий горб;
- д) чорна речовина;
- е) смугасте тіло.

19. До складу таламічної ділянки проміжного мозку НЕ входить:

- а) таламус;
- б) гіпоталамус;
- в) епіталамус;
- г) метаталамус.

20. До складу гіпоталамічної ділянки проміжного мозку НЕ входить:

- а) зорове перехрестя;
- б) гіпофіз;
- в) епіфіз;
- г) сірий горб.

21. Відомо, що таламус ділиться на 5 ядер. Яке ядро пов'язане з ретикулярною формацією?

- а) переднє;
- б) латеральне;
- в) центральне;
- г) медіальне;
- д) заднє.

22. Відомо, що таламус ділиться на 5 ядер. Яке ядро пов'язане з органом зору?

- а) переднє;
- б) латеральне;
- в) центральне;
- г) медіальне;
- д) заднє.

23. Відомо, що таламус ділиться на 5 ядер. Яке ядро пов'язане зі свідомими висхідними шляхами?

- а) переднє;
- б) латеральне;
- в) центральне;
- г) медіальне;
- д) заднє.

24. Яка структура таламічної ділянки відповідає за процеси росту й статеве дозрівання?

- а) таламус;
- б) епіфіз;

- в) латеральне колінчасте тіло;
- г) медіальне колінчасте тіло.

25. У якій структурі гіпоталамуса містяться емоційні центри?

- а) лійка;
- б) сосочкові тіла;
- в) сірий горб;
- г) зоровий тракт.

26. У якій борозні міститься ядро зорового аналізатора?

- а) передцентральній;
- б) сильвієвій;
- в) шпорній;
- г) колатеральній.

27. У якій звивині міститься ядро слухового аналізатора?

- а) передцентральній;
- б) середній скроневій;
- в) нижній лобовій;
- г) постцентральній;
- д) верхній скроневій;
- е) гіпокампальній.

28. У якій звивині міститься ядро чутливого аналізатора?

- а) передцентральній;
- б) середній скроневій;
- в) нижній лобовій;
- г) постцентральній;
- д) верхній скроневій;
- е) гіпокампальній.

29. У якій звивині міститься ядро рухового аналізатора?

- а) передцентральній;
- б) середній скроневій;
- в) нижній лобовій;
- г) постцентральній;
- д) верхній скроневій;
- е) гіпокампальній.

30. Сіра речовина кінцевого мозку представлена базальними ядрами. Структурою якого ядра є біла куля?

- а) хвостатого;
- б) сочевицеподібного;
- в) огорожі;
- г) мигдалеподібних ядер;
- д) смугастого тіла.

31. Сіра речовина кінцевого мозку представлена базальними ядрами. Яке ядро оточує таламус?

- а) хвостате;
- б) сочевицеподібне;
- в) огорожа;
- г) мигдалеподібні ядра;
- д) смугасте тіло.

32. Сіра речовина кінцевого мозку представлена базальними ядрами. Яка структура утворюється внаслідок з'єднання хвостатого ядра і шкаралупи?

- а) хвостатого;
- б) сочевицеподібного;
- в) огорожі;
- г) мигдалеподібних ядер;
- д) смугастого тіла.

33. Кора великих півкуль поділяється на 6 шарів. Виберіть правильну послідовність розміщення шарів кори:

- а) молекулярний – шар пірамідних клітин – зовнішній зернистий – гангліонарний – внутрішній зернистий – поліморфний;
- б) зовнішній зернистий – поліморфний – шар пірамідних клітин – молекулярний – гангліонарний – внутрішній зернистий;
- в) поліморфний – шар пірамідних клітин – зовнішній зернистий – молекулярний – гангліонарний – внутрішній зернистий;
- г) молекулярний – зовнішній зернистий – шар пірамідних клітин – внутрішній зернистий – гангліонарний – поліморфний.

34. Біла речовина великих півкуль складається із трьох видів волокон. Які волокна утворюють променистий вінець?

- а) асоціативні;
- б) комісуральні;
- в) проєкційні;

- г) мозолисте тіло;
- д) склепіння;
- е) передня і задня мозкові спайки.

35. У синапсах симпатичної нервової системи виділяють медіатор:

- а) адреналін;
- б) ацетилхолін;
- в) норадреналін;
- г) вазопресин.

36. У синапсах парасимпатичної нервової системи виділяють медіатор:

- а) адреналін;
- б) ацетилхолін;
- в) норадреналін;
- г) вазопресин.

37. Центральна частина симпатичної нервової системи представлена:

- а) ядрами III, VII, IX, X пар черепно-мозкових нервів;
- б) латеральними проміжними ядрами грудних сегментів;
- в) превертебральними вузлами й нервовими сплетеннями;
- г) ядрами II, III, IV крижових сегментів спинного мозку.

38. Центральна частина парасимпатичної нервової системи представлена:

- а) ядрами III, VII, IX, X пар черепно-мозкових нервів;
- б) латеральними проміжними ядрами грудних сегментів;
- в) превертебральними вузлами й нервовими сплетеннями;
- г) ядрами II, III, IV крижових сегментів спинного мозку.

39. Згідно із філогенетичним законом, ті відділи НС, які до моменту народження краще розвинені, є еволюційно давніми, а ті відділи, які гірше розвинені, – еволюційно молодими. Яка із запропонованих структур мозку є еволюційно давньою?

- а) півкулі мозочка;
- б) довгастий мозок;
- в) червоні ядра середнього мозку;
- г) черв'як мозочка.

40. Згідно із філогенетичним законом, ті відділи НС, які до моменту народження краще розвинені, є еволюційно давніми, а ті відділи, які гірше розвинені, – еволюційно молодими. Виберіть правильний еволюційний ланцюжок:

- а) таламус – гіпоталамус – базальні ядра – плащ;
- б) таламус – базальні ядра – гіпоталамус – плащ;
- в) базальні ядра – таламус – гіпоталамус – плащ.

41. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує органи травлення, дихання, серце?

- а) окоруховий нерв;
- б) блоковий нерв;
- в) відвідний нерв;
- г) присінково-завитковий нерв;
- д) блукаючий нерв.

42. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує зовнішній прямий м'яз ока?

- а) окоруховий нерв;
- б) блоковий нерв;
- в) відвідний нерв;
- г) присінково-завитковий нерв;
- д) блукаючий нерв.

43. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує м'язи, що звужують зіницю:

- а) окоруховий нерв;
- б) блоковий нерв;
- в) відвідний нерв;
- г) присінково-завитковий нерв;
- д) блукаючий нерв.

44. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує орган слуху й рівноваги?

- а) окоруховий нерв;
- б) блоковий нерв;
- в) відвідний нерв;
- г) присінково-завитковий нерв;
- д) блукаючий нерв.

45. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує верхній косий м'яз ока?

- а) окоруховий нерв;
- б) блоковий нерв;
- в) відвідний нерв;

- г) присінково-завитковий нерв;
- д) блукаючий нерв.

46. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує грудинно-ключично-сосочковий й трапецієподібний м'язи?

- а) трійчастий нерв;
- б) лицевий і проміжний;
- в) язико-глотковий нерв;
- г) додатковий нерв;
- д) під'язиковий нерв.

47. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує слизову оболонку порожнини рота, носа, смакові сосочки, слинні залози, мімічну мускулатуру?

- а) трійчастий нерв;
- б) лицевий і проміжний;
- в) язико-глотковий нерв;
- г) додатковий нерв;
- д) під'язиковий нерв.

48. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує шкіру обличчя, кон'юнктиву ока, смакові сосочки, жувальні м'язи?

- а) трійчастий нерв;
- б) лицевий і проміжний;
- в) язико-глотковий нерв;
- г) додатковий нерв;
- д) під'язиковий нерв.

49. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує власні м'язи язика та м'язи, що приводять у рух язик?

- а) трійчастий нерв;
- б) лицевий і проміжний;
- в) язико-глотковий нерв;
- г) додатковий нерв;
- д) під'язиковий нерв.

50. Яка пара черепно-мозкових нервів іннервує корінь язика, смакові сосочки, привушну слинну залозу?

- а) трійчастий нерв;
- б) лицевий і проміжний;
- в) язико-глотковий нерв;

- г) додатковий нерв;
д) під'язиковий нерв.

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТОВІ ПИТАННЯ

1. г	11. а	21. г	31. а	41. д
2. а	12. б	22. д	32. д	42. в
3. в	13. в	23. б	33. г	43. а
4. а	14. б	24. б	34. г	44. г
5. б, г	15. а	25. в	35. а, в	45. б
6. а, в	16. д	26. в	36. б	46. г
7. б, д	17. в, д	27. д	37. б	47. б
8. д	18. г, е	28. г	38. а, г	48. а
9. г	19. в	29. а	39. б	49. д
10. г	20. в	30. б	40. в	50. в

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна (базова) література

1. Маруненко І. М., Неведомська Є. О., Волковська Г. І. Анатомія, фізіологія, еволюція нервової системи. Київ: ЦУЛ, 2013. 184 с.
2. Кравчук С. Ю. Анатомія людини. Чернівці, 2007. 600 с.
3. Анатомія людини. В трьох томах. Том 1 / під ред. В. Г. Ковешнікова. Луганськ: Вид. «Шико» ТОВ «Віртуальна реальність», 2005. 328 с.
4. Аносов І. П., Хоматов В. Х. Анатомія людини у схемах: навч. наоч. посіб. Київ: Вища шк., 2002. 191 с.
5. Долгов О. М. Вивчаємо анатомію людини. Вчення про судини – ангіологія: навч. посіб. Вінниця, ВДПУ, 2016. 48 с.
6. Коляденко Г. І. Анатомія людини: підруч. 3-тє вид. Київ: Либідь, 2005. 384 с.
7. Кузів О. Є. Анатомія та еволюція нервової системи людини: курс лекцій. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. 80 с.
8. Майдіков Ю. Л., Корсун С. І. Нервова система і психічна діяльність людини: навч. посіб. Київ, Магістр-XXI ст., 2007. 280 с.
9. Марциновський В. П. Анатомія і фізіологія людини. Редакційно-видавничий центр Рівненського державного гуманітарного університету. 2016. 220 с.
10. Міжнародна анатомічна номенклатура / за ред. І. І. Бобрика, В. Г. Ковешнікова. Київ: Здоров'я, 2001. 328 с.
11. Неттер Ф. Атлас анатомії людини. Львів: Видавничий дім Наутілус, 2004. 592 с.
12. Посібник для практичних занять з анатомії та фізіології з основами патології / В. І. Сакевич та ін. Київ: Здоров'я, 2003. 532 с.
13. Свиридов О. І. Анатомія людини Київ: Вища школа, 2000. 399 с.
14. Сидоренко П. І. Анатомія та фізіологія людини: підручник. Київ: Медицина, 2015. 248 с.
15. Фізіологія з основами анатомії людини / за ред. Л. М. Малоштан. Харків: НФаУ: Золоті сторінки, 2003. 432 с.
16. Федонюк Я. І. Анатомія та фізіологія з патологією. Тернопіль: Укрмедкнига, 2016. 676 с.

Додаткова (допоміжна) література

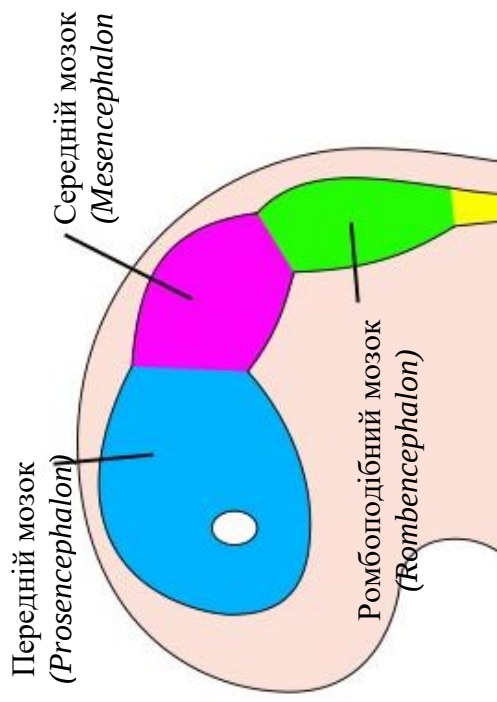
1. Аносов І. П., Хоматов В. Х. Анатомія людини у схемах: навч. наочний посіб. Київ: Вища школа, 2002. 191 с.
2. Методи обстеження неврологічного хворого: навч. посіб. для студ., лікарів-інтернів, викл. вищ. мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації / Л. І. Соколова та ін.; за ред. Л. І. Соколової, Т. І. Ілляш. Київ: Медицина, 2015. 144 с.

3. Кареліна Т. І., Касевич Н. М. Неврологія: підручник. 2-ге вид., випр. Київ, 2017. 288 с.
4. Посібник з фізіології / за ред. В. Г. Шевчука. Вінниця: Нова книга, 2005. 576 с.
5. Ревенько А. В., Демченко А. В., Кривенко В. І. Синдромологічна діагностика захворювань вегетативної нервової системи. Запоріжжя: ЗДМУ, 2018. 202 с.

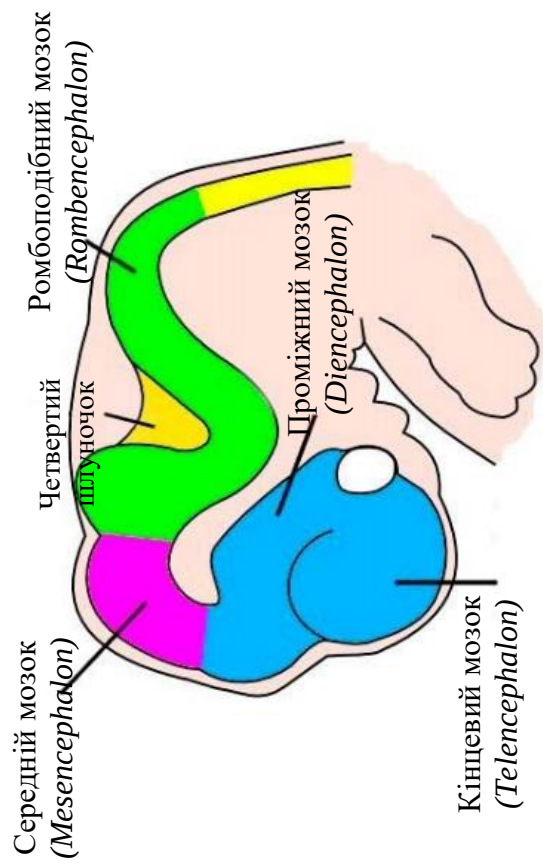
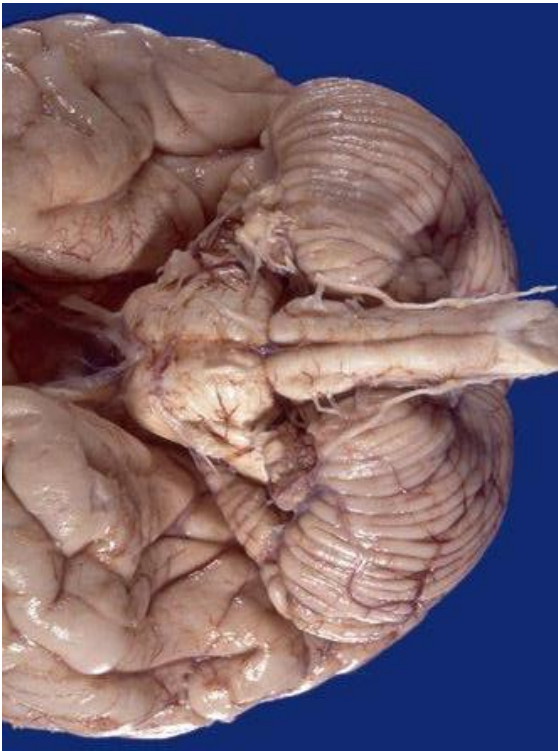
ДОДАТКИ

Анатомія і фізіологія мозкового стовбура

План будови головного мозку хребетних Стадія 3 мозкових пухирів (4-тижневий ембріон)



Стадія 5 мозкових пухирів (6-тижневий ембріон)

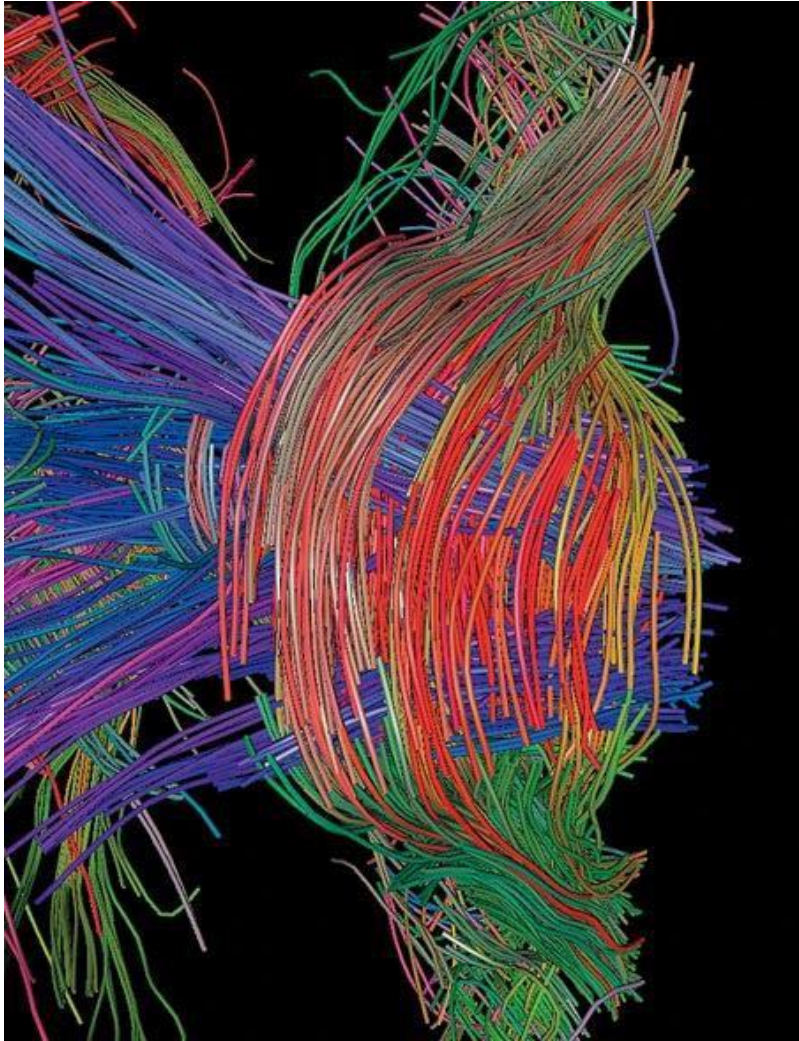


- Передній мозок (*Prosencephalon*) → кінцевий (*Telencephalon*) і проміжний (*Diencerphalon*);
- Середній (*Mesencephalon*);
- Ромбоподібний (*Rombencephalon*) → Задній (*Metencephalon*) + довгастий (*Myelencephalon*)

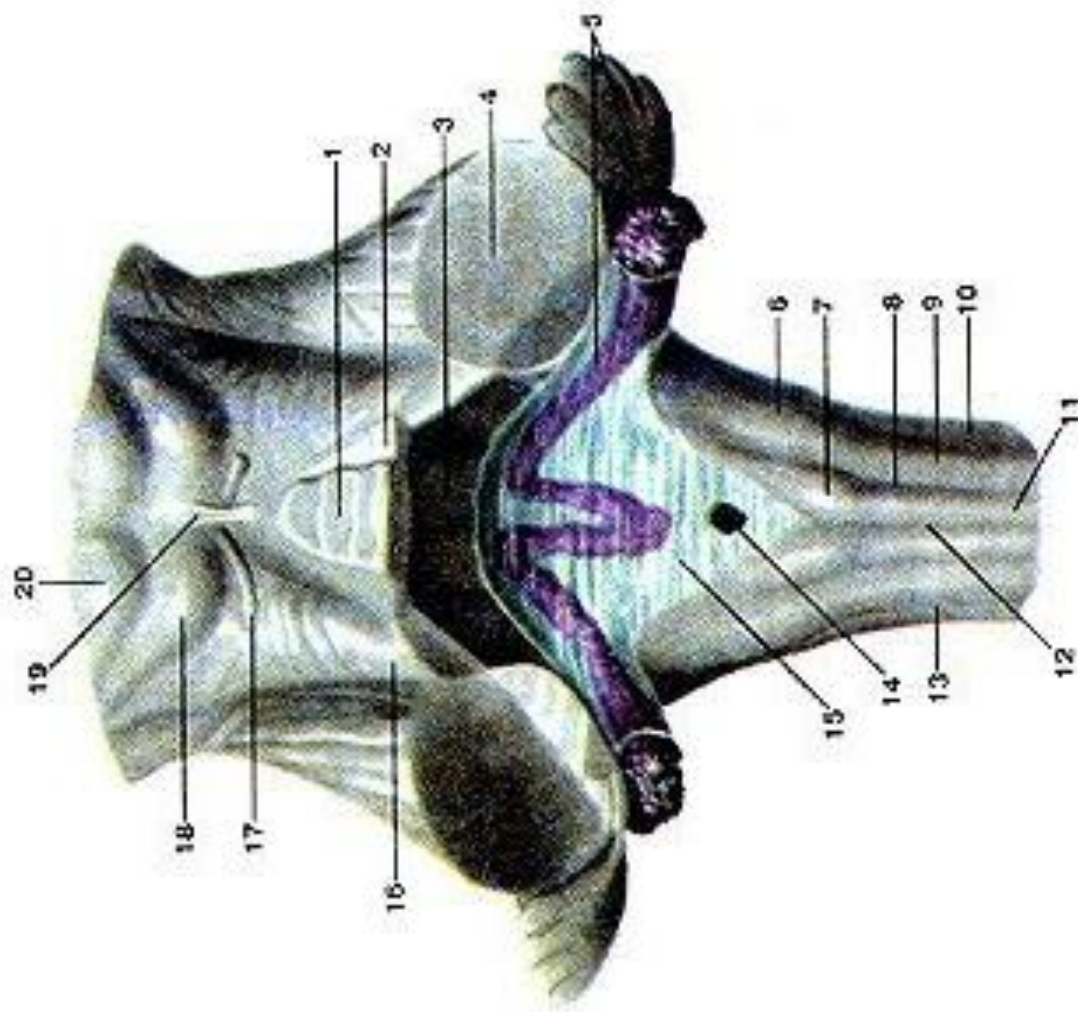
**Первинні і вторинні мозкові міхури
головного мозку хребетних
та структури, які з них утворюються**

Первинний мозковий міхур	Вторинний мозковий міхур	Структури мозку, які походять із цього міхура
Передній (<i>Prosencephalon</i>)	Кінцевий (<i>Telencephalon</i>)	кора великих півкуль, основні ядра, перший і другий шлуночки (бічні)
	Проміжний (<i>Diencephalon</i>)	таламус, метаталамус, епіталамус, гіпоталамус, третій шлуночок
Середній (<i>Mesencephalon</i>)		Середній мозок, сильвієвий водопровід
Ромбоподібний (<i>Rombencephalon</i>)	Задній (<i>Metencephalon</i>)	міст, мозочок, частина четвертого шлуночка
	Довгастий (<i>Myelencephalon</i>)	довгастий мозок, частина четвертого шлуночка

Розташування нервових волокон у стовбурі мозку

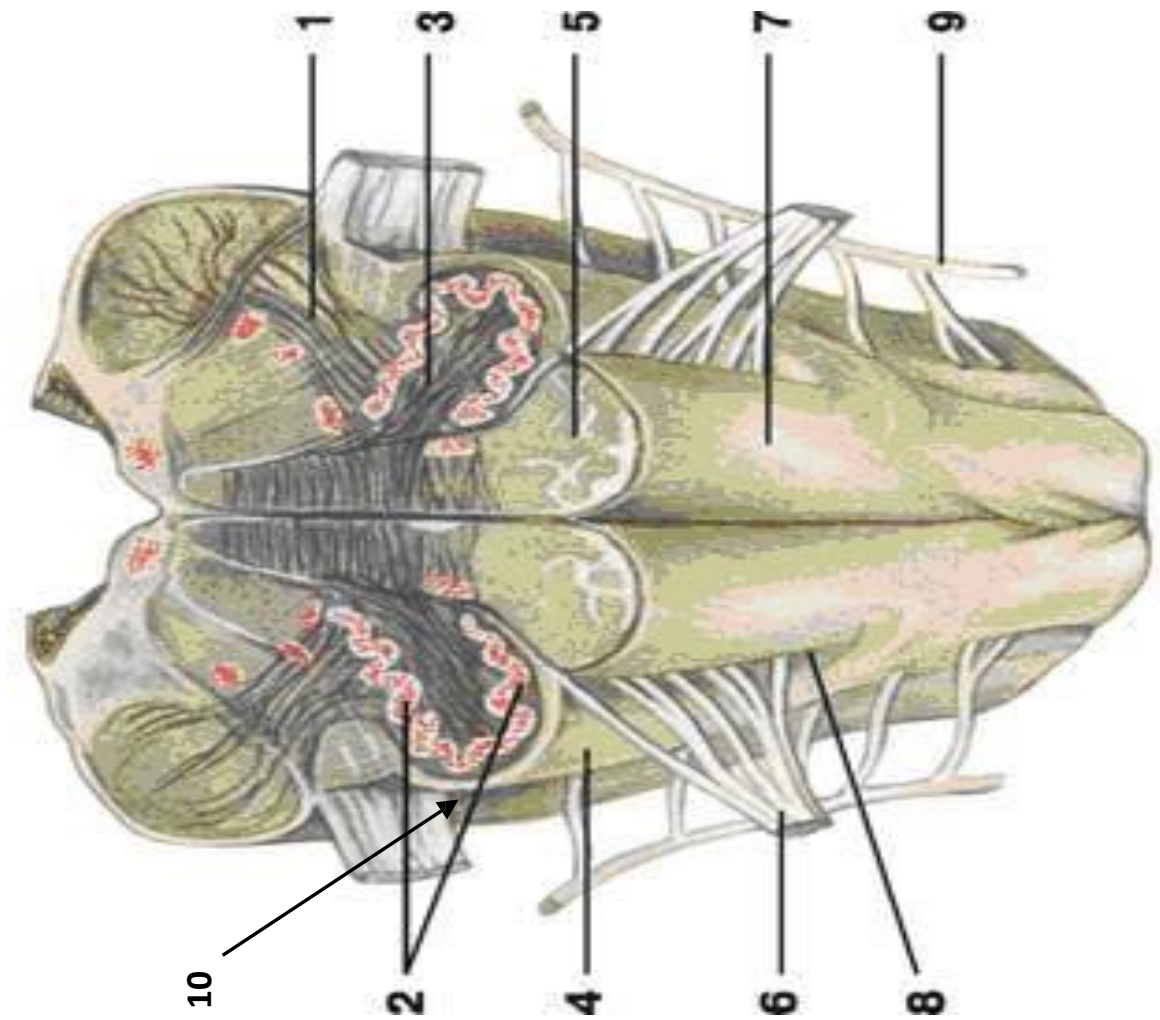


Четвертий шлуночок (вигляд зверху)



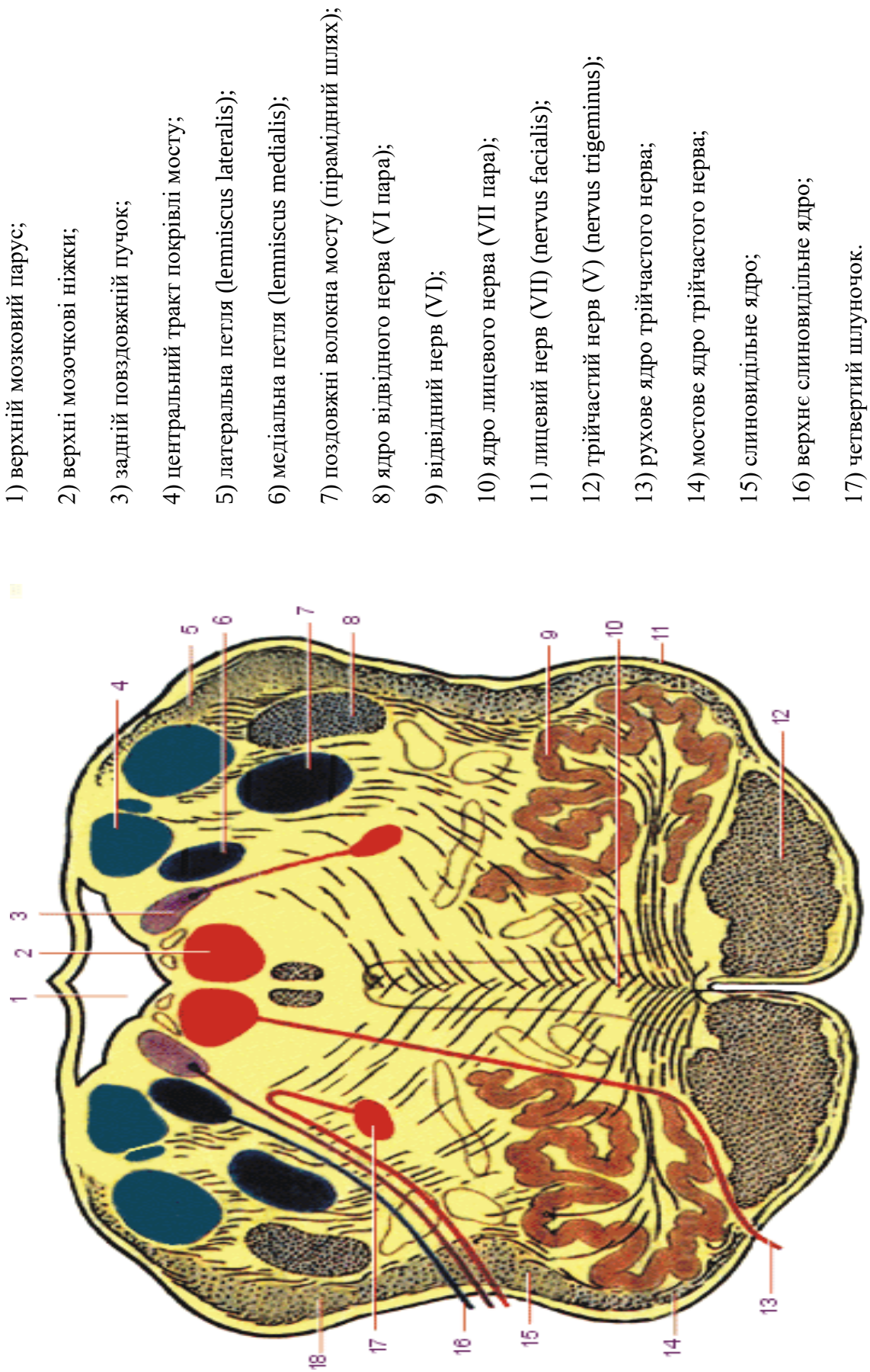
- 1) язичок мозочка;
- 2) верхній мозковий парус;
- 3) четвертий шлуночок;
- 4) середня ніжка мозочка;
- 5) судинні плевиви 4-го шлуночка;
- 6) горбок клиновидного ядра;
- 7) горбок тонкого ядра;
- 8) задня проміжна борозна;
- 9) клиновидний пучок;
- 10) бічний (латеральний) канатик;
- 11) тонкий пучок;
- 12) задня середина борозна;
- 13) задня латеральна борозна;
- 14) серединний отвір 4-го шлуночка;
- 15) судинна основа 4-го шлуночка;
- 16) верхня (передня) ніжка мозочка;
- 17) блоковий нерв;
- 18) нижній горбок (даху середнього мозку);
- 19) вуздечка верхнього мозкового паруса;
- 20) верхній горбок (даху середнього мозку).

Довгастий мозок (вигляд спереду)

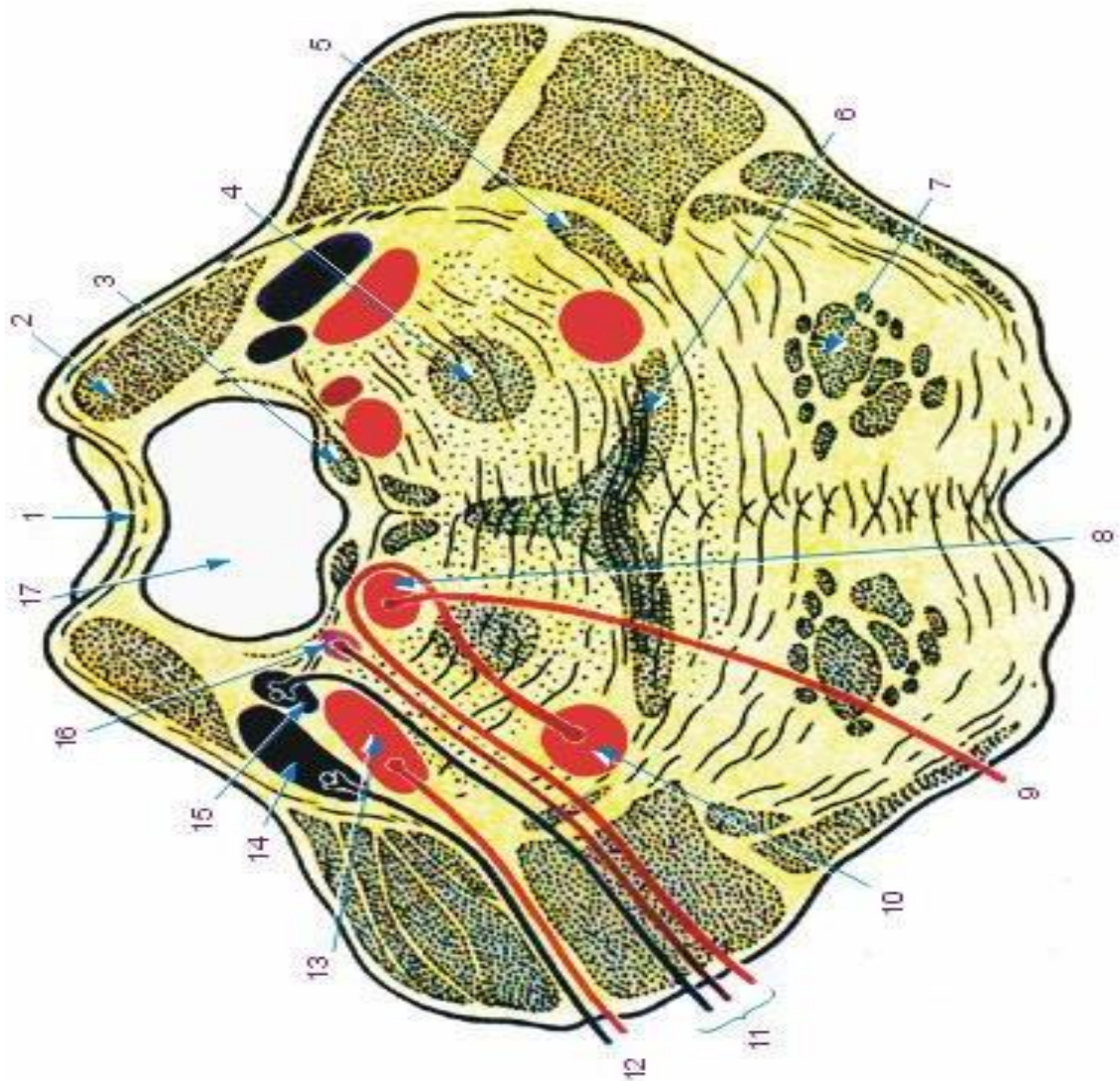


- 1) оливо-мозочковий тракт;
- 2) ядро оливи;
- 3) ворота ядра оливи;
- 4) олива;
- 5) пірамідний тракт;
- 6) під'язиковий нерв (12 пара);
- 7) піраміда;
- 8) передня бокова борозна;
- 9) додатковий нерв (11 пара);
- 10) блукаючий нерв (10 пара).

Поперечний переріз довгастого мозку на рівні оливі

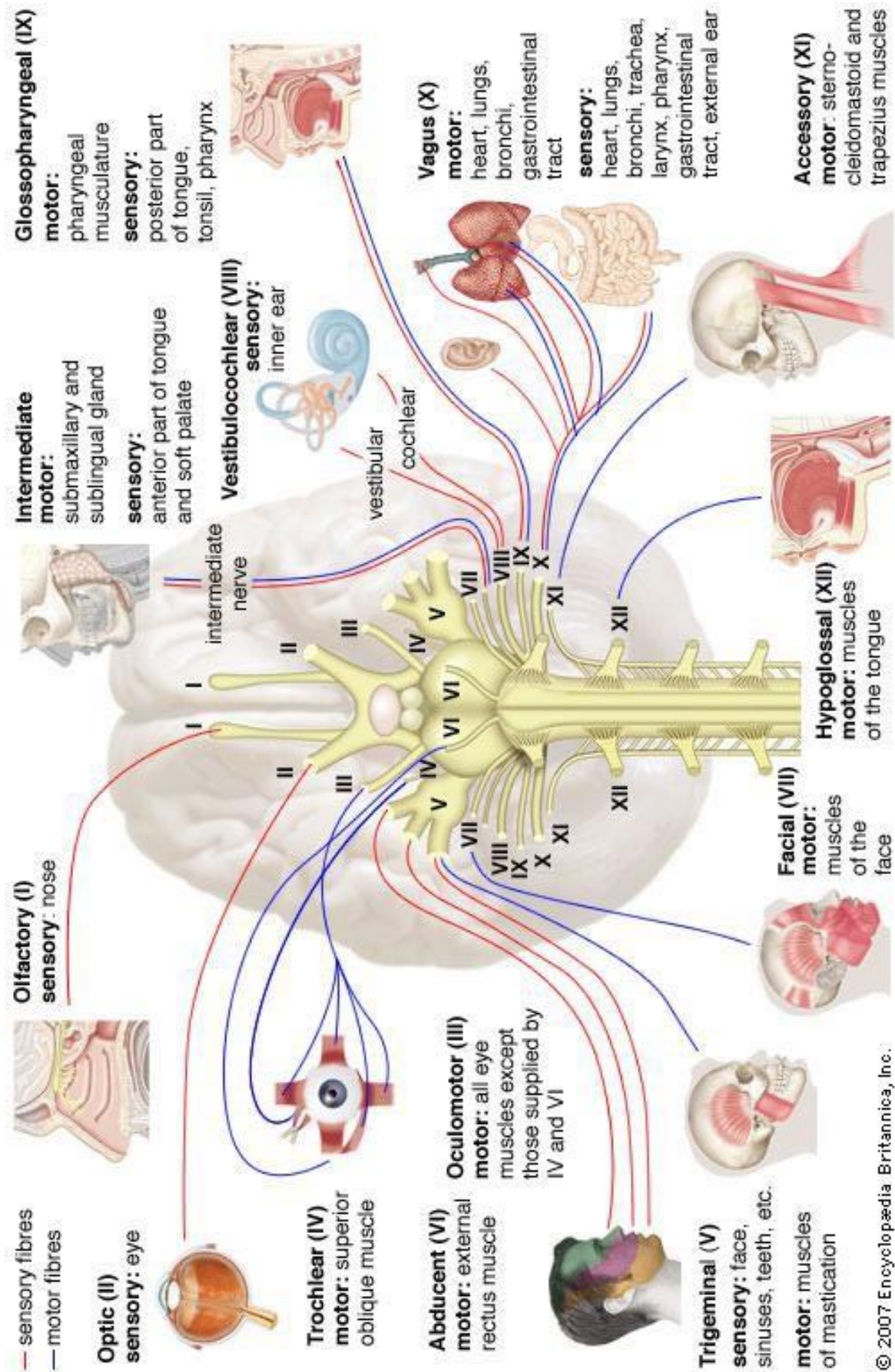


Поперековий переріз стовбура на рівні мосту



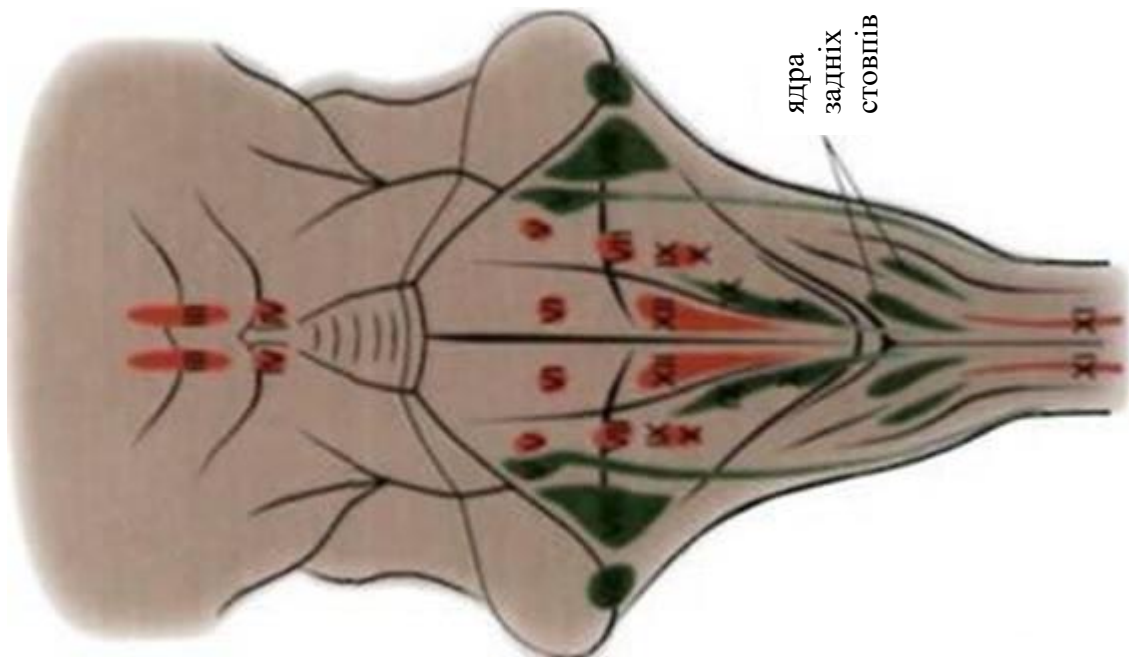
- 1) верхній мозковий парус;
- 2) верхні мозочкові ніжки;
- 3) задній повздовжний пучок;
- 4) центральний тракт поківлі мосту;
- 5) латеральна петля (lemniscus lateralis);
- 6) медіальна петля (lemniscus medialis);
- 7) поздовжні волокна мосту (пірамідний шлях);
- 8) ядро відвідного нерва (VI пара);
- 9) відвідний нерв (VI);
- 10) ядро лицевого нерва (VII пара);
- 11) лицевий нерв (VII) (nervus facialis);
- 12) трійчастий нерв (V) (nervus trigeminus);
- 13) рухове ядро трійчастого нерва;
- 14) мостове ядро трійчастого нерва;
- 15) слиновидільне ядро;
- 16) верхнє слиновидільне ядро;
- 17) четвертий шлуночок.

Черепно-мозкові нерви

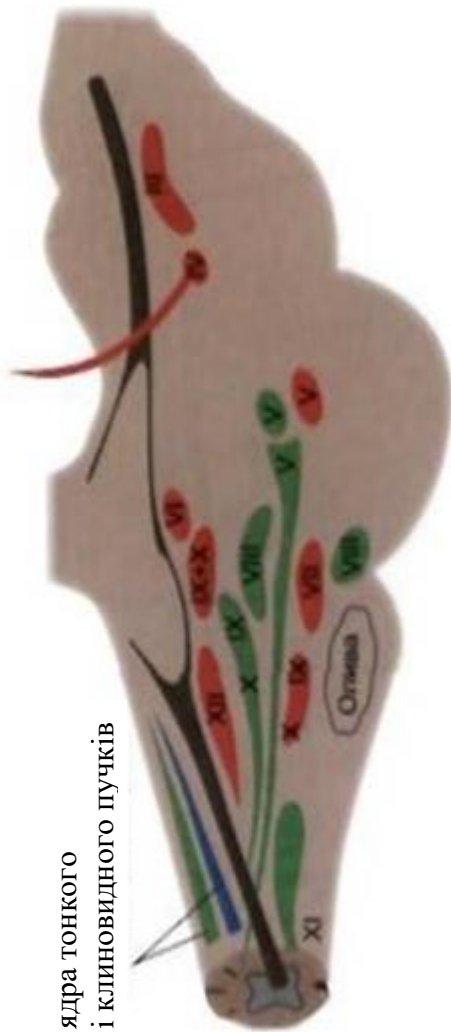


Проекція черепних нервів на ромбовидну ямку

- я. окорухового нерва (III);
- я. блокового нерва (IV);
- я. середньомозкового шляху трійчастого (V) нерва;
- рухове ядро трійчастого (V) нерва;
- мостове я. трійчастого (V) нерва;
- я. відповідного (VI) нерва;
- я. лицевого (VII) нерва;
- ядра присінково-завиткового (VIII) нерва;
- верхнє і нижнє слиновидільні ядра (VII+IX, вегетативні);
- я. під'язикового нерва (XII пара);
- подвійне ядро (IX+X, рухове);
- я. спинномозкового шляху трійчастого (V) нерва;
- додатковий нерв (XI пара);
- ядро одиночного шляху (VII+IX+X, чутливе);
- дорсальне ядро блукаючого (X) нерва;
- спинномозкове я. додаткового (XI) нерва.

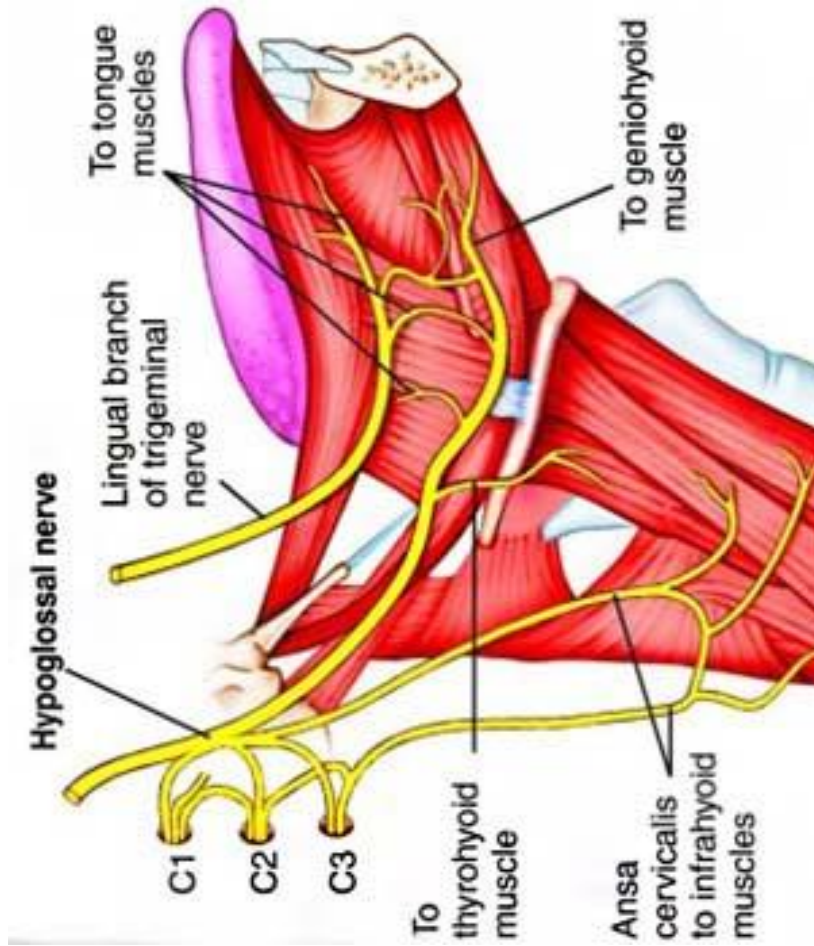


ядра
задніх
стовпів

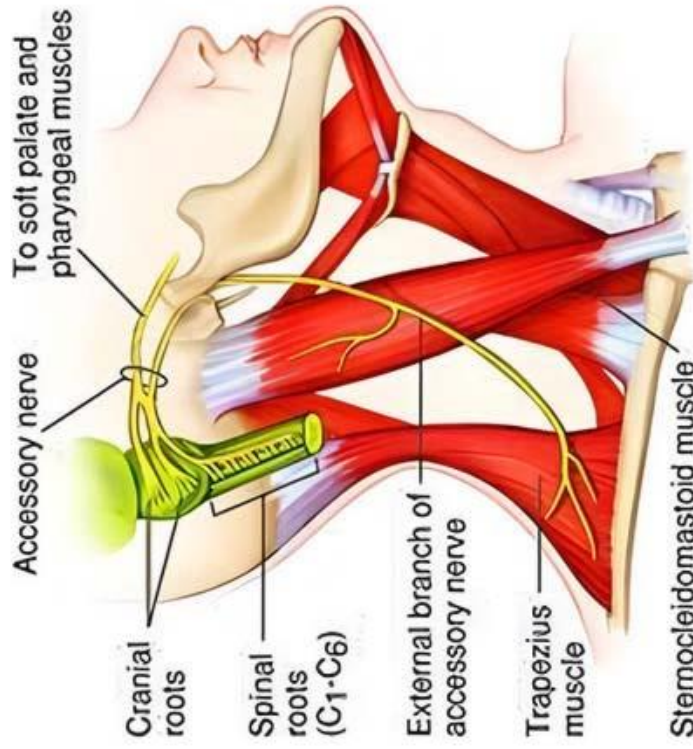


ядра тонкого
і клиновидного пучків

Черепно-мозкові нерви довгастого мозку



Під'язиковий (XII) – руховий (іннервує м'язи язика)



Додатковий нерв (XI) – руховий (іннервує м'язи шиї)

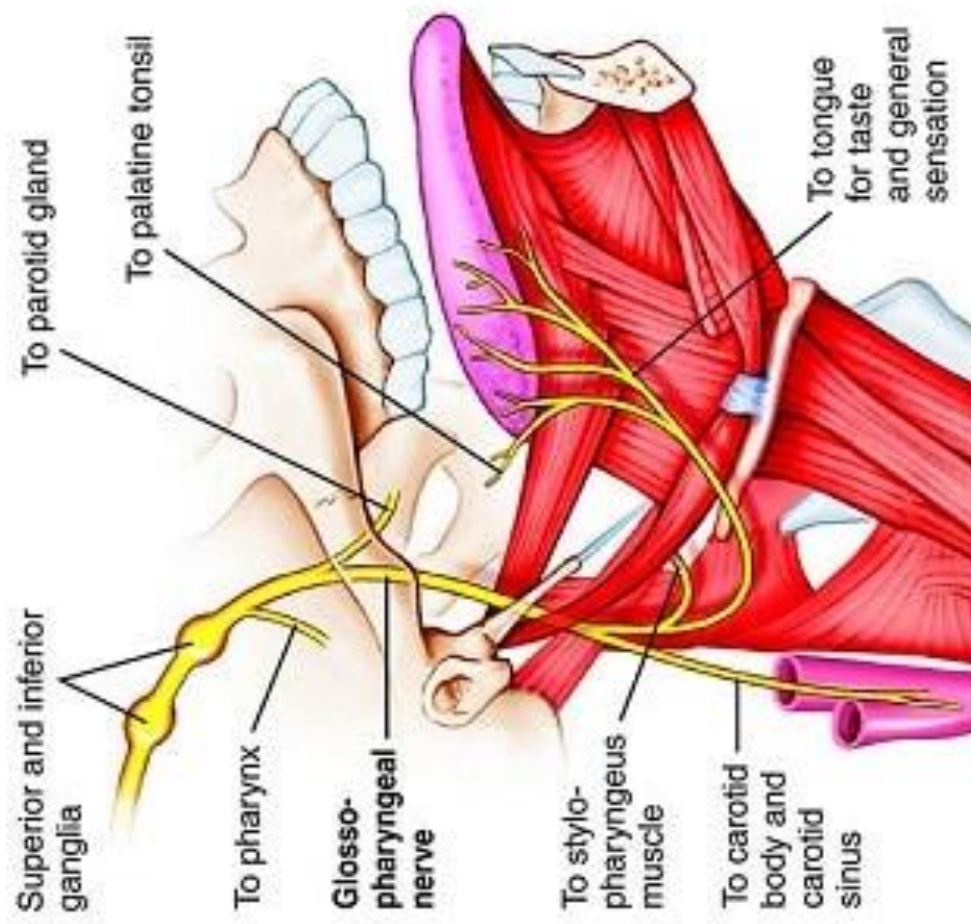
Черепно-мозкові нерви довгастого мозку: блукаючий (X)



Змішаний, має 3 ядра:

- 1) вегетативне (базальне ядро блукаючого нерва) іннервує гортань, стравохід, серце, шлунок, кишечник, травні залози;
- 2) чутливе (ядро поодинокого шляху) отримує інформацію від рецепторів альвеол легенів, ШКТ і інших внутрішніх органів;
- 3) рухове (подвійне ядро) забезпечує послідовність скорочення м'язів глотки, гортані під час ковтання.

Черепно-мозкові нерви довгастого мозку: язико-глотковий (IX)

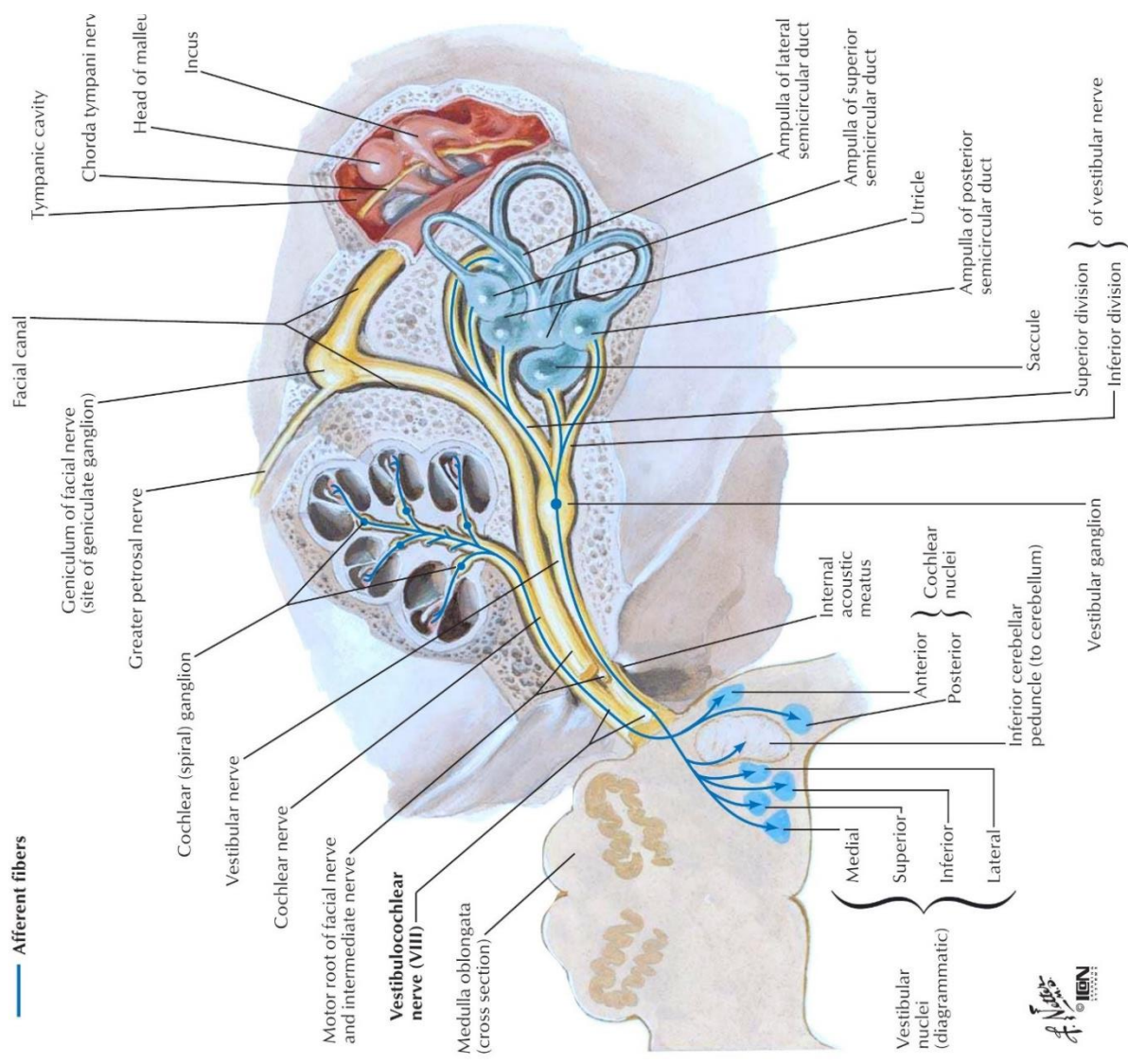


Змішаний, має 3 ядра:

- 1) вегетативне (нижнє слиновидільне ядро) іннервує привушну слинну залозу;
- 2) чутливе (ядро поодинокого шляху) – отримує інформацію від рецепторів смаку задньої третини язика: глотки, піднебіння, мигдалин; від баро- і хеморецепторів каротидного синуса;
- 3) рухове (подвійне ядро) іннервує м'язи глотки і порожнини рота.

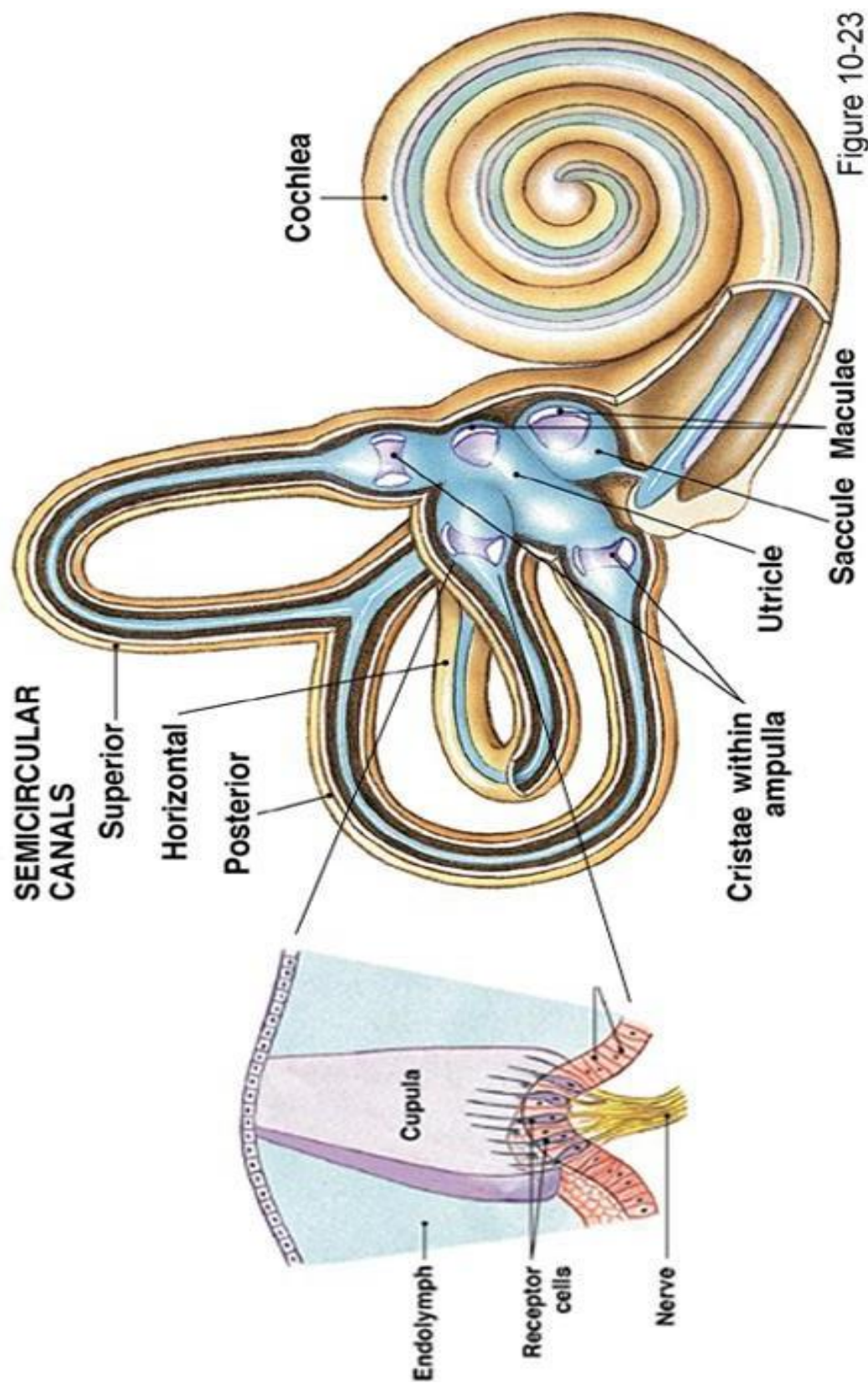
Черепно-мозкові нерви мосту: присінково-завитковий (VIII):

- чутливий;
- завиткова частина отримує інформацію від слухових рецепторів (2 завиткові ядра);
- присінкова частина — від вестибулярних рецепторів (4 присінкові ядра).



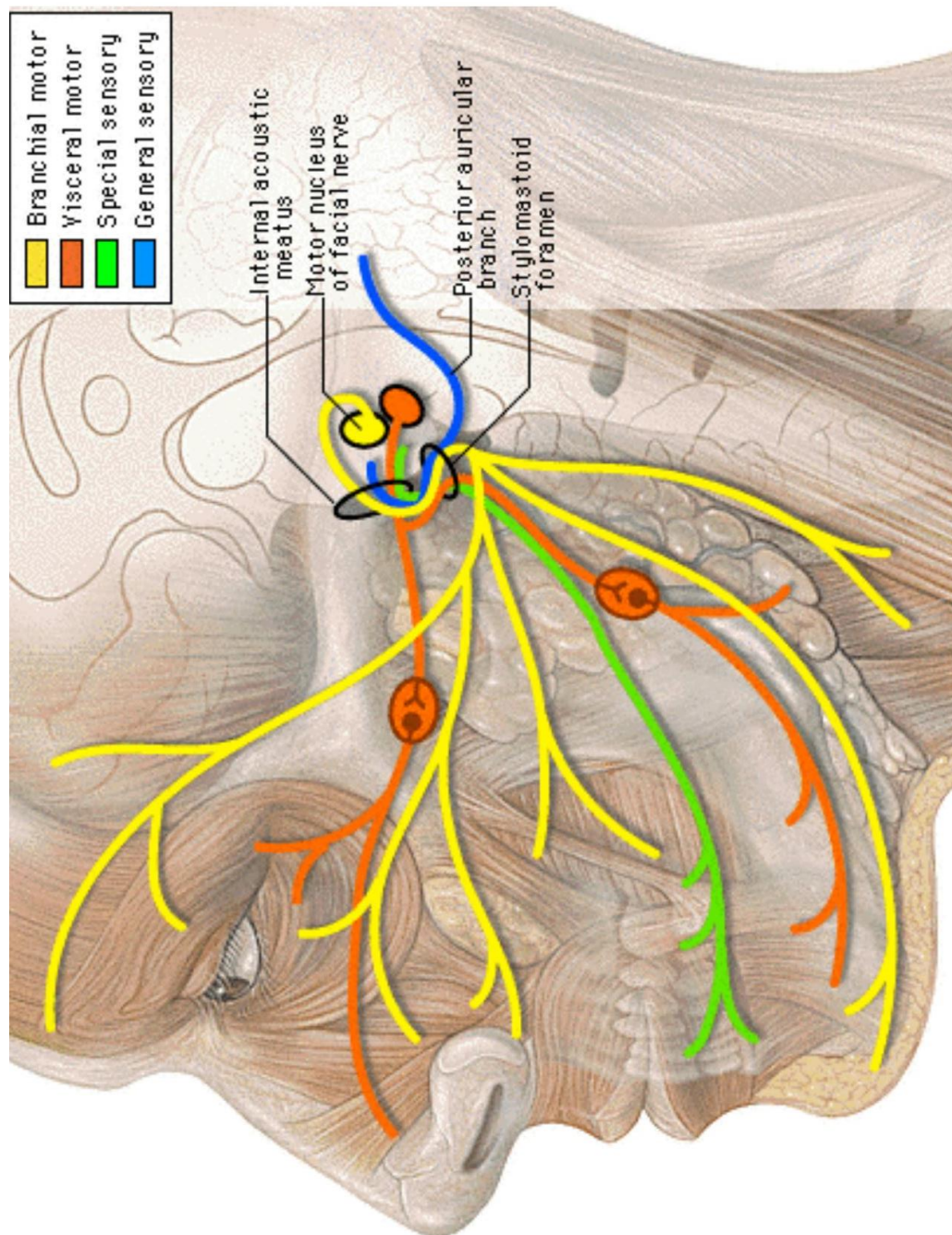
Локалізація вестибулорецепторів

Маточка, мішечок – лінійне прискорення, купули півколових каналів – кутове прискорення.



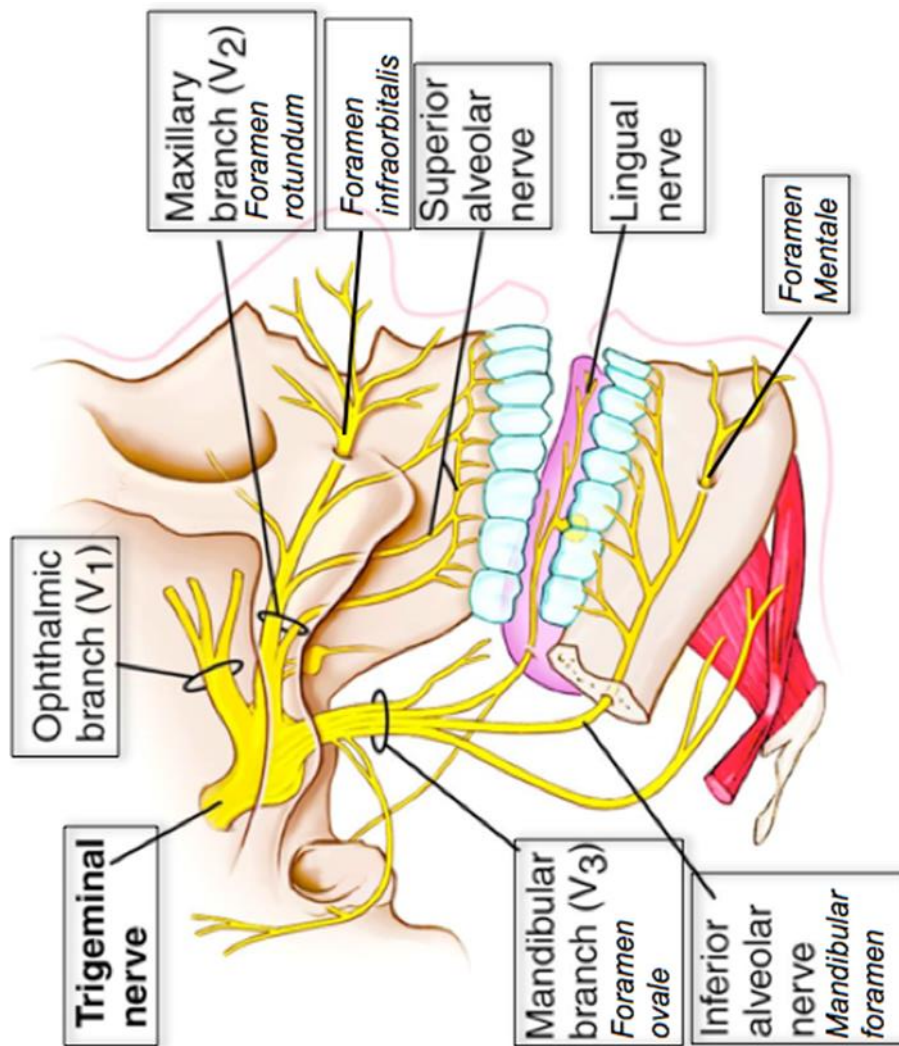
Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Черепно-мозкові нерви мосту: лицевий (VII) змішаний



- 1) рухова (моторне ядро лицевого нерва) – іннервує мимічні м'язи обличчя;
- 2) чутлива частина (ядро поодинокого шляху) – смакові відчуття передніх двох третин язика, чутливість слизової носа та піднебіння. Пропріоцептивна чутливість мимічних м'язів;
- 3) вегетативна частина (верхнє слиновидільне ядро) – секреція слини під'язиковою та підщелеповою залозами, слюзовиділення.

Черепно-мозкові нерви мосту: трійчастий (V) змішаний

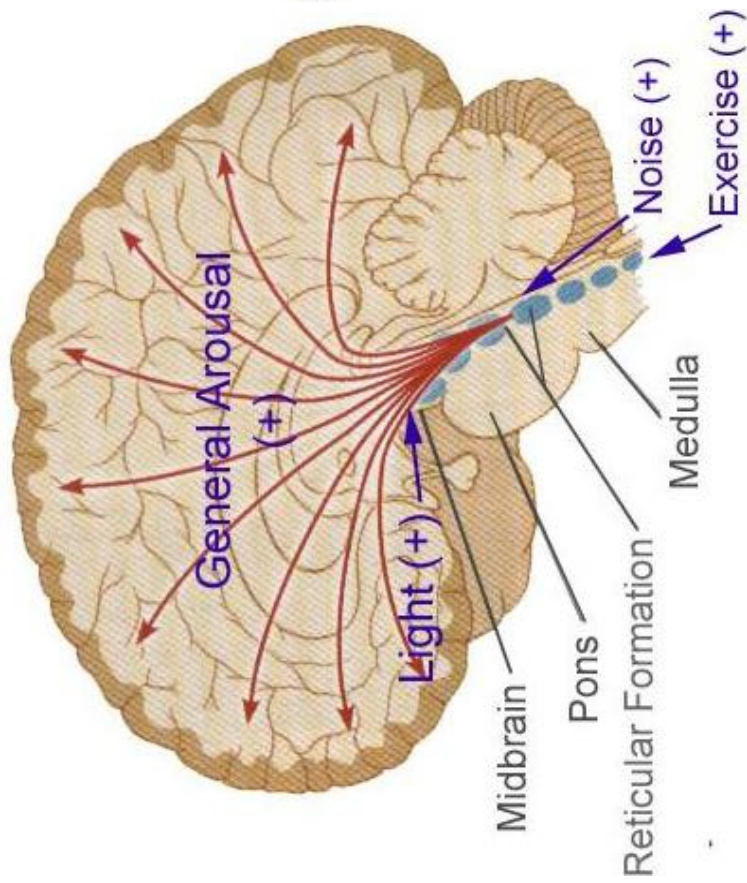


- 1) чутливе ядро трійчастого нерва отримує сигнали від рецепторів шкіри обличчя, передніх відділів волосистої частини голови, слизової оболонки носа і рота, зубів і кон'юнктиви очного яблука;
- 2) рухове ядро трійчастого нерва іннервує жувальні м'язи;
- 3) м'яз, що натягує барабанну перетинку, і м'яз, що натягує піднебінну завіску

Сітчастий утвір стовбура мозку (ретікулярна формація):

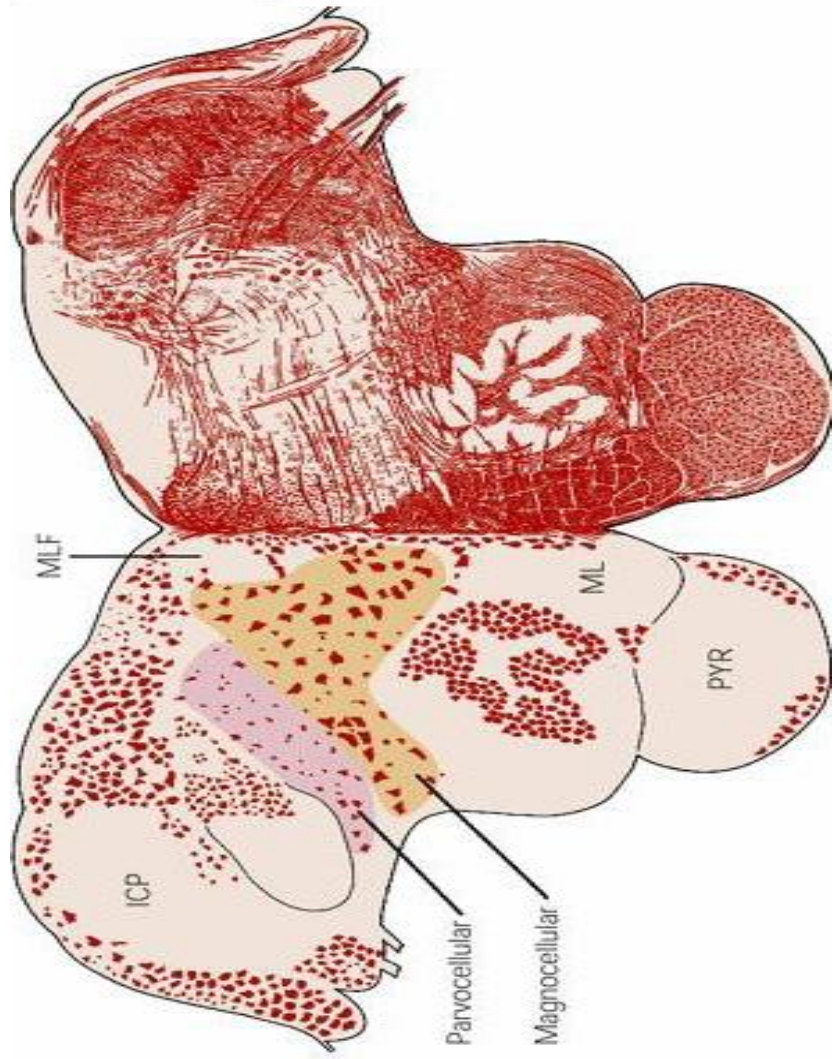
- регулює рівень притомності (ВРАС – висхідна ретикуло-активуюча система);
- контроль рухів (ретикulosпінальні шляхи);
- контроль автономних функцій (ЧСС, арт. тиск, дих. центр);

модуляція больових відчуттів (ЦСР).



Сітчастий утвір довгастого мозку (ретікулярна формація)

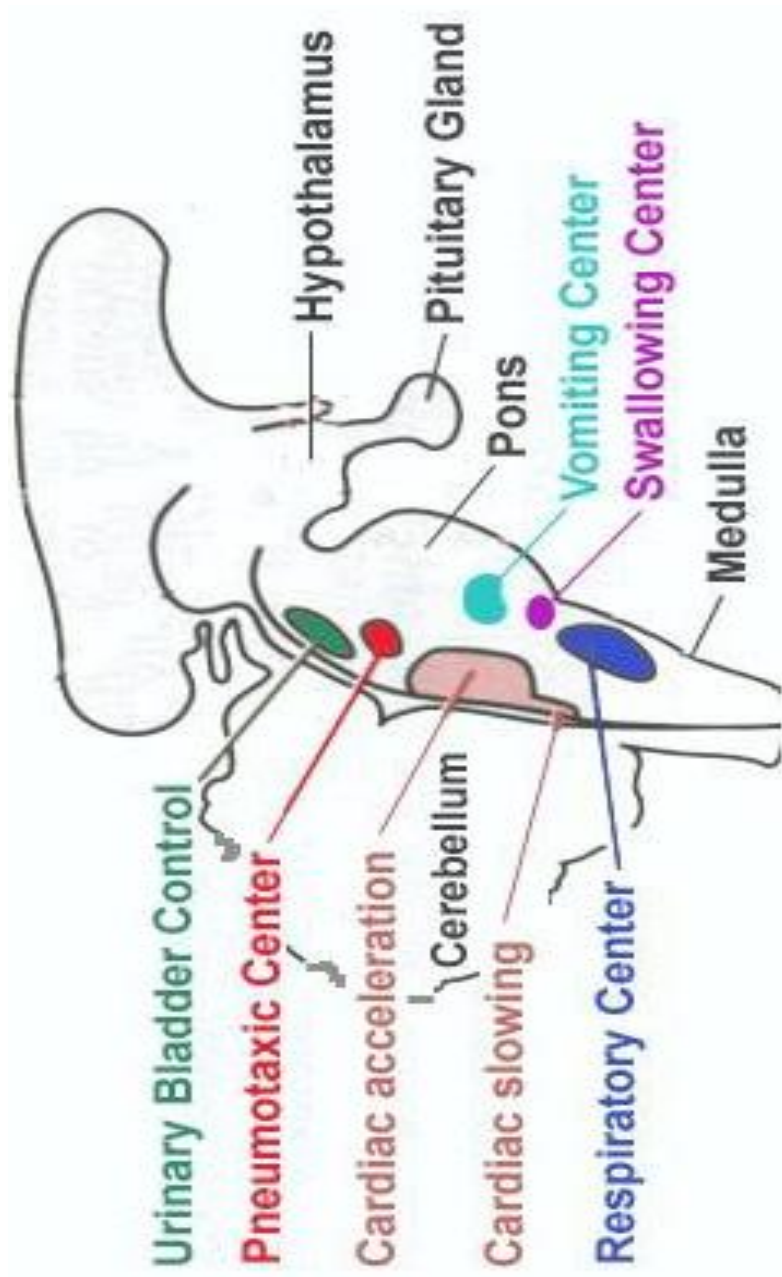
Розташування нейронів сітчастого утвору (дрібноклітинна і крупноклітинна частини)



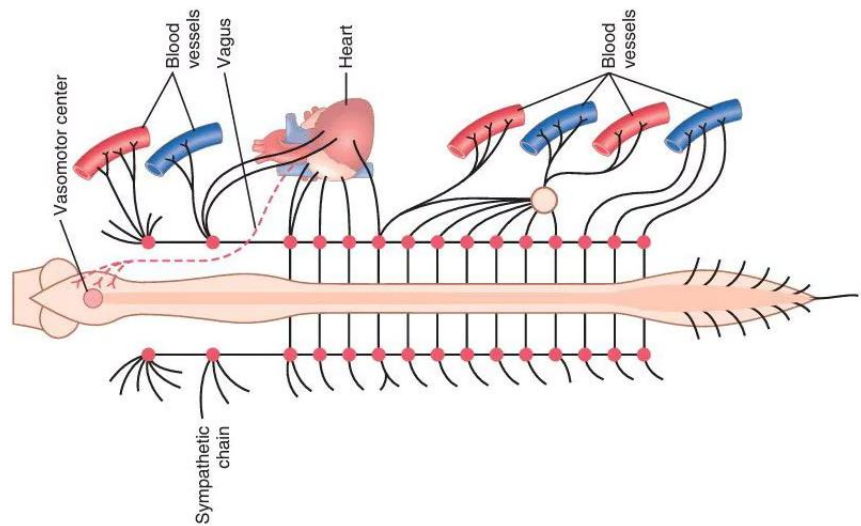
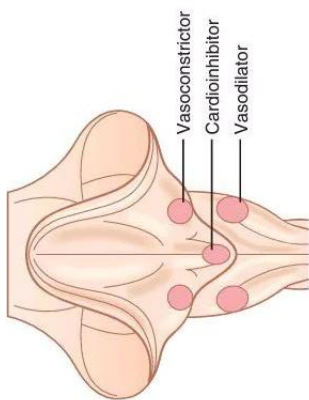
Регуляторні центри стовбура мозку

Довгастий мозок: дихальний центр, ковгання, блювання, судинно-руховий центр.

Міст: пневмотаксичний центр.



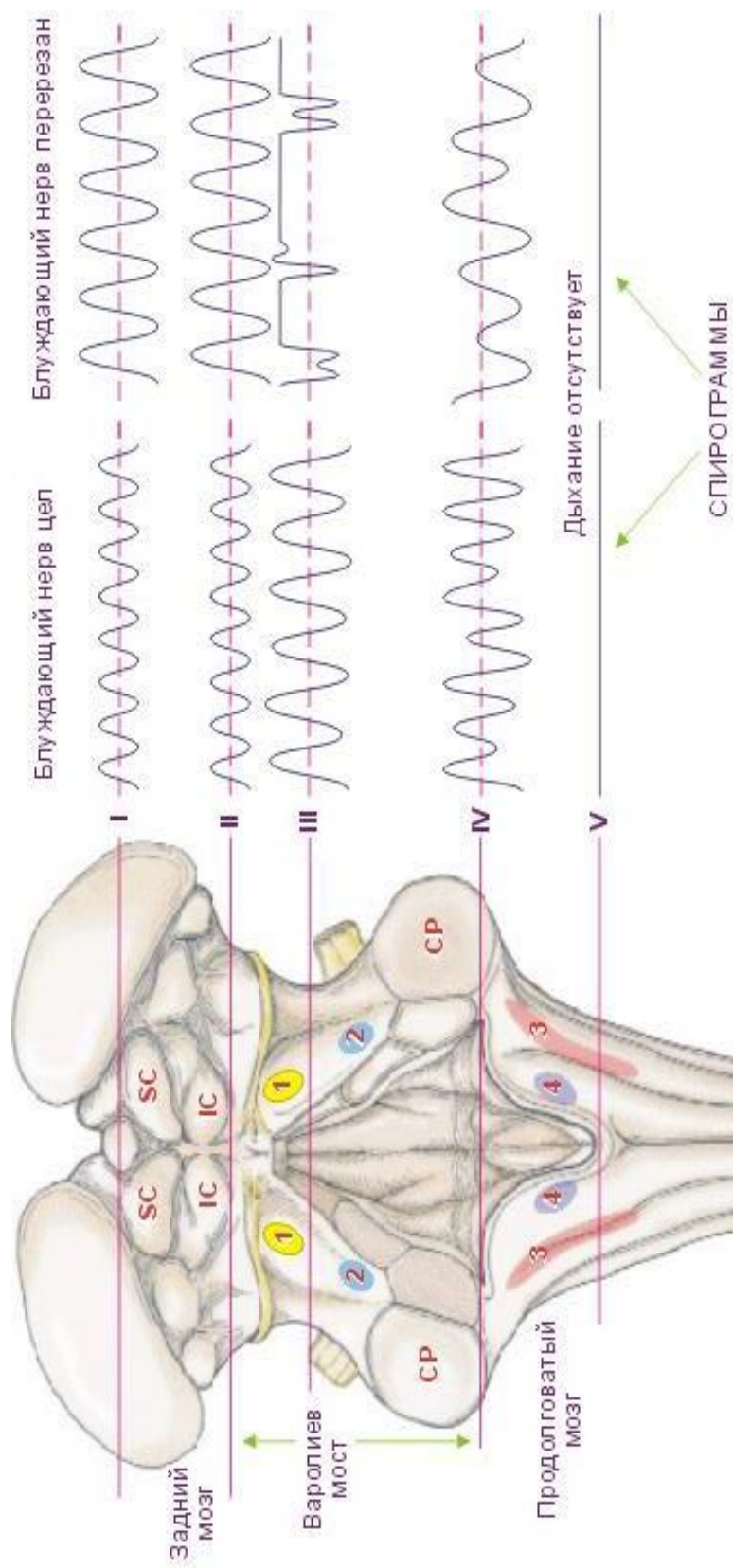
Судинно-руховий центр



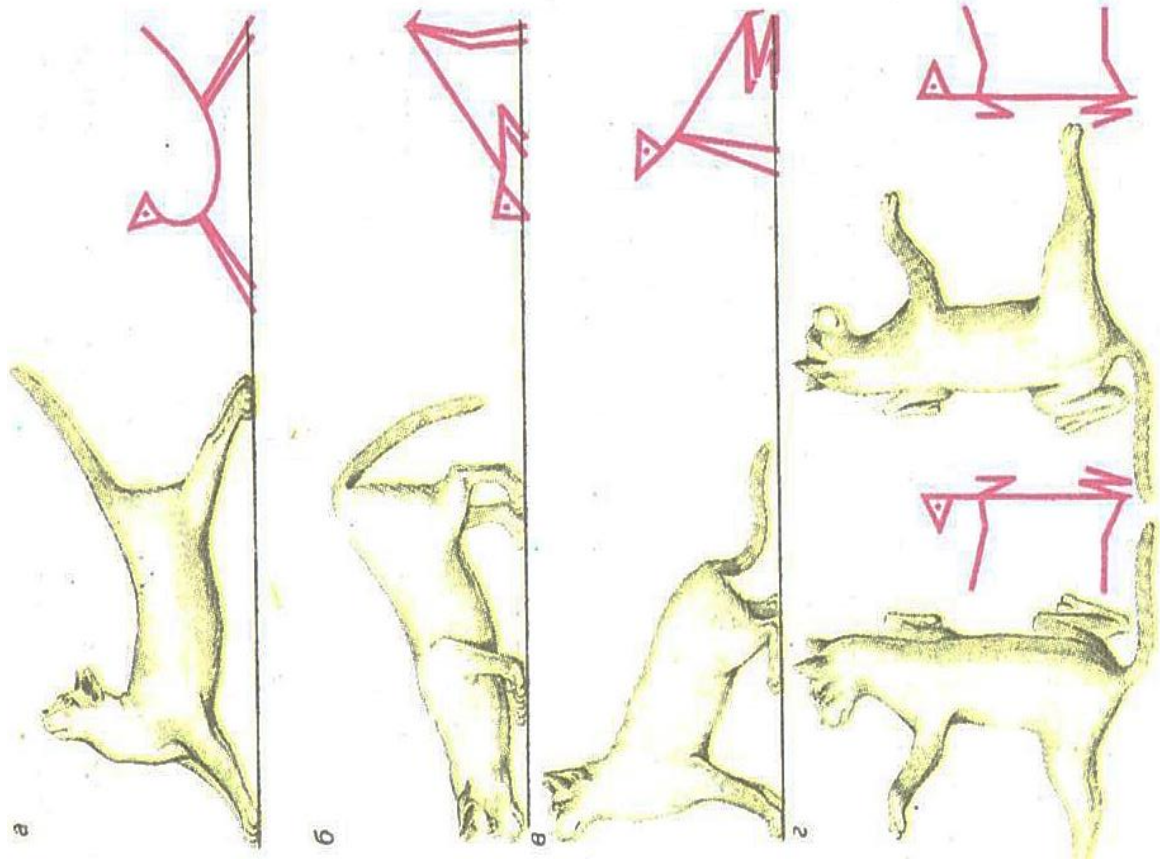
- Аферентні входи до СРЦ від барорецепторів дуги аорти та каротидного синуса у складі IX, X ЧМН.
- Еферентні виходи ретикулоспінальним шляхами → передвузлові нейрони симпатичної системи в бічних рогах спинного мозку → післявузлові нейрони → судини, серце.
- Регуляція артеріального тиску і ЧСС.

Структура дихального центру

1. Пневмотоксичний центр.
2. Апнейстичний центр.
3. Вентральна група нейронів (експ.+інсп.).
4. Дозальна група нейронів (інсп.).



Позові рефлекси заднього мозку

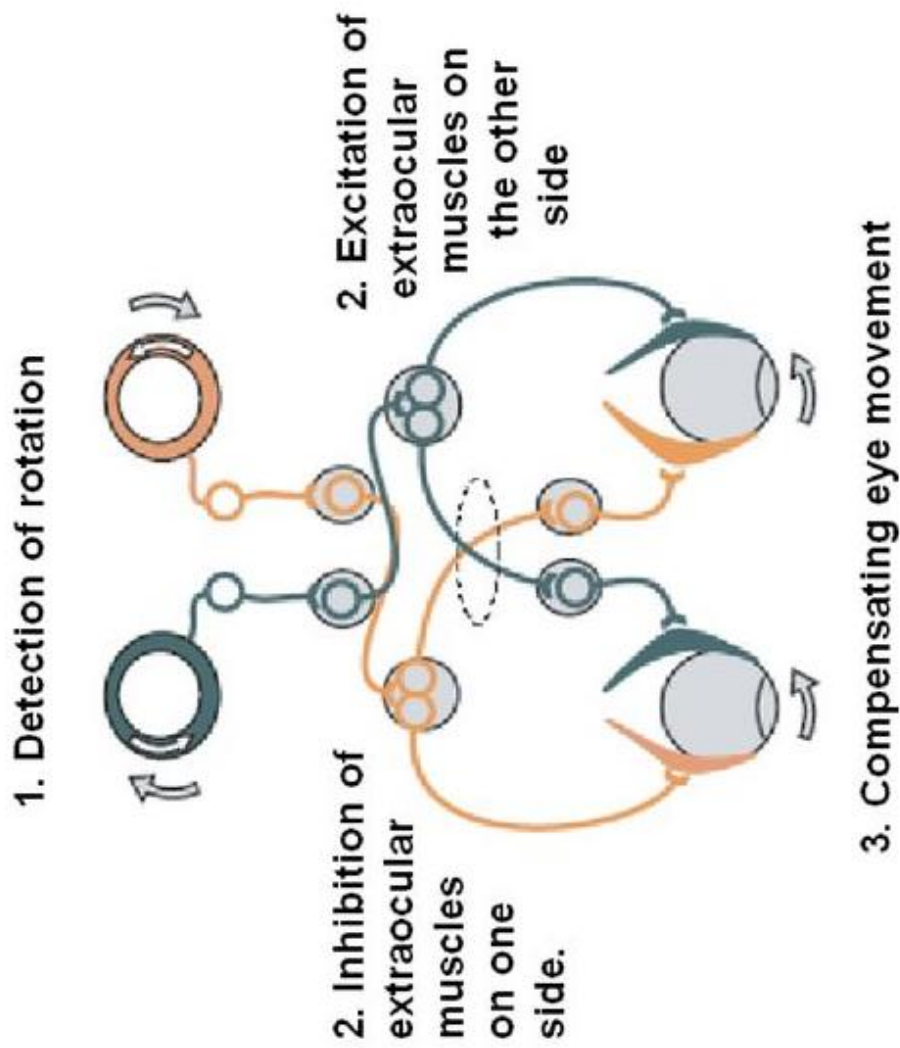


(а) – децеребраційна ригідність (перерізка нижче червоних ядер) → + тонус розгиначів;
(б, в, г) – шийні тонічні рефлекс.

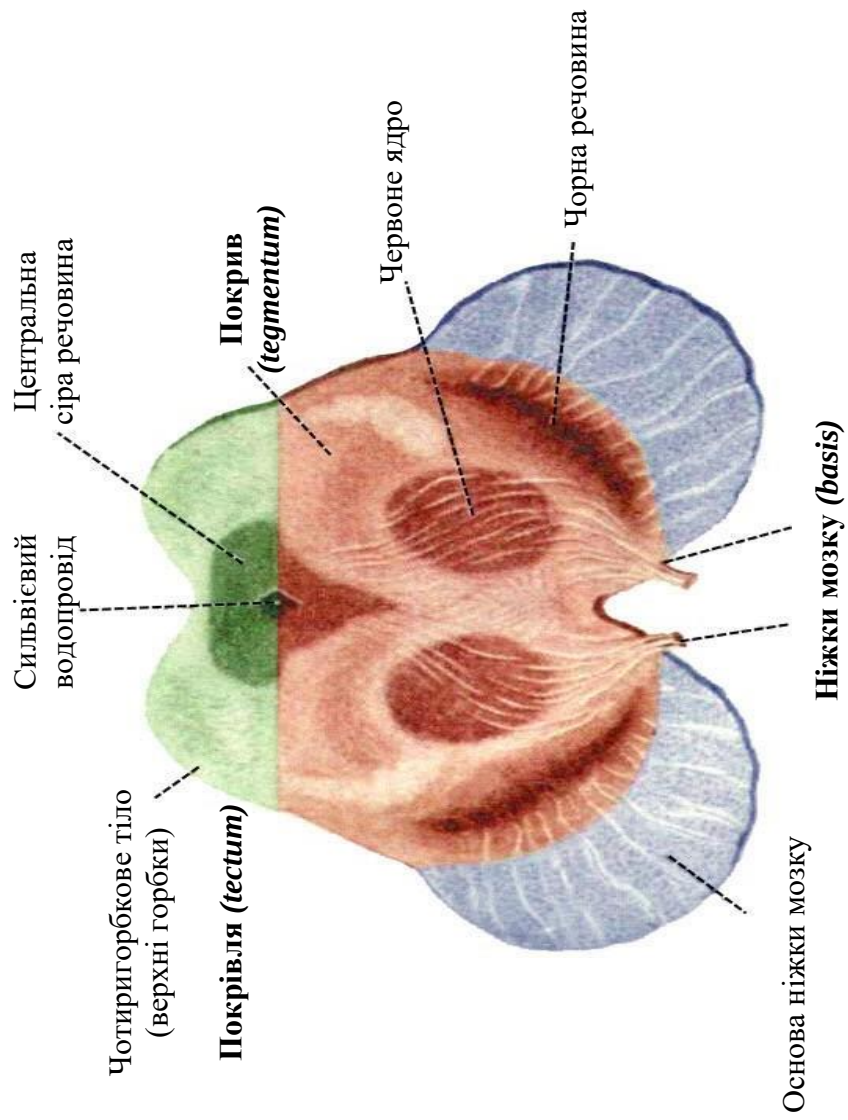
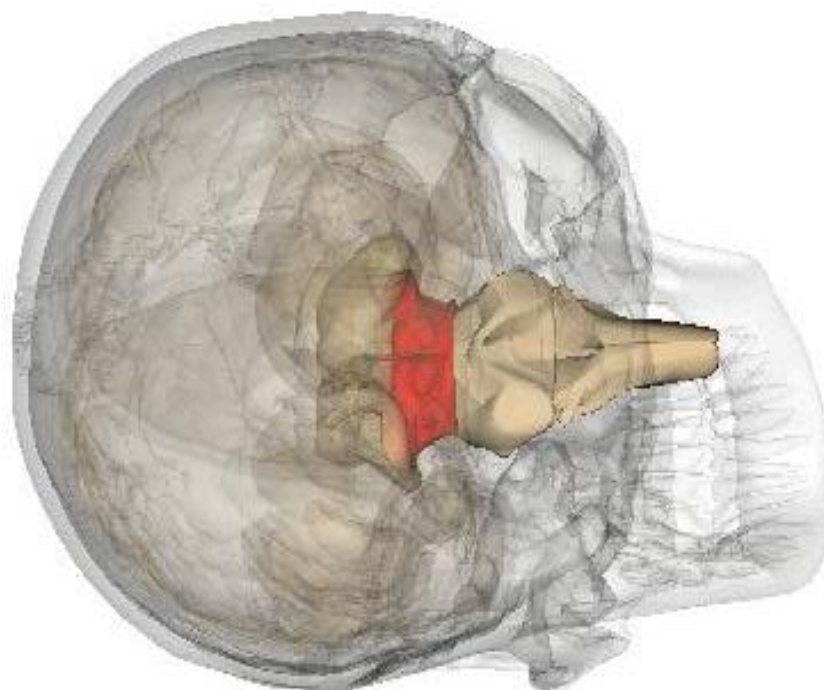
Пропріорецептори шиї → довгастий мозок → низхідні шляхи → МН спинного мозку → м'язи + рухове ядро відповідного нерва → рух очей.

Вестибуло-окулярний рефлекс

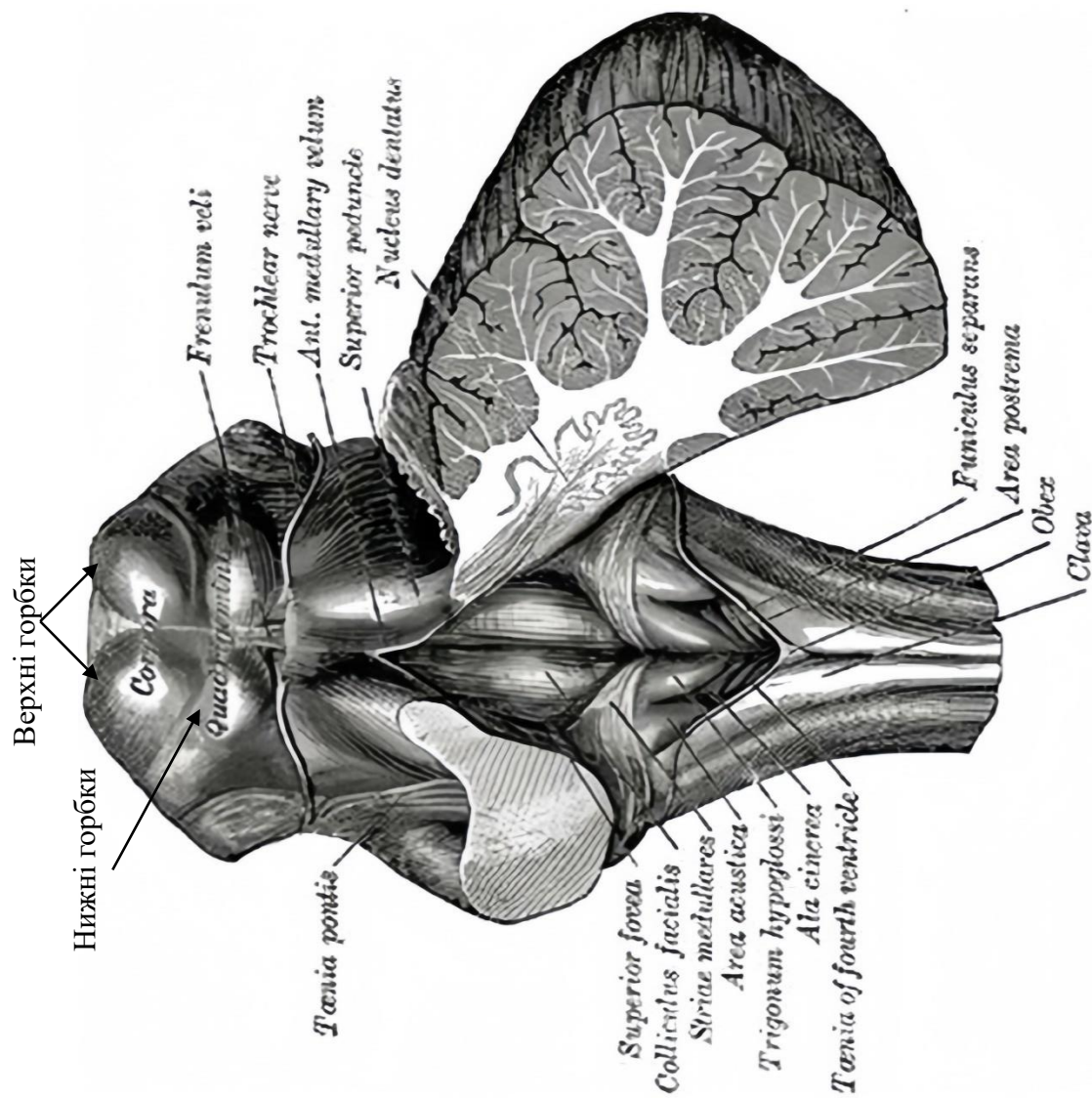
Рецептори напівколових каналів → вестибулярний нерв (8 пара) → вставні нейрони → відвідний (6) і окоруховий (3) нерви → бічний прямий і медіальний прямий м'язи ока відповідно: ністагм сприяє збереженню нормальної зорової орієнтації під час зміни положення голови.



Середній мозок (*mesencephalon*)



Покрівля: чотиригорбкове тіло



Верхні горбки – підкіркові центри зору:

- орієнтовний рефлекс («що таке?»);
- старт-рефлекс;
- бінокулярний зір;
- інтегративний центр рухів очей (саккади, фіксація на об'єкті, слідування за рухомим об'єктом).

Нижні горбки – підкіркові центри слуху:

- локалізація джерела звуку (бінауральний слух);
- насторожування і поворот вушних раковин.



Старт-рефлекс

Реакція здригання (*startle response*) виникає під час дії нового неочікуваного подразника (різкий звук, спалах світла, рух біля обличчя).

Виявляється в:

- різкому скороченні м'язів рук і ніг, миттєвому русі від подразника, морганням, змінами тиску, ЧСС і дихання.
- Гіперрефлексія під час посттравматичного синдрому.
- Замикається на рівні покрівлі середнього мозку (чотиригорбкове тіло).
- У немовлят від 34 тижня вагітності до 4–5 місяців (рефлекс Моро) – безумовний рефлекс (здригання, розведення рук, згинання рук, плач).



Окоруховий нерв (III пара)

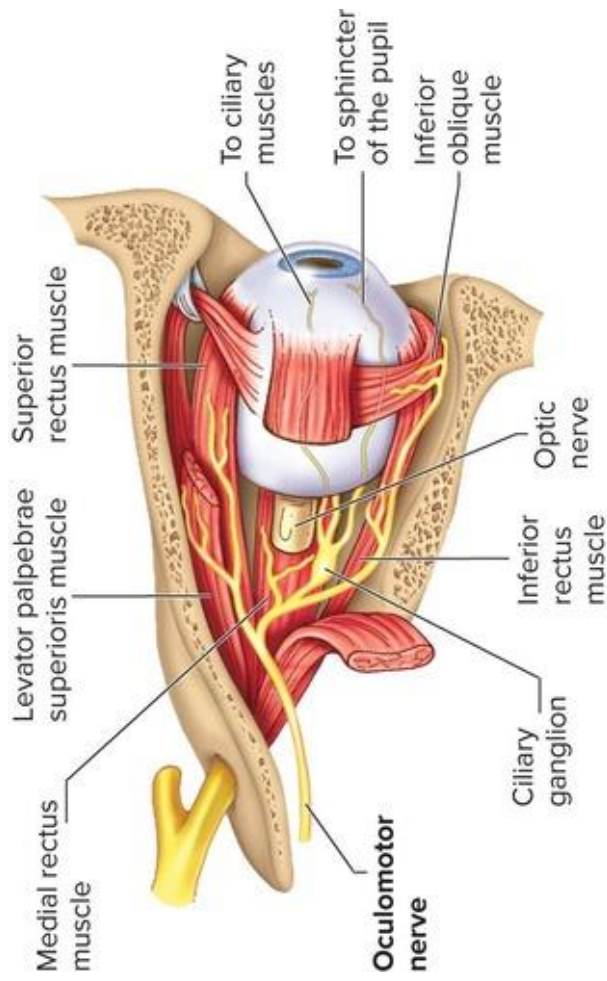
Змішаний, має 5 ядер у покриві середнього мозку.

Рухова частина:

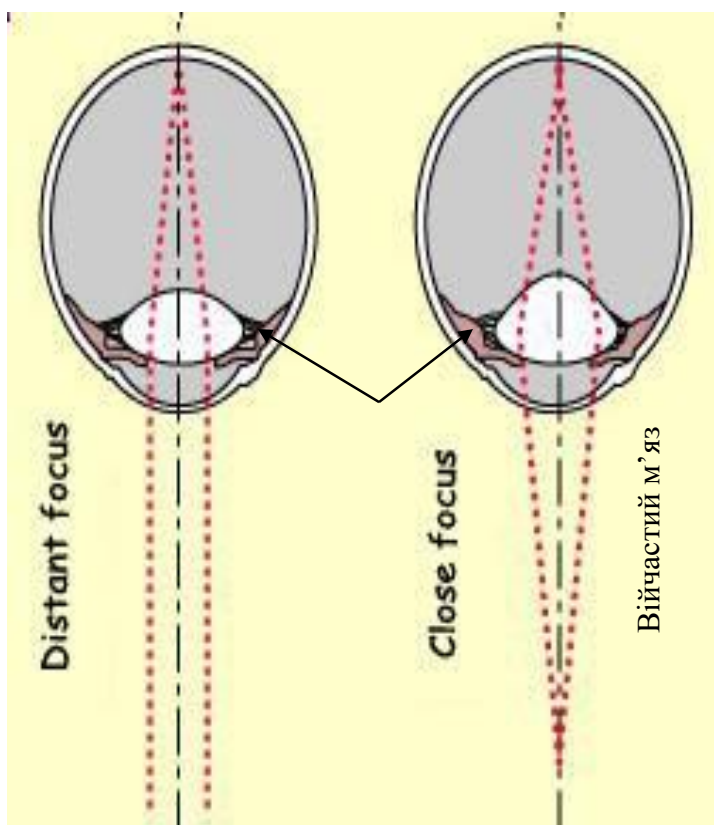
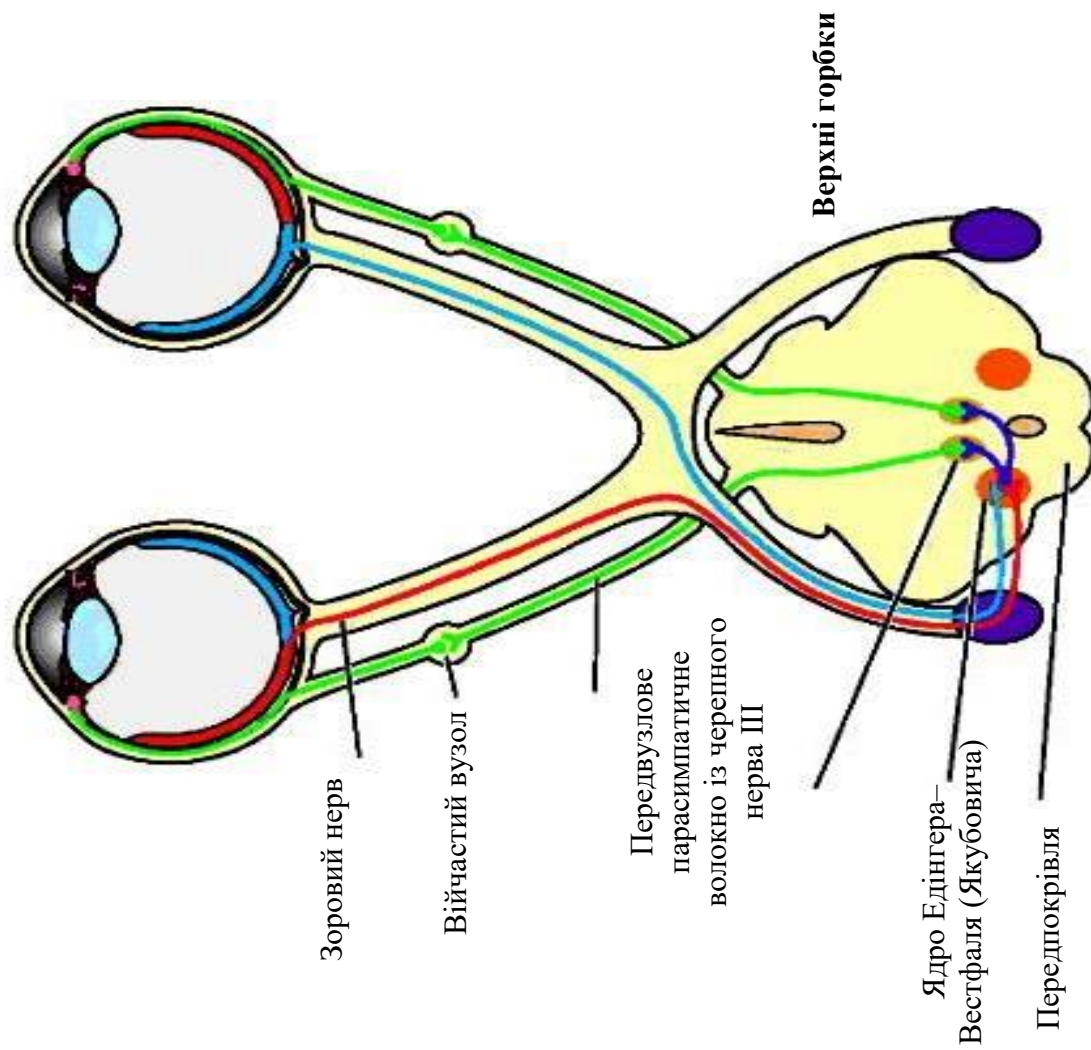
- 1) м'язи очного яблука;
- 2) піднімання верхньої повіки;
- 3) конвергенція очей.

Вегетативна (парасимпатична) – ядро Якубовича:

- 1) звуження зіниці;
- 2) акомодация кришталика.

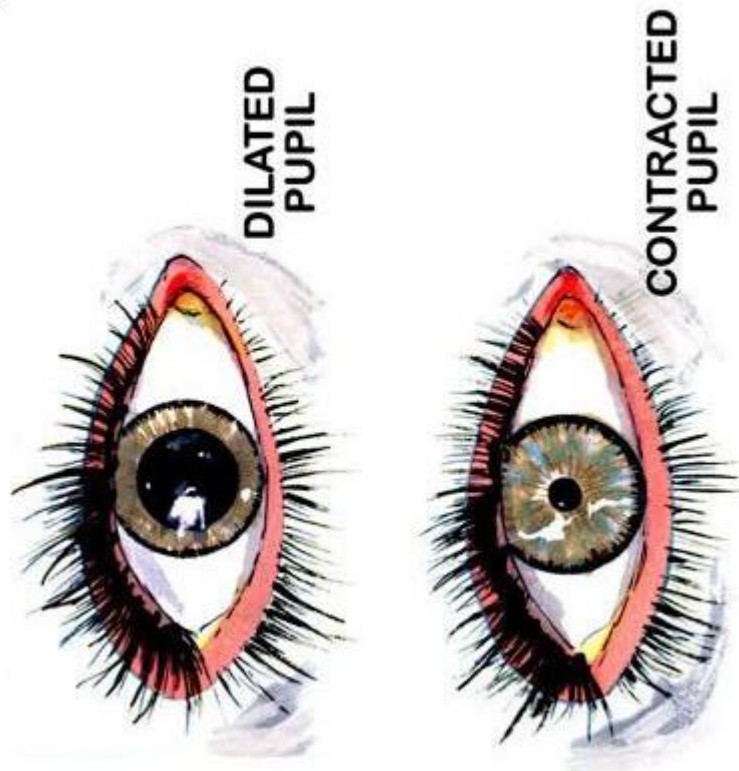


Іннервація акомодційного апарату ока (окоруховий нерв)



Чітке бачення близько розташованих предметів завдяки скороченню війчастого м'яза (ІІІ пара ЧМН) і збільшенню опуклості кришталика.

Зіничний рефлекс

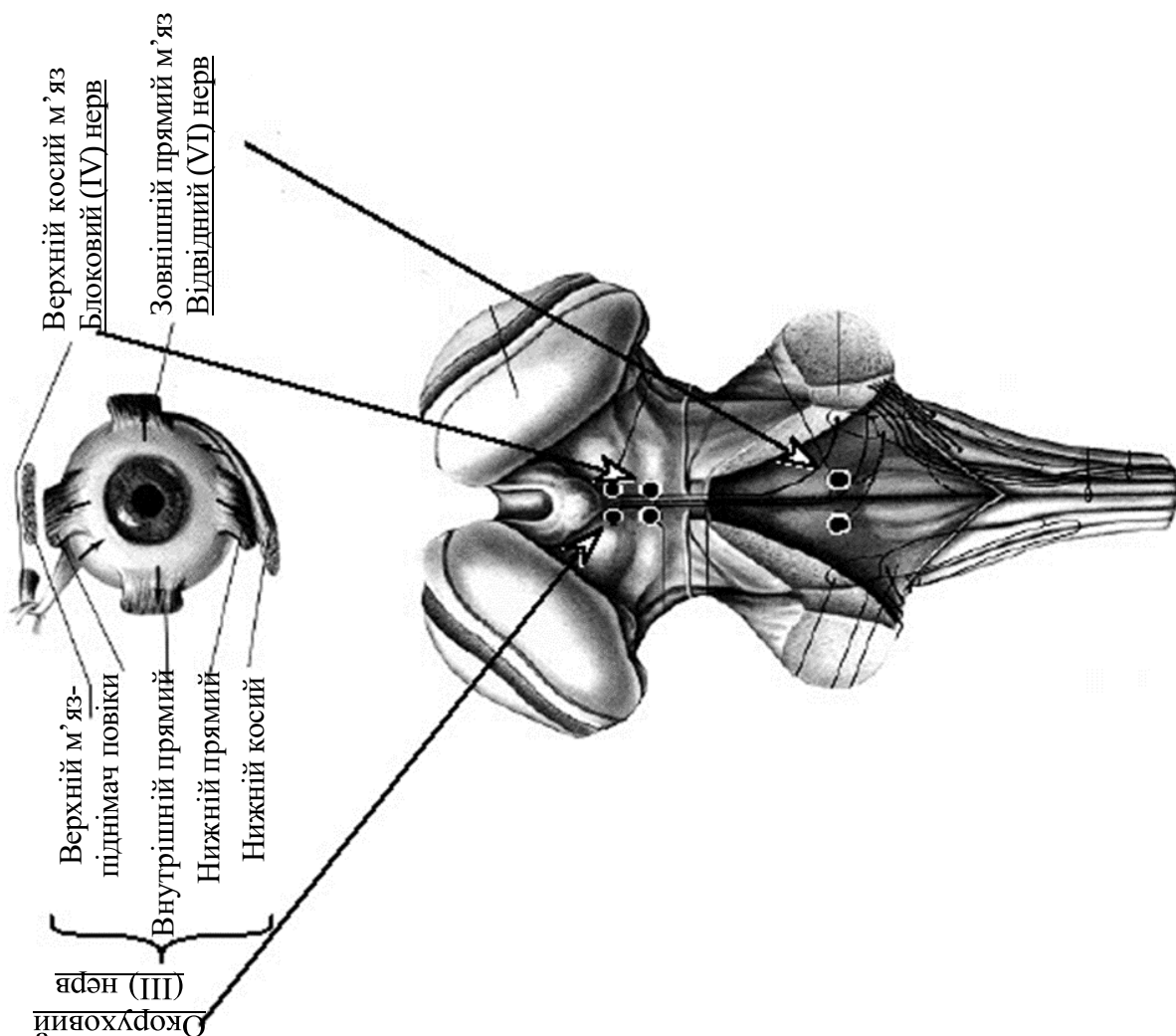


Зміна діаметра зіниці у відповідь на зміну освітлення. Звуження зіниці під час $\uparrow$ світла забезпечується парасимпатичною частиною окорухового (III) нерва, який іннервує м'яз-сфінктер зіниці у райдужці.

Дуга рефлексу (Сітківка $\rightarrow$ Зоровий нерв $\rightarrow$ Зоровий перехрест $\rightarrow$ Зоровий тракт $\rightarrow$ передпоківля) $\rightarrow$ 2° (ядро Едінгера-Вестфалія) $\rightarrow$ 3°.

(Окоруховий нерв $\rightarrow$ Війчастий ганглії) $\rightarrow$ 4° постгангліонарне війчасте волокно $\rightarrow$ м'яз-сфінктер зіниці у райдужці).

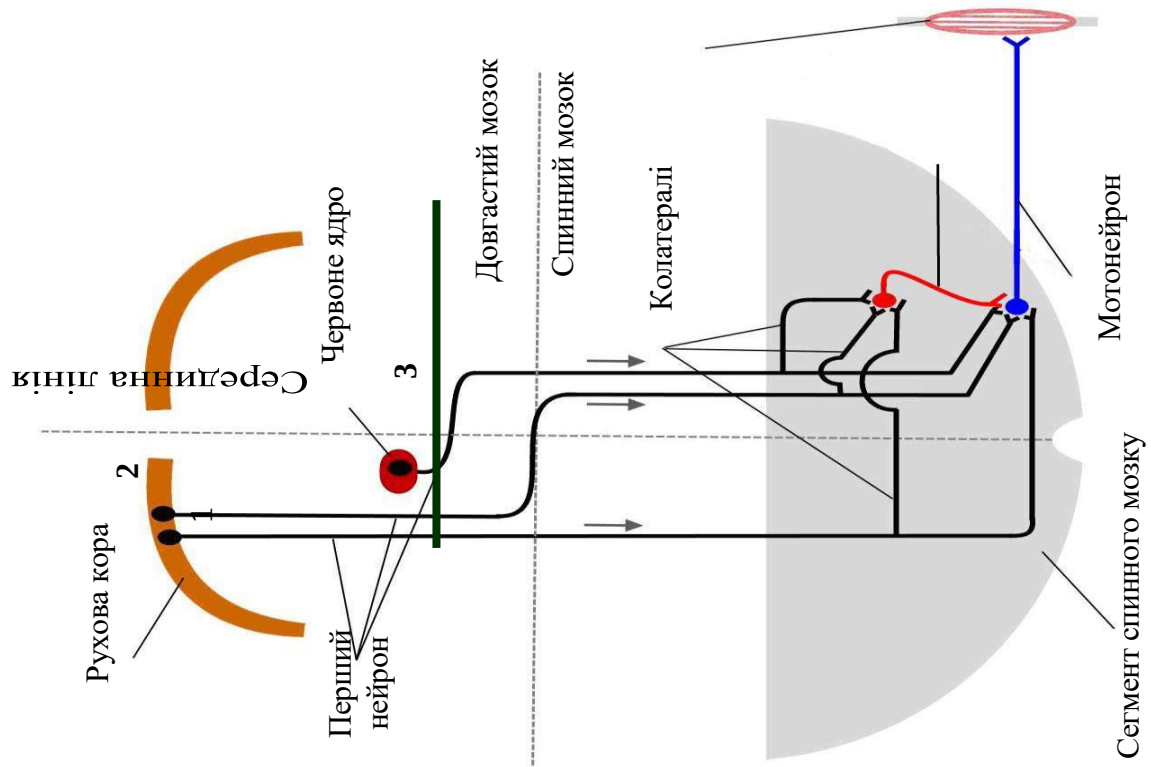
Іннервація м'язів очного яблука



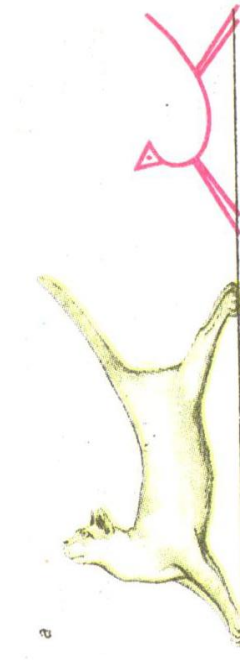
- Окоруховий нерв (III) – ядро в середньому мозку – 4 м'язи ока.
- Блоковий нерв (IV) – ядро в середньому мозку – верхній косий м'яз ока.
- Відвідний нерв (VI) – ядро в мості – зовнішній прямий м'яз ока.

Усі ці мотонейрони керуються із центру контролю погляду ретикулярною формацією стовбура та 8 поля лобової кори.

Червоноядерно-спинномозковий шлях

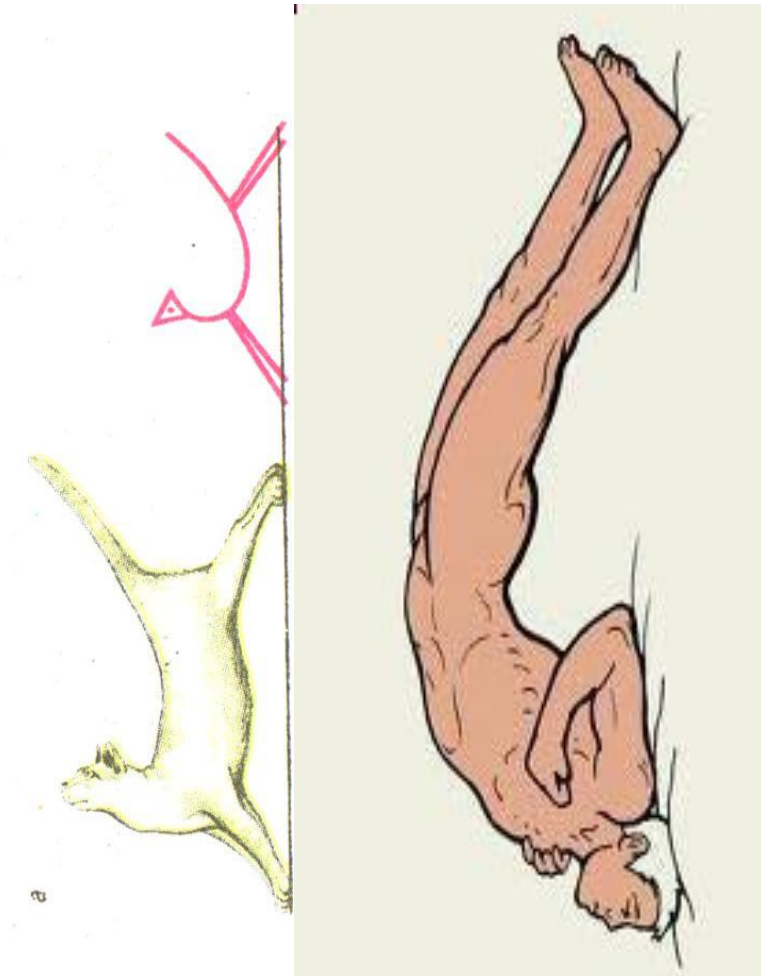


- Складники «екстрапірамідної системи» мозку:
- + мотонейрони м'язів-згиначів;
 - – мотонейрони м'язів – розгиначів (антигравітаційних).



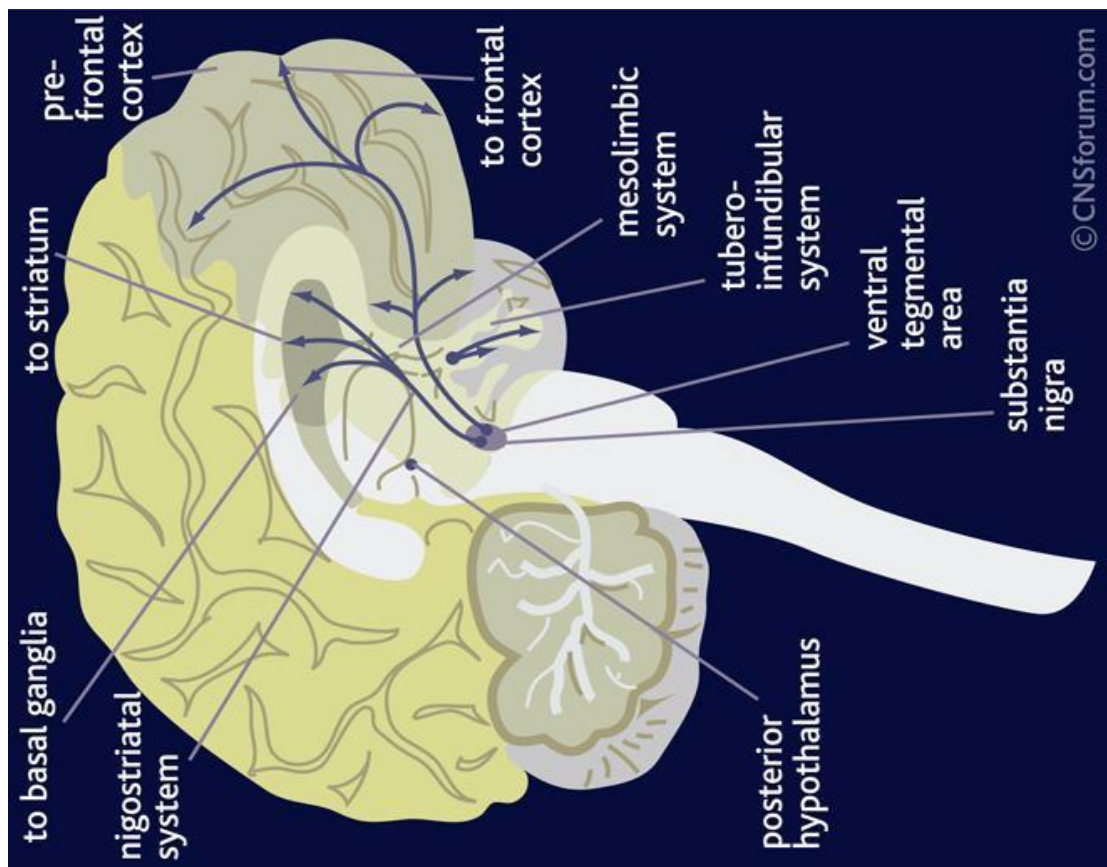
Червоні ядра

Під час перерізки нижче червоних ядер → децеребраційна ригідність (підвищення тонуусу антигравітаційних м'язів).



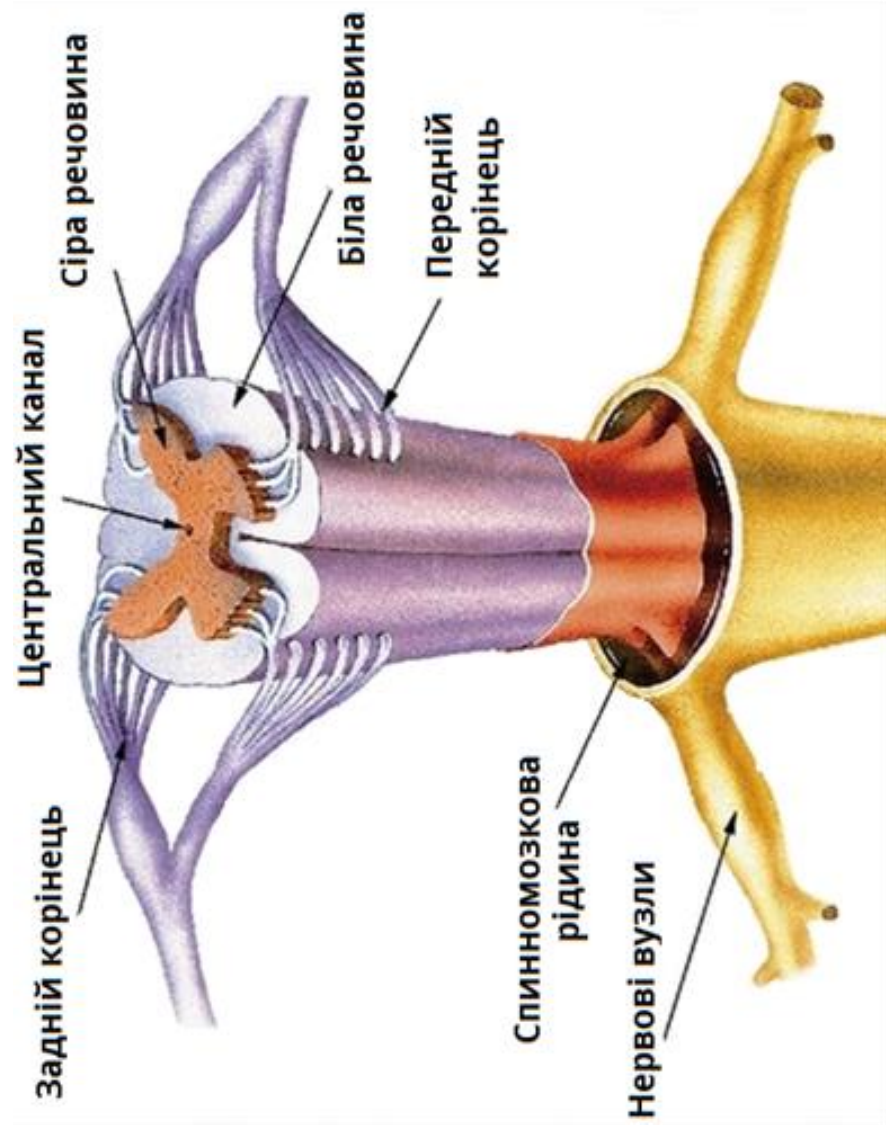
Чорна субстанція:

- сукупність нейронів, пігментованих **меланіном**;
- функціонально належить до базальних гангліїв;
- **сітчаста частина** – передає сигнали від базальних гангліїв до таламуса і верхніх горбків чотиригорбкового, тіла (ГАМКергічні нейрони) – **саккадичні рухи очей**;
- **компактна частина** – контроль рухів, навчання нових рухів, просторова пам'ять;
- дофамінергічні нейрони до хвостатого ядра;
- у разі порушення – хвороба Паркінсона (тремор, акінезія, ригідність).

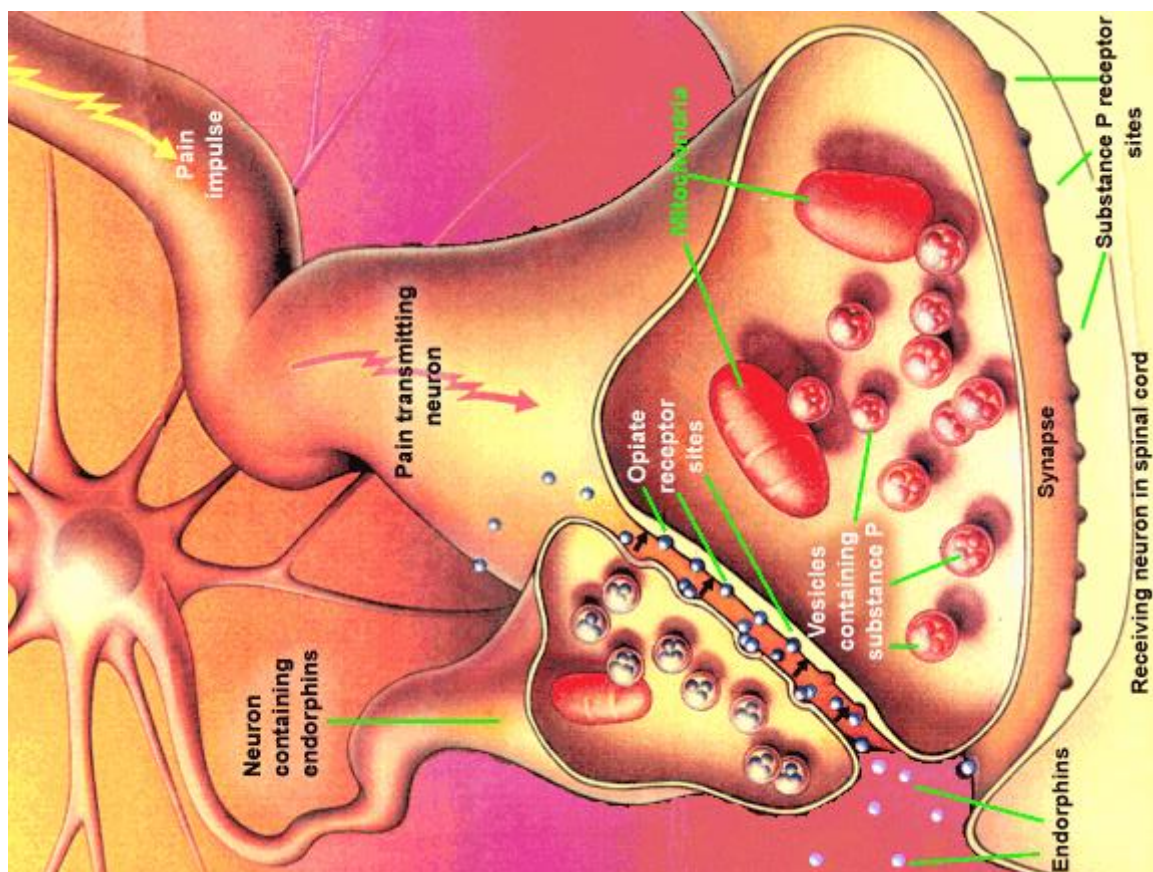


Центральна сіра речовина (частина антибольової системи мозку)

Стимуляція ЦСР активізує нейрони, які виділяють еніфромін → ядра шва в мості → серотонін → задні роги спинного мозку → ендкефалін, динорфін → блокування передачі інформації від больових рецепторів по висхідних спіноталамічних шляхах.

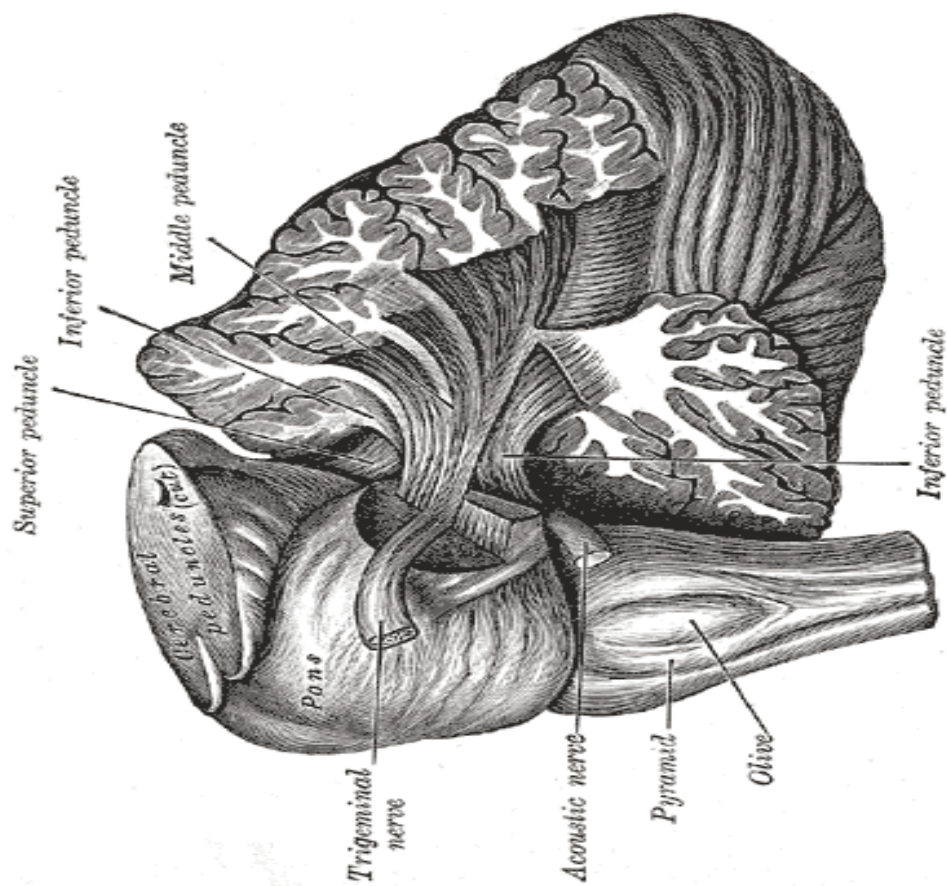


Механізми анальгезії в задніх рогах спинного мозку

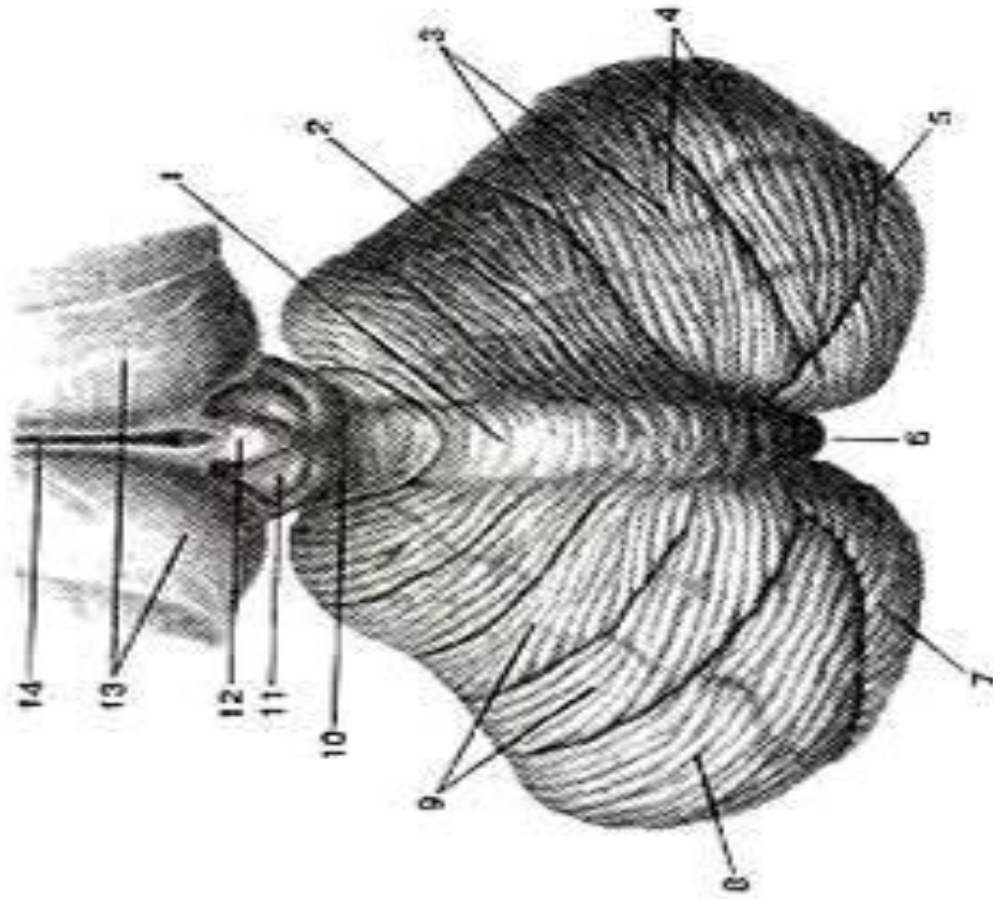


70 % рецепторів до ендорфіну та енкефаліну знаходяться на пресинаптичній мембрані ноцицепторів. Більшість больових сигналів блокується до того, як вони надходять у задній ріг. Ці сигнали ослаблюються динорфіном у спинному мозку внаслідок гіперполяризації інтернейронів. Показані ділянки зв'язування різних анальгетиків.

Мозочок, вигляд збоку

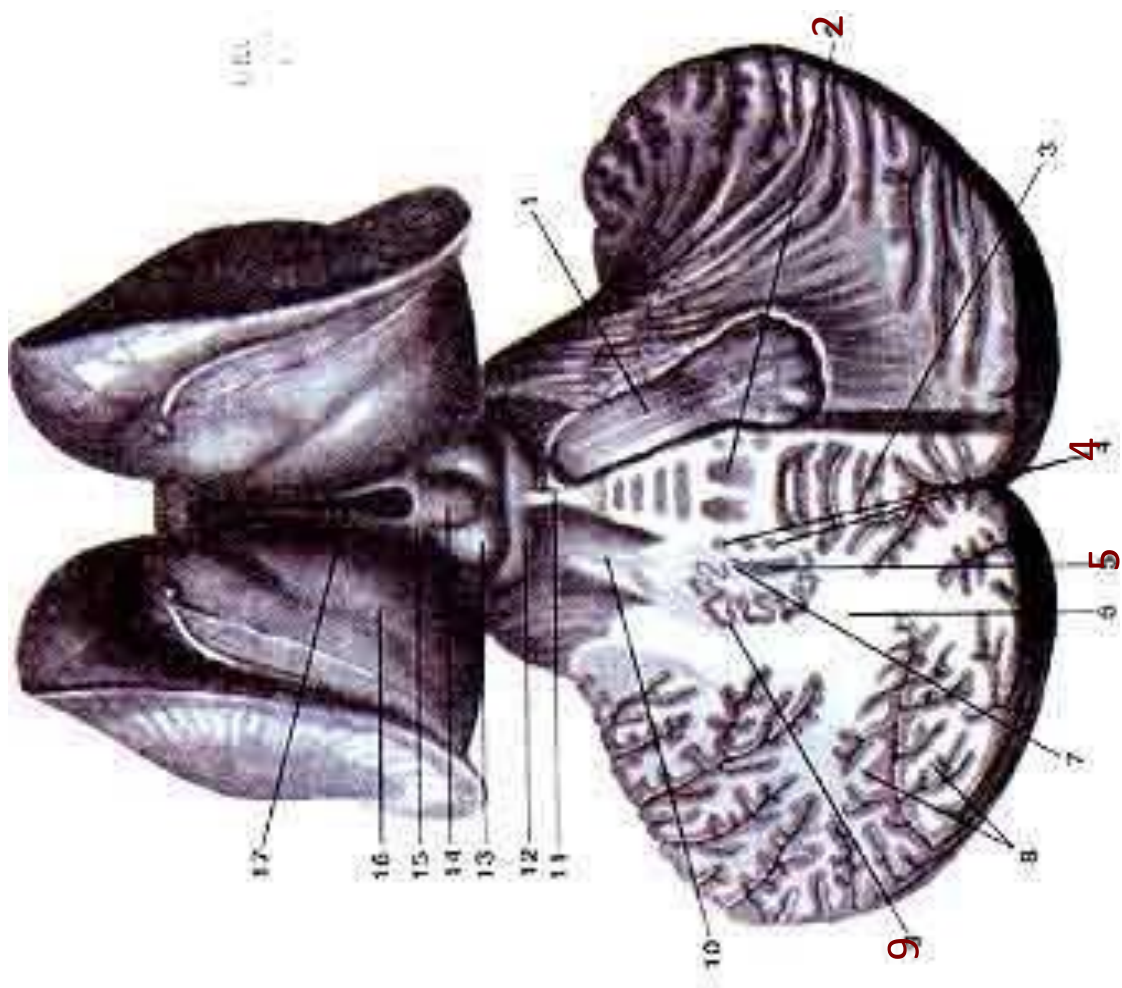


Будова мозочка (вигляд зверху)



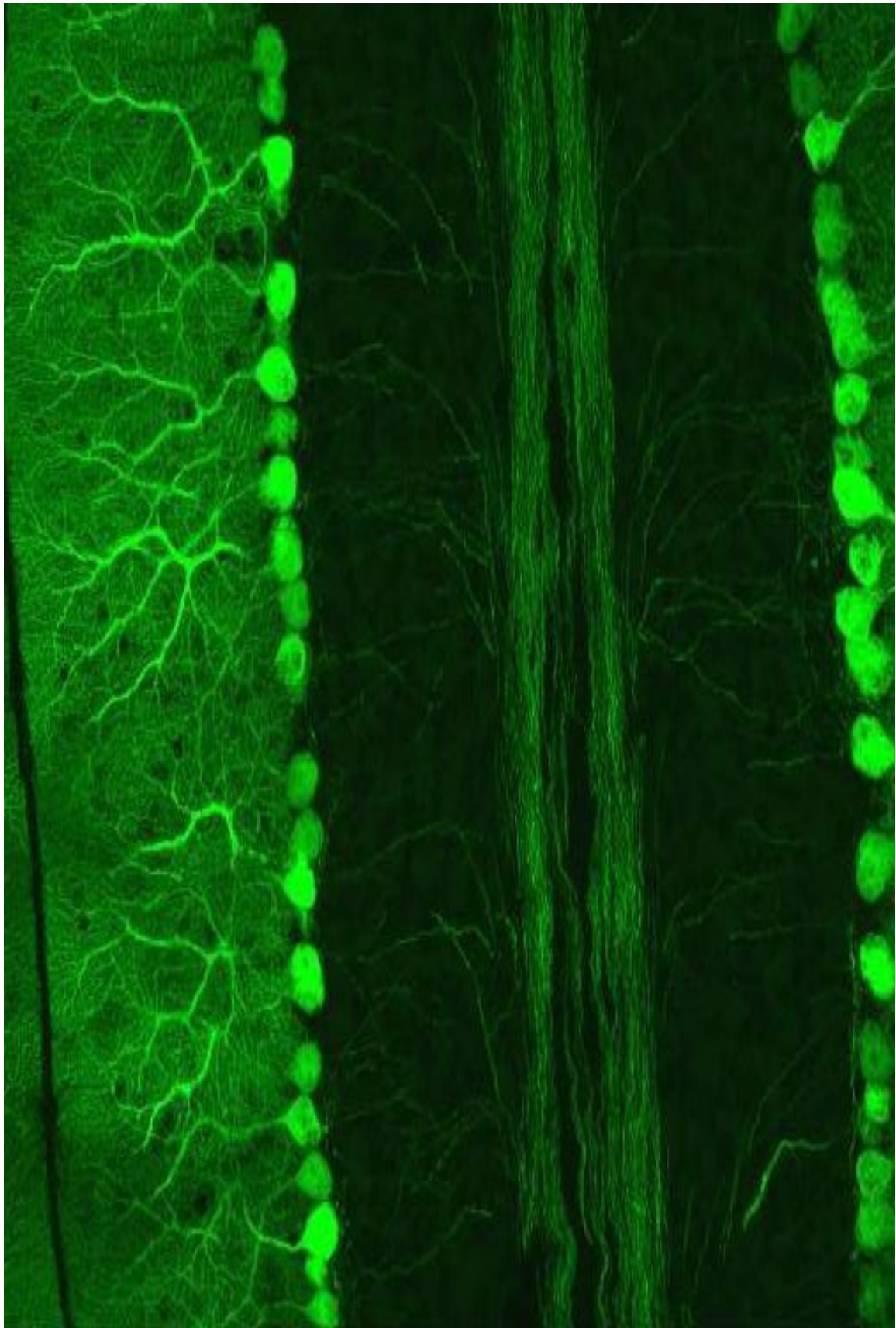
- 1) черв'як мозочка;
- 2) півкуля мозочка;
- 3) щілини (борозни) мозочка;
- 4) листки мозочка;
- 5) горизонтальна щілина;
- 6) задня вирізка мозочка;
- 7) нижня півмісяцева часточка;
- 8) верхня півмісяцева часточка;
- 9) чотирикутна часточка;
- 10) нижні горбки даху середнього мозку;
- 11) верхній горбок;
- 12) епіфіз;
- 13) таламуси;
- 14) третій шлуночок.

Мозочок, горизонтальний переріз

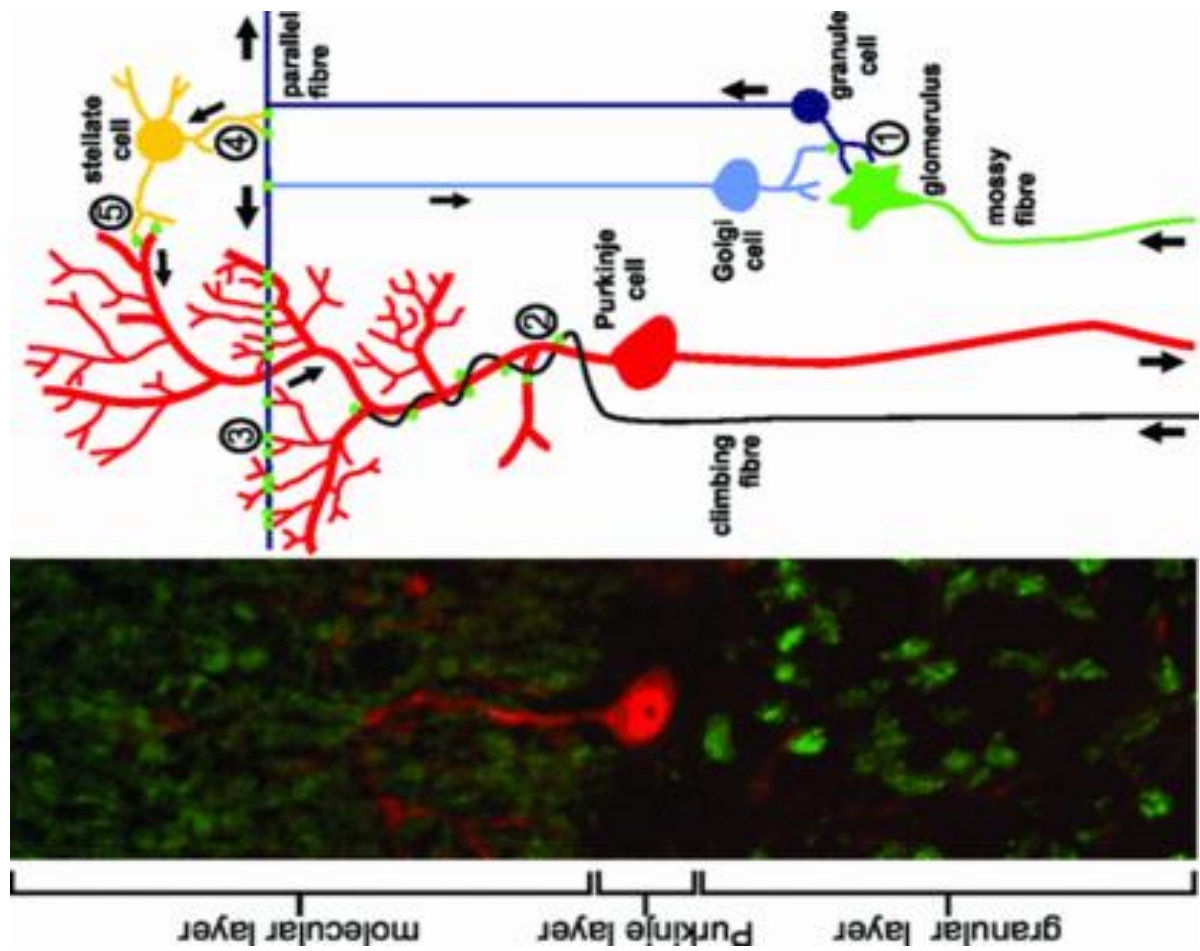


- 1) мозочково-червоноядерний шлях;
- 2) ядро намета;
- 3) черв'як мозочка;
- 4) кулясте ядро;
- 5) кіркоподібне ядро;
- 6) мозкове тіло мозочка;
- 7) ворога зубчастого ядра;
- 8) білі пластинки;
- 9) зубчасте ядро;
- 10) верхня мозочкова ніжка;
- 11) вуздечка верхнього мозкового паруса;
- 12) нижній горбок середнього мозку;
- 13) верхній горбок;
- 14) епіфіз мозку (шишковидне тіло);
- 15) трикутник повідця;
- 16) таламус;
- 17) третій шлуночок.

Мікрофотографія кори мозочка миші, флуоресцентний білок у клітинах Пуркінє

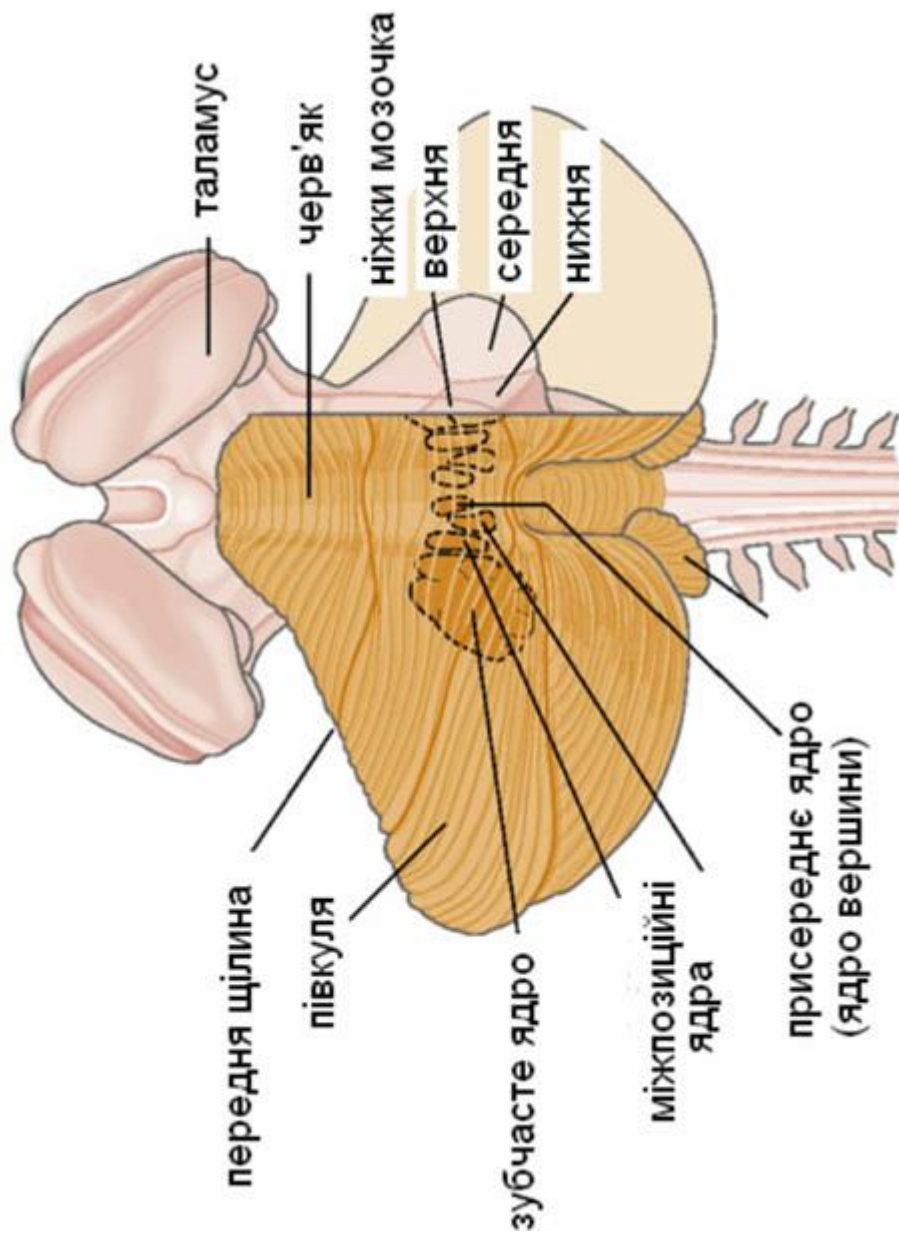


Клітинна будова кори мозочка



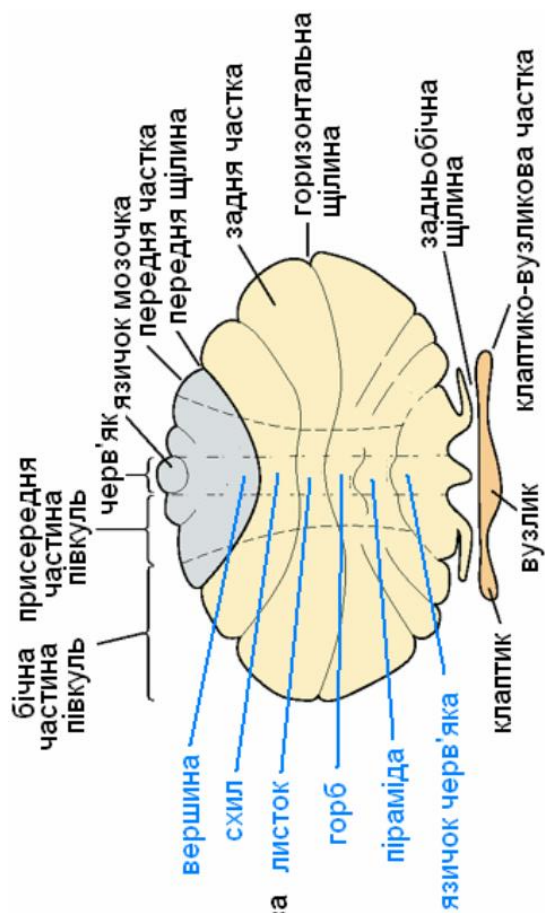
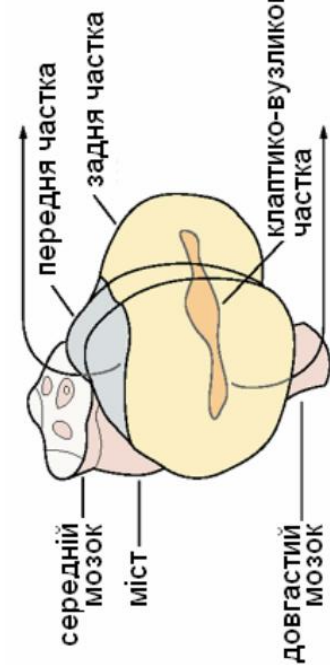
- **Молекулярний шар:** паралельні волокна зірчасті клітини; дендрити клітин Пуркінє.
- **Гангліозний шар:** тіла клітин Пуркінє; ліановидні волокна ↑ (від нижнього ядра оливи).
- **Зернистий шар:** зернисті клітини (+) клітини Гольджі; моховидні волокна ↑ (від мосту).

Мозочкові ядра

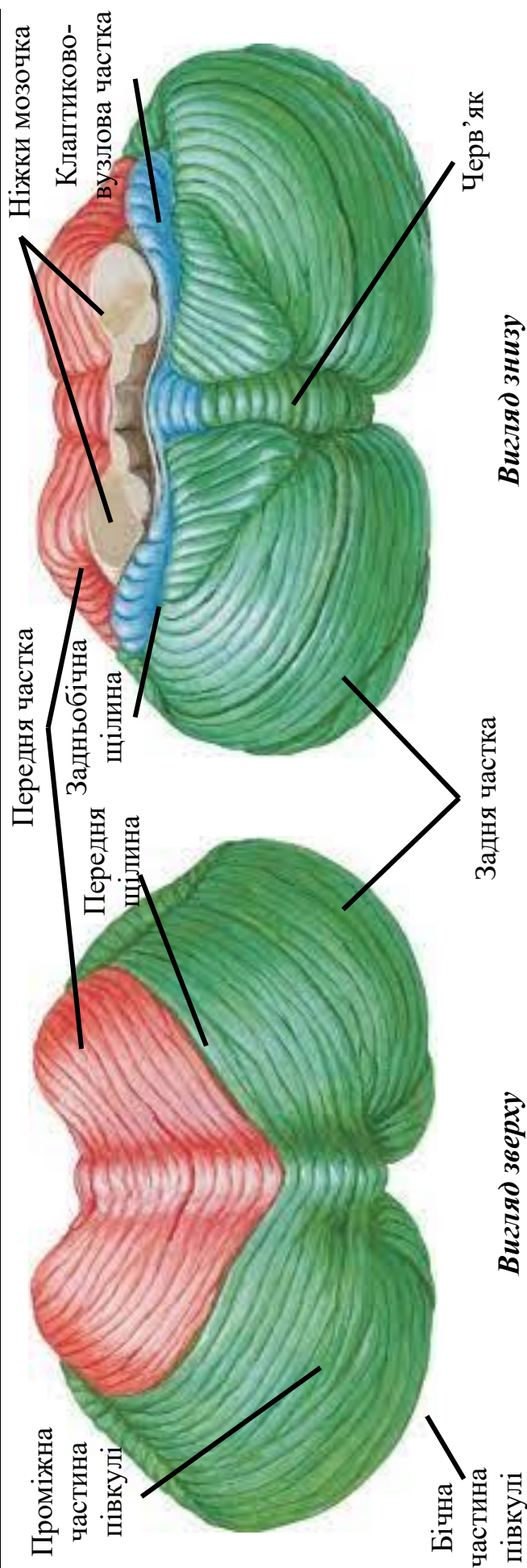


- Лежать у глибині білої речовини і є вихідними структурами. Кожне ядро пов'язане з певною частиною мозку.
- Отримують входи:
 - 1) від мосту по мохоподібних волокнах;
 - 2) від нижньої оливи по ліаноподібних волокнах;
 - 3) гальмівні входи від клітин Пуркінє.
- Ядро намета → вестибулярні ядра та сітчастий утвір стовбура.
- Кулясте і коркоподібне ядра → червоні ядра середнього мозку.
- Зубчасте ядро → кора великих півкуль.

Частки мозочка

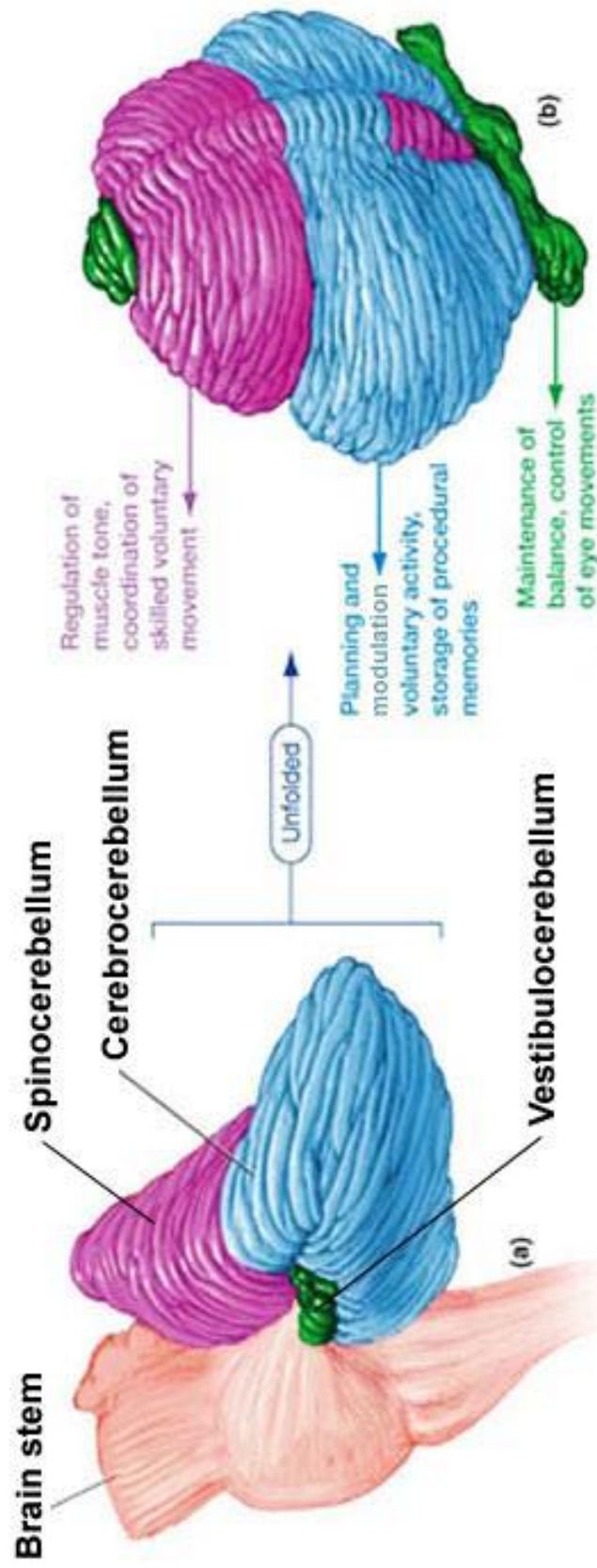


Зліва – природне положення мозочка; справа – мозочок розгорнуто у напрямку, показаному стрілками; **блакитним** підписано структурні елементи черв'яка.



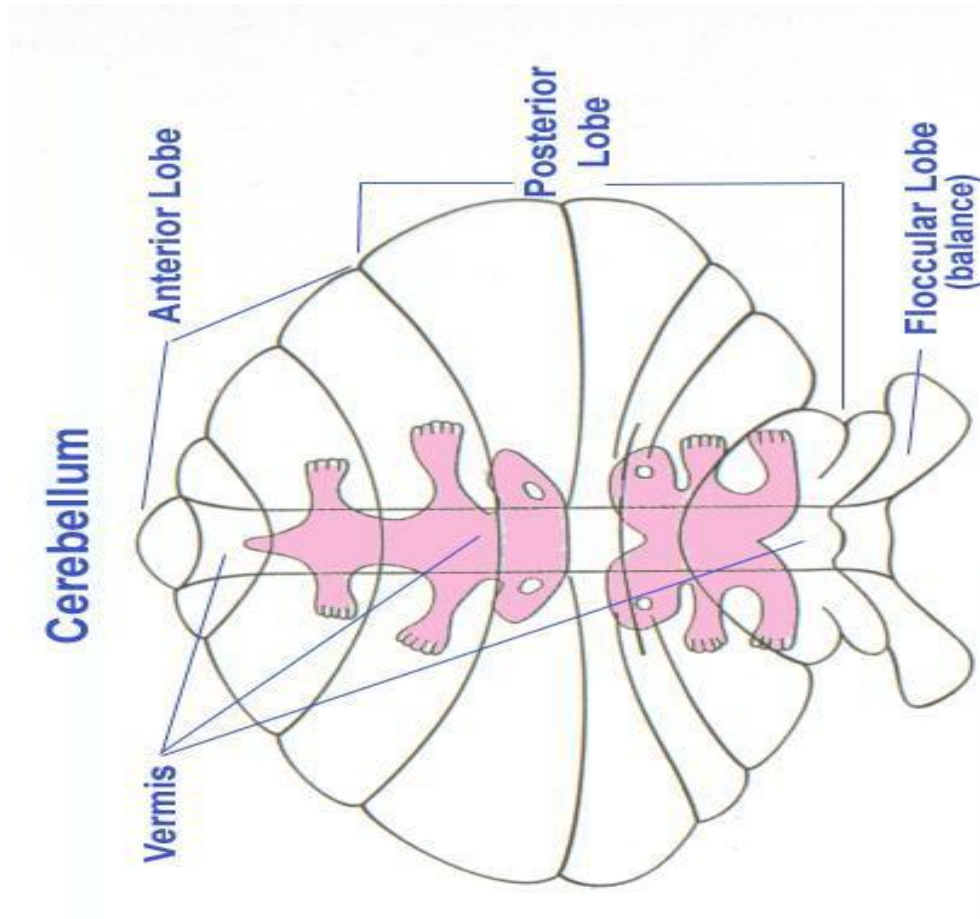
Функції різних частин мозочка:

- **присінкомозочок** – рівновага, контроль за рухами очей;
- **спинномозковий мозочок** – регуляція м'язового тону, координація довільних рухів, навичок;
- **мостомозочок** – планування та модуляція довільних рухів, сховище процедурної пам'яті.



© 2007 Thomson Higher Education

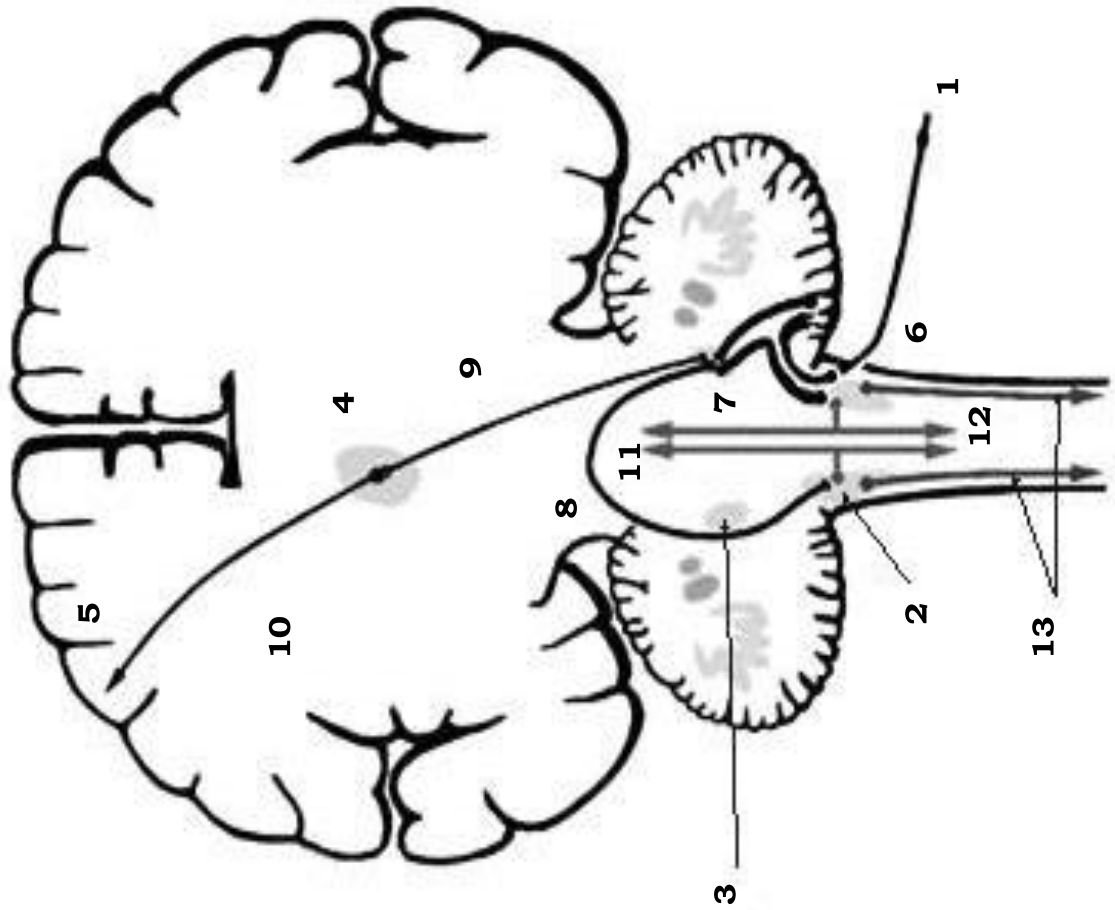
Зв'язки мозочка та мозочкові «карти тіла» (гомункулюси)



- входи до присінкомозочка організовані **дифузно**;
- входи до спинномозкового мозочка і мостомозочка від спинномозко-мозочкових, оливо-мозочкових, кірково-оливо-мозочкових, кірково-мосто-мозочкових волокон організовані **сوماتотопічно** (формують карту тіла).

Структурна організація зв'язків давнього мозочка

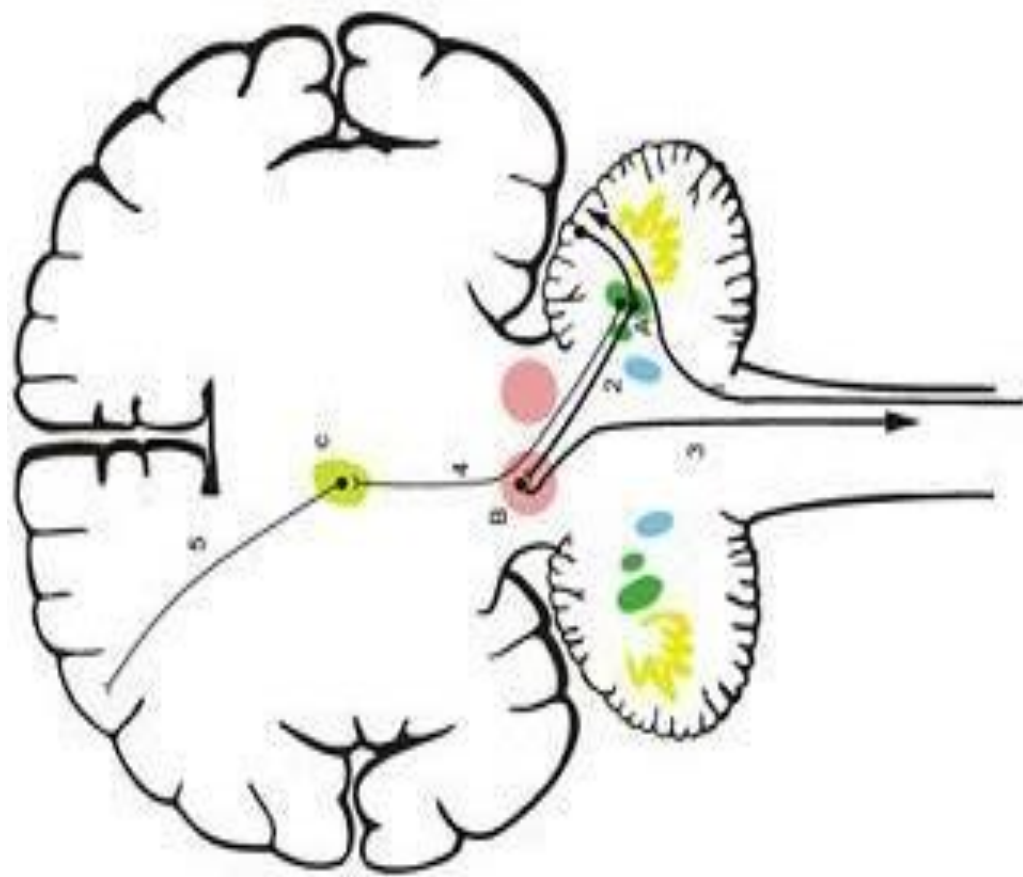
Регуляція рівноваги та рухів очей через зв'язки з присінковими ядрами (вестибуломозочок):



- 1) присінковий вузол;
- 2) присінкове ядро;
- 3) ядро намета;
- 4) таламус;
- 5) кора великих півкуль;
- 6) присінковий нерв;
- 7) наметово-присінкове волокно;
- 8) пучок Расела;
- 9) мозочково-таламічний шлях;
- 10) таламо-кіркові волокна;
- 11) висхідні волокна;
- 12) низхідні волокна;
- 13) присінково-спинномозковий шлях.

Структурна організація зв'язків давнього (спинномозочка)

Регуляція та узгодження рухів тіла і кінцівок завдяки вхідним спинномозковим шляхам передбачає позицію частини тіла під час руху.



А. Кулясте і коркоподібне ядро.

В. Червоне ядро.

С. Таламус.

1. Спинномозко-мозочковий шлях.

2. Мозочково-червоноядерний шлях.

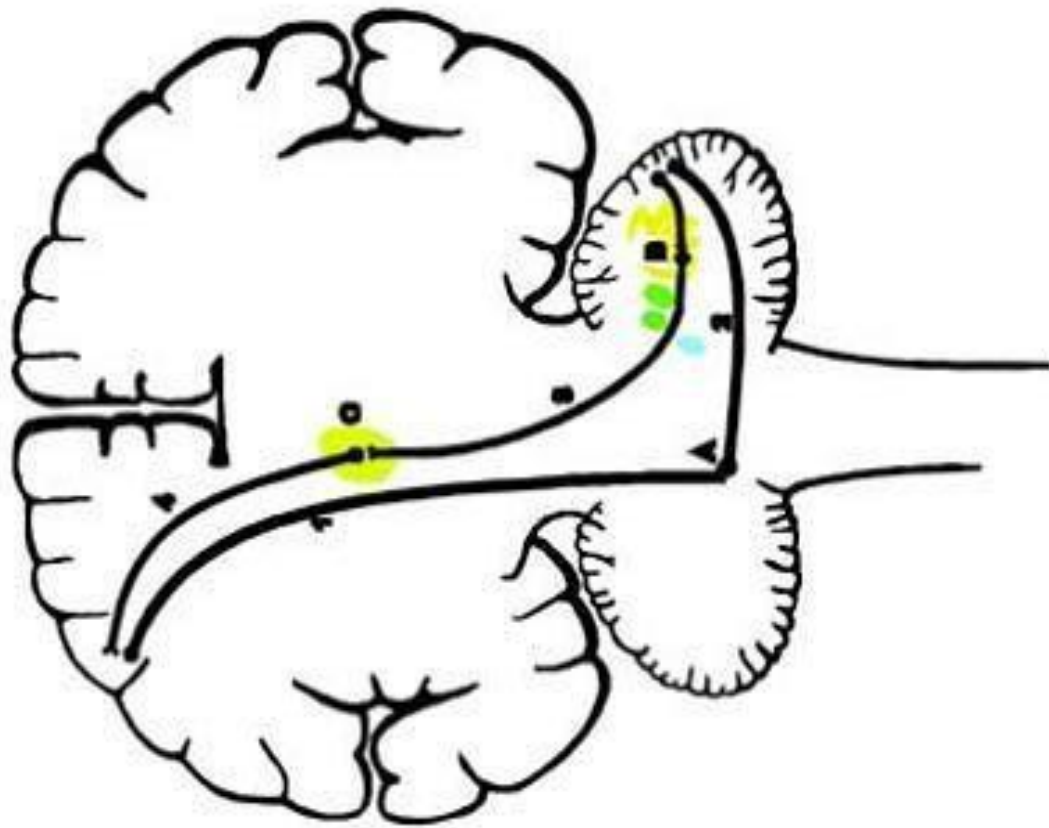
3. Червоноядерно-спинномозковий шлях.

4. Мозочково-таламічний шлях.

5. Таламо-кіркові волокна.

Структурна організація зв'язків нового (мостомозочка)

Планування і переключення швидких цілеспрямованих рухів через зв'язки з моторною корою.



А. Ядра мосту.

В. Зубчасте ядро.

С. Таламус.

1. Кірково-мостові волокна.

2. Мосто-мозочкові волокна.

3. Зубчастоядерно-таламічний шлях.

4. Таламо-кіркові волокна.

Патології мозочка:

- атаксія;
- ністагм;
- скандована мова;
- інтенційне тремтіння;
- адіадохокінез;
- дисметрія.



Для визначення стану мозочкових функцій використовують **пальценосову пробу**.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

Оверчук Вікторія Анатоліївна
Корольова Наталія Дмитрівна

АНАТОМІЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Навчальний посібник для студентів
першого освітнього рівня «Бакалавр»
спеціальності С4 Психологія

Редактор О. А. Солдатова
Технічний редактор Т. О. Важеніна-Гопрак

Підписано до друку 10.11.2025.
Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Друк – цифровий. Умовн. друк. арк. 9,76.
Тираж 30. Зам. 121.

Донецький національний університет імені Василя Стуса
21021, м. Вінниця, 600-річчя, 21
Свідectво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК № 5945 від 15.01.2018